



# Отделение физики высоких энергий

## ИТОГИ - 2025

О. Л. Федин  
Научная сессия ученого совета ОФВЭ  
23-26 декабря 2025 года



# Структура ОФВЭ - 2025



Ученый совет ОВФЭ

Руководитель ОФВЭ

Аппарат управления- 6



Лаб. физики элементарных частиц  
д.ф.-м.н. Ким В.Т.  
нс/инж/рбч/асп/ст - 13/1/0/2 - 16



Лаб. короткоживущих ядер  
Молканов П. Л.  
нс/инж/рбч/асп/ст - 7/3/0/0/1 - 11



Лаб. мезонной физики  
к.ф.-м.н. Воробьев С. И.  
нс/инж/рбч/асп/ст - 7/3/1/1/0 - 12



Лаб. рел. ядерной физики  
к.ф.-м.н. Рябов Ю.Г.  
нс/инж/рбч/асп/ст - 9/3/0/1/0 - 13



Лаб. барионной физики  
к.ф.-м.н. Дзюба А. А.  
нс/инж/рбч/асп/ст - 5/1/0/1/0 - 7



Лаб. криог. и сверхпр. Техники  
к.ф.-м.н. Васильев А.А.  
нс/инж/рбч/асп/ст - 4/2/1/1/2 - 10



Лаб. крист.-оптики зар. частиц  
к.ф.-м.н. Иванов Ю.М.  
нс/нт/рбч/асп/ст - 1/3/0/0/0 - 4



Лаборатория адронной физики  
д.ф.-м.н. Федин О.Л.  
нс/инж/рбч/асп/ст - 6/2/1/1/2 - 12



Лаборатория физики экз. ядер  
ио., к.ф.-м.н. Гусев Ю.И.  
нс/инж/рбч/асп/ст - 4/0/0/0/1 - 5

Научные подразделения

Отдел радиоэлектроники  
к.ф.-м.н. Головцов В.Л.  
нс/инж/рбч/асп/ст - 4/4/0/0/0 - 4



Отдел вычислительных систем  
с.н.с. Шевель А.Е.  
инж - 5 (2 совм) -



Отдел детекторов излучений  
к.ф.-м.н. Маев О. Е;  
нс/инж/рбч/асп/ст - 2/9/3/0/1. - 15



Опытное производство  
с.н.с., к.ф.-м.н.  
гл. инж. ОФВЭ Гаврилов Г Е  
Инж/раб 3/2 - 5



Научно-технические подразделения



# Руководство ОФВЭ - 2025



О. Л. Федин



руководитель  
ОФВЭ

А. А. Васильев



зам. рук. по  
научной раб.

В. Т. Ким



зам. рук. по  
научной раб.

Д.А. Иванищев



учёный  
секретарь

И.А. Логинова



зам. рук. по  
общим вопросам

Г.Е. Гаврилов



главный  
инж. ОФВЭ

## Секретариат ОФВЭ

А. А. Дзюба



помощник рук.  
отделения

Л. Р. Ахметова



Помощник  
руководителя

Е. Н. Черная



С. Н. Александрова Л. И. Киселева



Помощник зам.  
руководителя  
по общим  
вопросам



Помощник  
главного  
инженера  
ОФВЭ



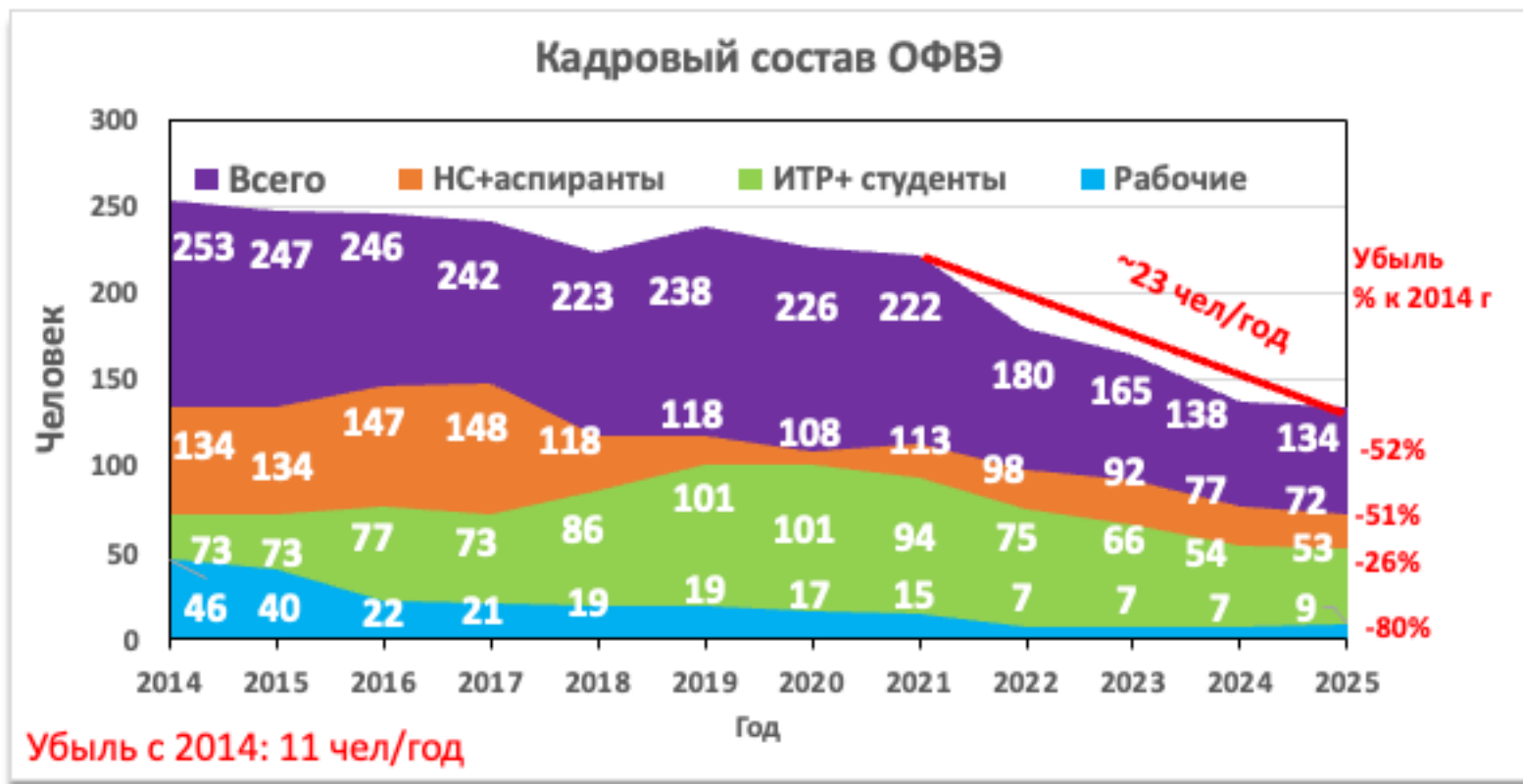
□ На декабрь 2025 года в ОФВЭ:	134 (138 в 2025: - 4 чел.)
➤ Научных сотрудников	67 (7 совм.)
➤ Научно-технические работники	43 (7 совм.+ 12 АУ)
➤ Рабочих	9
➤ Аспирантов	4+1
➤ Студентов	10

□ Доктора физ.-мат. наук	11+1 (17%)
□ Кандидаты физ.-мат. наук	34 (58%)
□ Профессора	3
□ Почетный профессор РАН	1

□ Возраст:	
➤ До 35 лет	27 (20%)
➤ От 35 до 70 лет	66 (49%)
➤ Старше 70 лет	41 (31%)



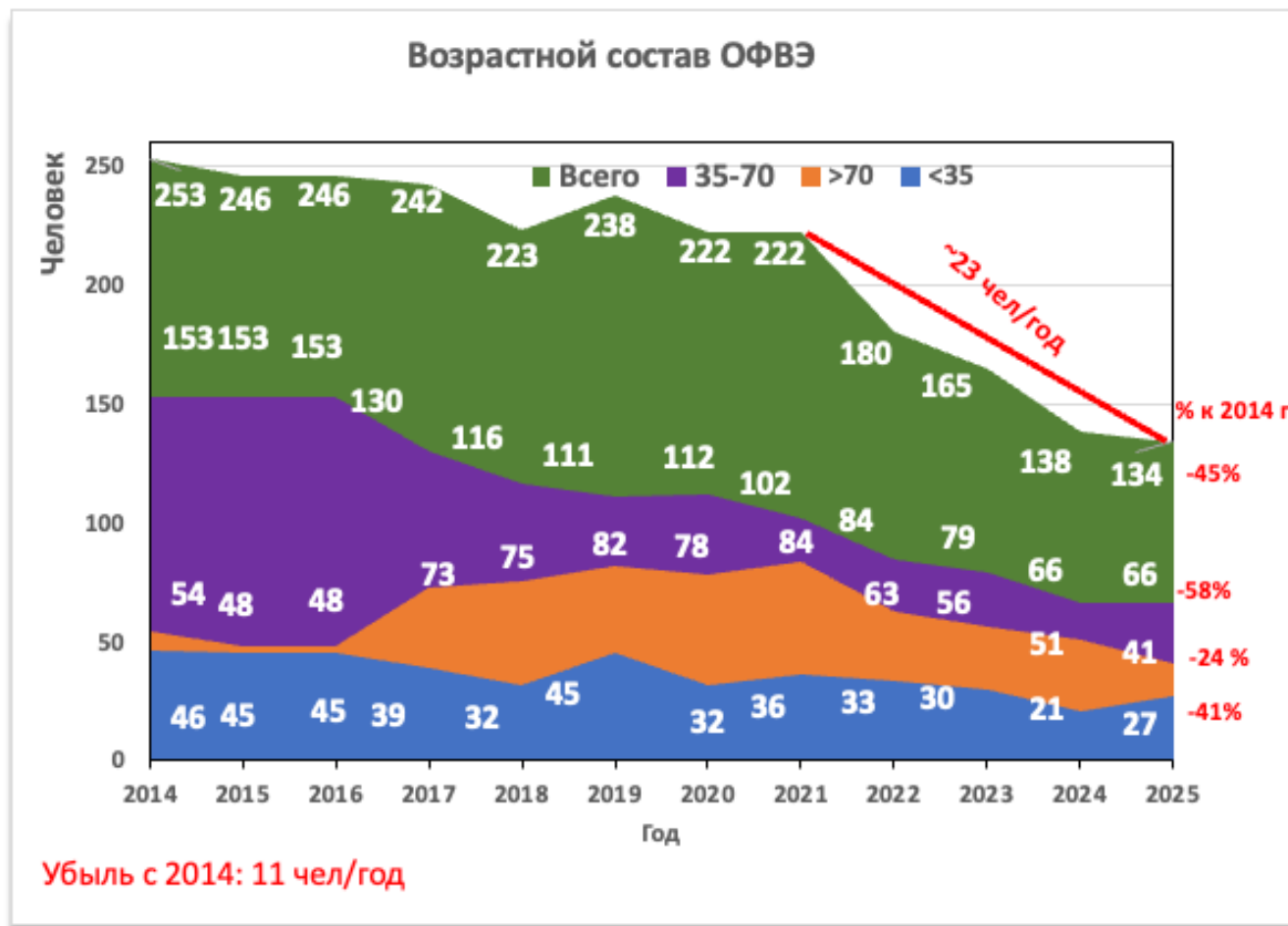
# Кадровый состав ОФВЭ



Численность отделения **сократилась с 2014 года почти в два раза** и это коснулось всех категорий персонала: **нс, итр и рабочих.**



# Возрастной состав ОФВЭ

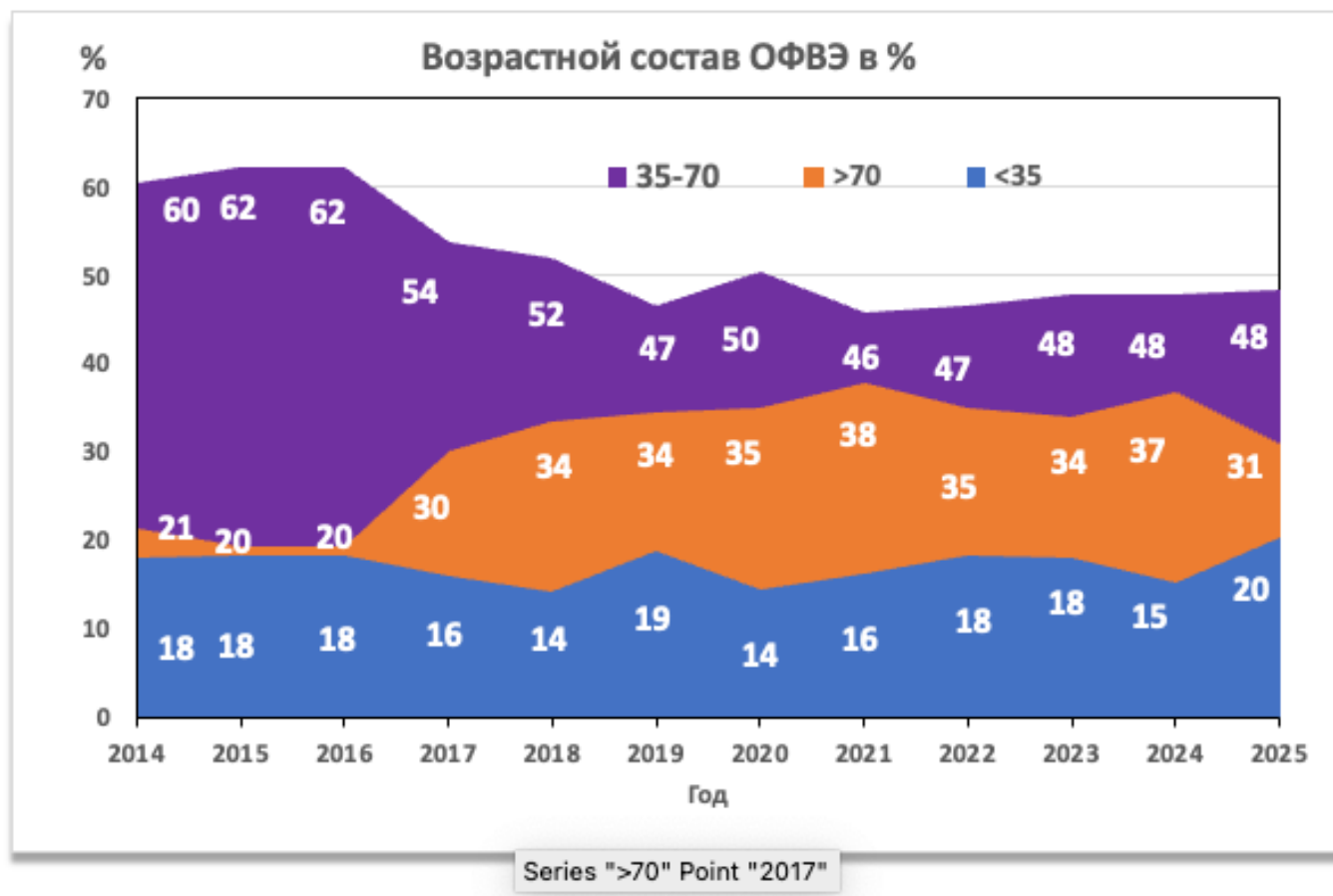


Начиная с 2014 года численность :

- сотрудников в возрасте от 35 до 70 лет сократилась более чем в два раза
- молодых сотрудников до 35 лет сократилась почти в 1,7 раза
- сотрудников в возрасте больше 70 лет практически не изменилось.



# Возрастной состав ОФВЭ в % к численности



С 2016 года зафиксировалась доля сотрудников среднего возраста от 35 до 70 лет на уровне порядка 50%, доля сотрудников старше 70 лет вышла на уровень ~30%, а доля молодых сотрудников так и остается на уровне 18%-20%





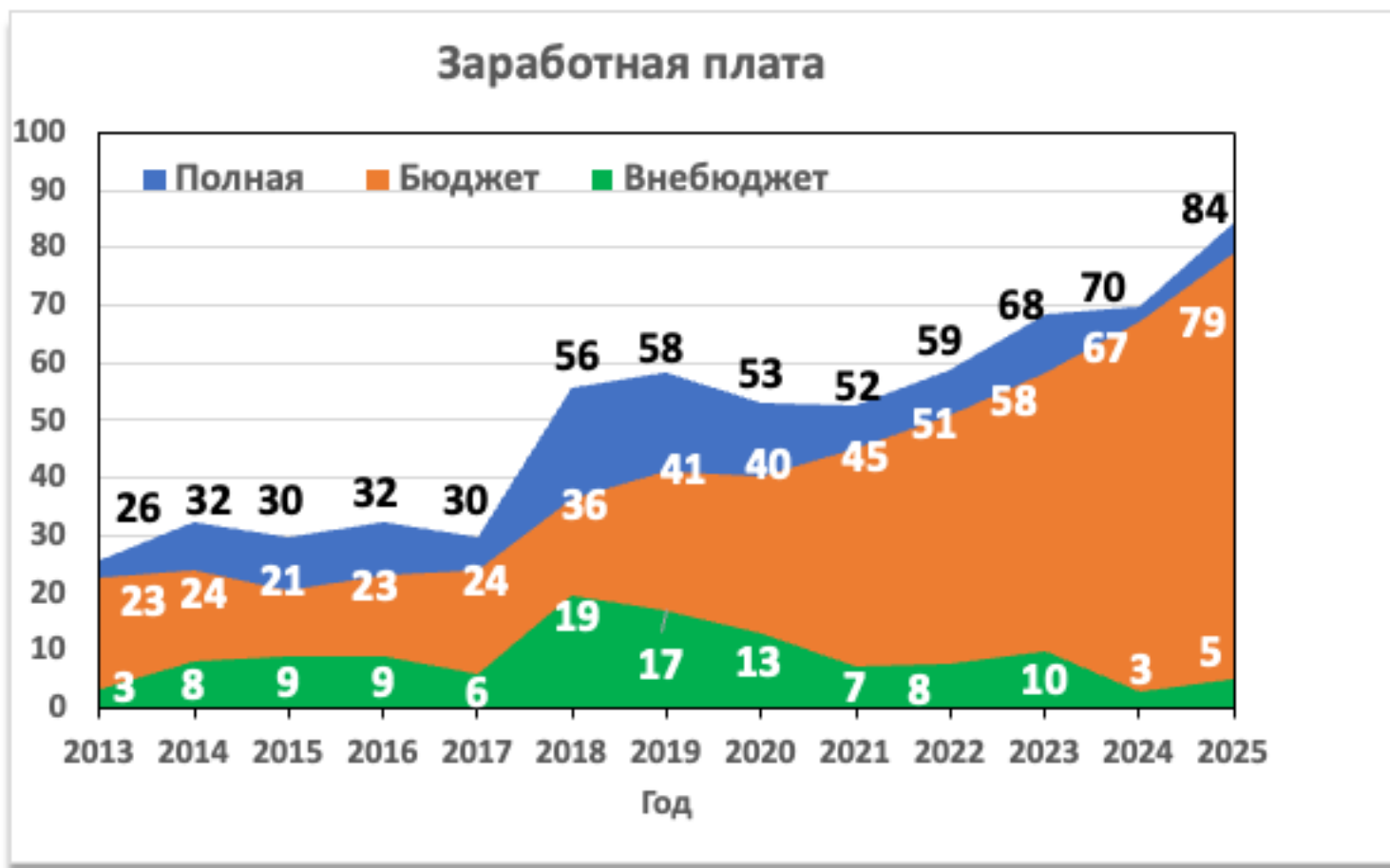
	2025/2024
❑ Фонд з/п в месяц (134 чел - 2025 г) научные надбавки	5,1/4,74 МР ~1,75/~1,55 МР
❑ Субсидии на выполнение гос. задания: ➤ материалы, оборудование и прочие ➤ Командировки	6,0/6,0 МР 4,5/6,0 МР
❑ Гранты РФФИ+РНФ	0,0/0,0 МР
❑ Субсидии от КИ на различные проекты:	0/0,0 МР
Итого:	10,5/12,00 МР
❑ Договора (ЛКЯ с РИ):	7,0 МР







# Зарботная плата



Рост з/п с 2018 г. обусловлен надбавками и "оптимизацией" численности научных сотрудников (переводом их на 0,5 ставки)  
Внебюджетная часть маленькая ~4%



# “Оптимизация”



“Оптимизация” численности н/с для “выполнения” указа Президента РФ о средней заработной плате научных сотрудников.

Год	Числ. н/с, чел	Ставки	средняя з/п н/с плановая, т. руб	Кол-во ставок для сокращению план	Кол-во ставок сокращенных факт	кол-во ставок после опт	средняя з/п н/с с учетом оптимизации т.руб	средняя з/п т.руб
2018	144	133,1	76,0	37 (28%)	34,05	99,08	58,3	43,4
2019	118	113,0	80,7	44 (39%)	21,23	91,77	69,7	56,6
2020	119	109,0	85,2	41 (38%)	28,15	80,85	61,4	45,5
2021	114	103,4	86,6	37 (36%)	26,55	76,85	64,7	48,1
2022	99	89,6	95,1	37 (41%)	28,2	61,45	79,4	54,4
2023	98	90,9	100,8	39 (43%)	29,3	61,60	96,5	65,4
2024	95	85,2	109,4	31(36%)	28,95	56,25	102,2	75,2
2025	74	67,2	131,5	29 (43%)	26,7	40,5	133,6	83,5
2026	67	64,3	162,0	30 (47%)	27,9	36,4		

Вне зависимости от численности н/с в отделении нас все время “оптимизируют” примерно на 40%.



- ❑ С 2016 г Отделение выплачивает (по возможности!) компенсации работникам, проживающим в Санкт-Петербурге.
- ❑ Для получения необходимо наличие рабочих дней в том месяце в котором производится выплата и посещение Института более 1 раза в месяц.
- ❑ В 2025 г из расчета 250 рублей за поездку (текущая стоимость проезда в автобусах К-18, К-18(а) и К-100: 135 руб. за поездку).
- ❑ Выплаты рассчитываются на основании информации о посещении работниками Института по информации СКУД.
- ❑ Выплаты производятся поквартально или раз в полгода в зависимости от наличия фонда экономии з/п.
- ❑ Выплаты идут как дополнительная надбавка и к сожалению, не могут быть отражены отдельной строкой в расчетном листе.
- ❑ Расчет компенсации осуществляет Дзюба А.А., который предоставляет эту информацию зам. руководителя Отделения И. А. Логиновой.



# Командировки



з/к командировки :  
10 (6 чел; 2,5 чел.мес.)

Швейцария 1

Казахстан 1

Армения 8

Командировки РФ:  
55 (25 чел; 12 чел.мес.)

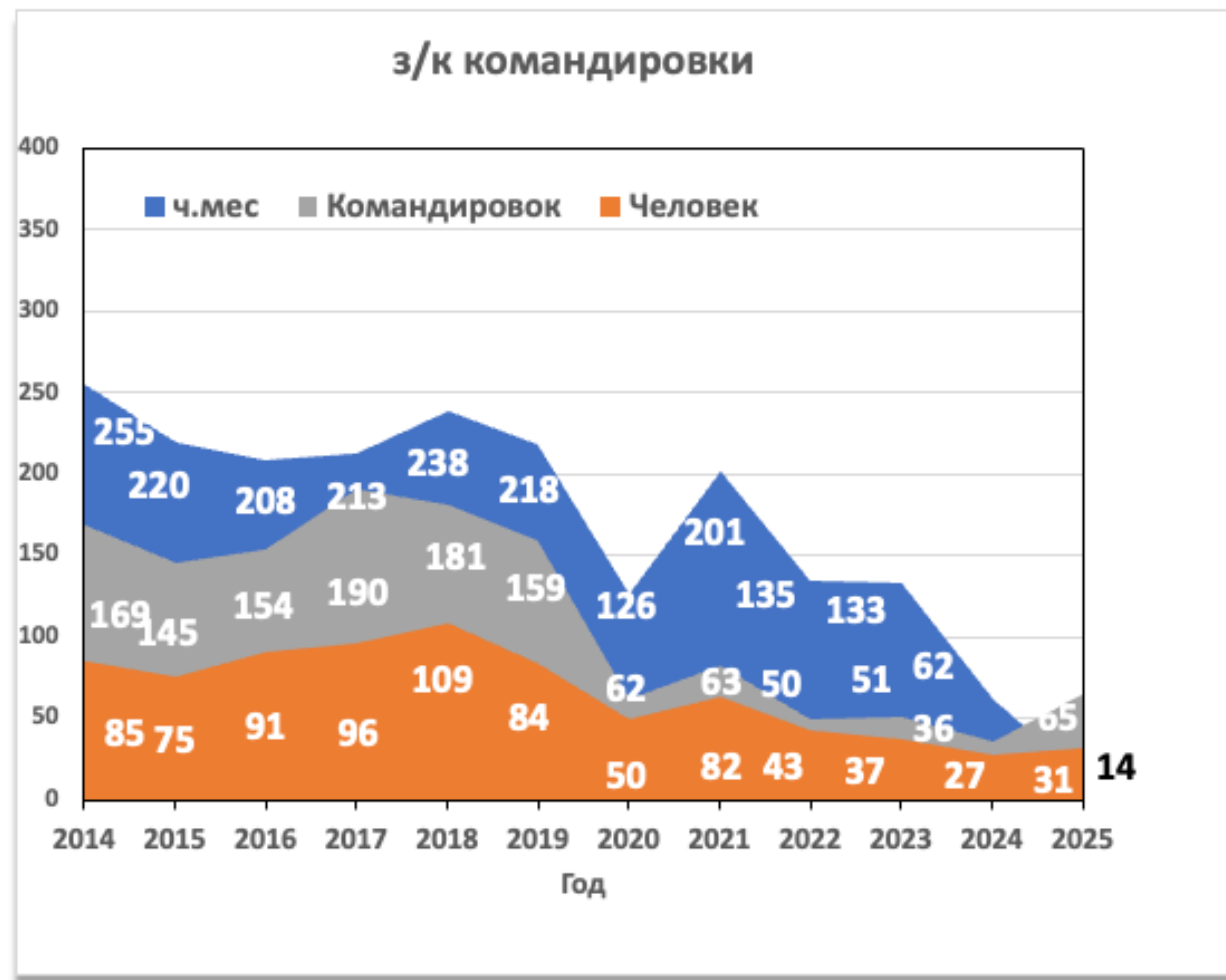
Дубна 31

Москва 10

Протвино 12

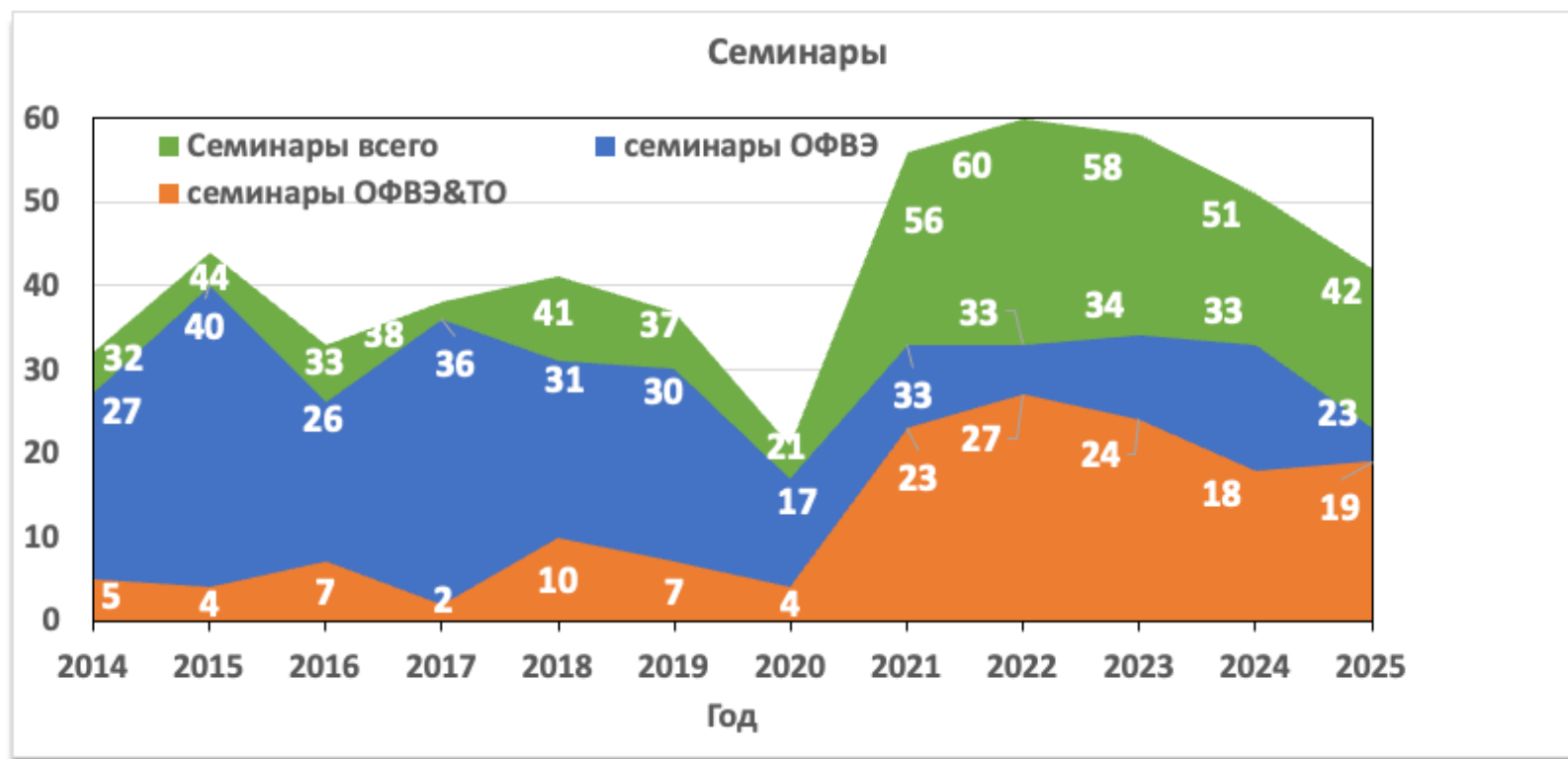
Сочи 1

СПб 1





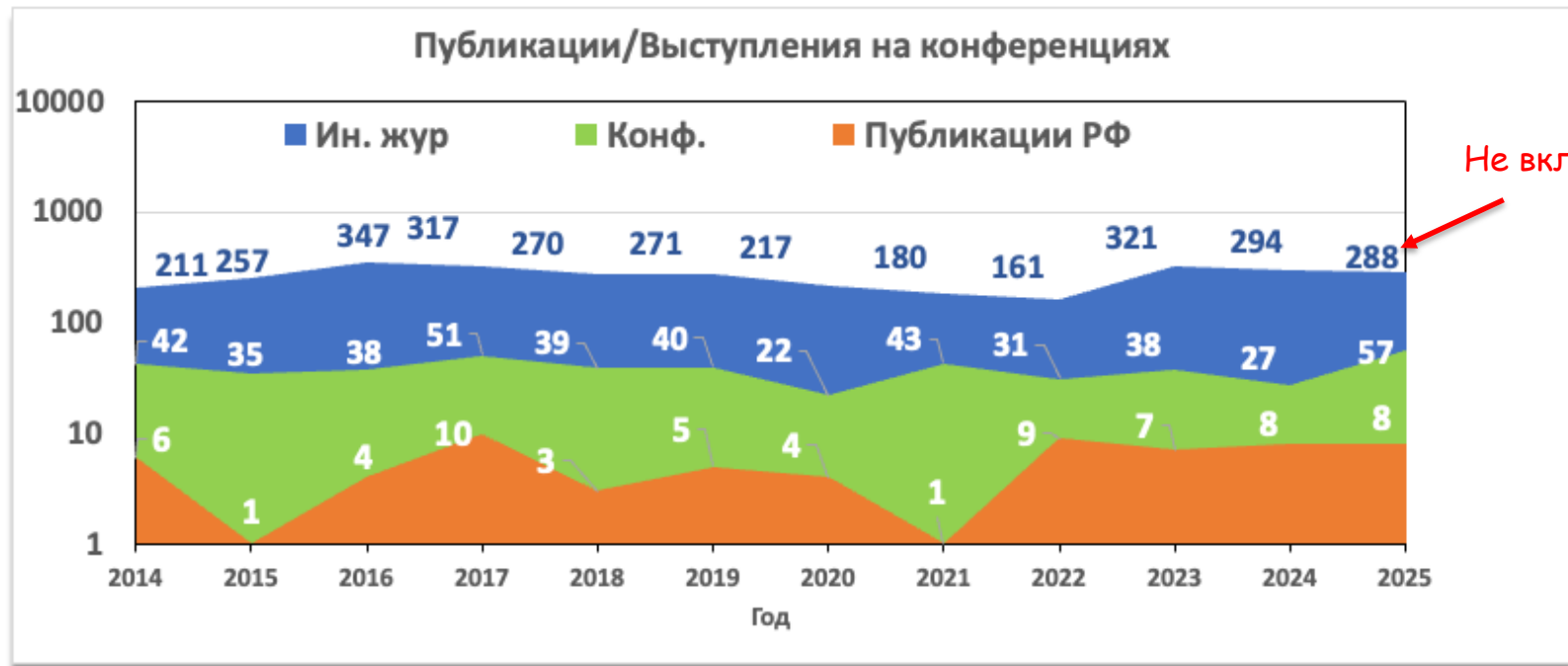
# Семинары



- ❑ Огромная благодарность за организацию семинаров ОФВЭ С. И. Манаенкову и совместных семинаров ОФВЭ+ТО В.Т. Киму
- ❑ Огромная благодарность всем активным участникам семинаров!



# Публикации и выступления на конференциях



- ATLAS: 86
- CMS : 89
- LHCb : 51
- ALICE: 35
- Другие: 27



□ Опубликовано 8 статей в сборнике достижений ПИЯФ в 2024 г

□ В этом году опубликовано всего 1 заметка на сайте ПИЯФ (2/10/27 2024/2023/2022)

## Исследования с использованием протонов и ионов. Физика нейтрино

- 62 Наблюдение эффекта квантовой запутанности в парном рождении топ- и анти топ-кварков в экспериментах ATLAS и CMS на Большом адронном коллайдере
- 63 Прецизионное измерение параметров  $CP$ -нарушения в распадах прелестных мезонов в эксперименте LHCb
- 64 Условия возможного проявления БФКЛ-эволюции на Большом адронном коллайдере при образовании двух струй с большим разделением по быстрой с использованием струйного вето
- 65 Бозон Браута – Энглера – Хиггса и область натуральности Стандартной модели
- 66 Прецизионное измерение массы и ширины распада  $W$ -бозона в экспериментах CMS и ATLAS на Большом адронном коллайдере
- 68 Исследование интерференционных эффектов в когерентном фоторождении  $\rho$ -мезонов в эксперименте ALICE
- 69 Оболочечный эффект в зарядовых радиусах и магнитных моментах изотопов таллия вблизи магического числа  $N = 126$
- 70 Высокопрецизионное измерение энергии распада  $^{263}\text{No}$  для определения массы нейтрино
- 71 Поиск аксиоэлектрического эффекта в атомах  $\text{Kr}$  для солнечных аксионов



национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»  
Петербургский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова  
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»



Основные результаты  
научной деятельности

2024



# Сборник достижений ПИЯФ - 2025

№	Название статьи на русском	Название статьи на английском	Ответственный за написание
1	Обнаружение нарушения CP-четности в распадах барионов	Observation of the CP-violation in decays of baryons	Дзюба А.А
2	Прецизионное измерение времен жизни очарованных барионов в эксперименте LHCb	Precision measurements of the charmed baryon lifetimes at LHCb	Дзюба А.А
3	Наблюдение двойного партонного рассеяния при рождении пар W-бозонов одного знака в pp-столкновениях при $\sqrt{s} = 13$ ТэВ с помощью детектора ATLAS+CMS	Observation of double parton scattering in same-sign W boson pair production in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector	Нарышкин Ю.Г.
4	Первое наблюдение продольно поляризованных W бозонов в электрослабом рождении пар W бозонов одного знака при ассоциативном рождении с двумя струями в pp столкновениях при энергии $\sqrt{s} = 13$ ТэВ эксперименте ATLAS+CMS	Evidence for longitudinally polarized W bosons in the electroweak production of same-sign W boson pairs in association with two jets in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector	Нарышкин Ю.Г.
5	Зарядовые радиусы и электромагнитные моменты 214-218Bi: Границы области октупольной деформации	Charge radii and electromagnetic moments of 214–218Bi: Exploring the border of the octupole-deformation region	Барзах А. Е.
6	Реконструкция треков на основе пакета ACTS для переднего детектора эксперимента MPD на установке NICA	Track reconstruction based on the ACTS package for the forward detector of the MPD experiment at the NICA facility	Бурмасов Н.А.
7	Изучение возможности регистрации короткоживущих резонансов в эксперименте MPD в BiBi столкновениях при энергии $\sqrt{s_{NN}} = 9.2$ ГэВ на коллайдере NICA	Study of the possibility of registration of short-lived resonances in the MPD experiment in BiBi collisions at an energy of $\sqrt{s_{NN}} = 9.2$ GeV at the NICA collider	Рябов В.Г.
8	Роль дикварков при образовании барионов и экзотических адронных состояний с большими pT в pp столкновениях при энергиях SPD NICA	Diquark role at large pT baryon and exotic hadron states production in pp collisions at SPD NICA energies	Ким В.Т.
9	Пары струй с большим разделением по быстроте для поиска новой физики на БАК и будущих коллайдерах	Dijets with a large rapidity separation for search of new physics at the LHC and future colliders	Егоров А.Ю.



□ В отделении работает: 11 докторов наук и 34 кандидата наук

□ Защиты:



- 2016: докторские - 2; кандидатские - 3
- 2017: докторские - 0; кандидатские - 2
- 2018: докторские - 1; кандидатские - 1
- 2019: докторские - 0; кандидатские - 1
- 2020-2023 : докторские - 0; кандидатские - 0
- 2024: докторские - 1; кандидатские - 1
- 2025: докторские - 1; кандидатские - 0



## П О З Д Р А В Л Я Е М !!!!

Докторская диссертация  
Манаенков Сергей Иванович

“Поляризационные эффекты в  
эксклюзивном рождении адронов  
в глубоконеупругом рассеянии  
электронов и позитронов на ядрах”



Отдельная благодарность Дмитрию Александровичу  
Иванищеву и Виктору Александровичу Мурзину за  
оказание технической помощи в организации защиты



## □ 3-ой год обучения:

- Арутюнова Анастасия Юрьевна (руководитель Маев Е. М.)  
"Исследование комптоновского рассеяния на ядрах водорода и гелия с помощью активной мишени»



## □ 4-ий год обучения:

- Бурмасов Назар Алексеевич (руководитель Крышень Е. Л.)  
"Исследование фотон-фотонных и фотон-ядерных взаимодействий в ультра-периферических столкновениях ядер на коллайдере LHC";
- Ларионов Владислав Евгеньевич (руководитель Васильев Александр Анатольевич)  
"Поляризованные газовые мишени в проекте по изучению ядерного синтеза при энергиях до 100 КэВ» (в академическом отпуске по 31.08.2026);
- Рождественский Антон Юрьевич (руководитель Кравченко П. В.)  
"Разработка системы сцинтилляционных детекторов для подавления космического излучения в рамках проекта по исследованию реакции ядерного dd-синтеза с поляризацией исходных частиц при низких энергиях (PolFusion)» (в академическом отпуске по 30.07.2026);
- Лобин Валентин Сергеевич (руководитель Воробьев С. И.)  
"Исследование магнитных свойств наноструктурированных материалов с помощью поляризованных мюонов» (в академическом отпуске по 30.07.2026);



## □ Завершил обучение в 2025 с ВКР:

- Рябов Андрей Юрьевич (руководитель Иванищев Д. А.)  
"Рождение короткоживущих резонансов в столкновениях тяжелых ядер в эксперименте MPD на коллайдере NICA"





# Конкурс лучших работ ПИЯФ



2025: подано 5 работ - 4 премировано ( 2024/ 6 2023 / 6 ; 2022 / 4 ; 2021 / 8 )

В области ядерной физики высоких энергий:

## Первая премия

Первое наблюдение эффекта квантовой запутанности в парном рождении топ- и антитоп-кварков в экспериментах ATLAS и CMS на БАК

*С. Г. Барсов, В. Т. Грачев, А. Е. Ежилов, М. П. Левченко, В. И. Малеев, Ю. Г. Нарышкин, О. Л. Федин, В. А. Щегельский и др. (ATLAS collaboration) ; В. Т. Ким, Ю. М. Иванов, С. С. Волков, Г.Е. Гаврилов, В.Л. Головцов, В. А. Мурзин, В. А. Орешкин, И. Б. Смирнов Д.Е Соснов, В.В. Сулимов, Л.Н. Уваров и др. (CMS collaboration)*

Исследование свойств кварк-глюонной плазмы в эксперименте ALICE

*М. Б. Жалов, В. В. Иванов, Е. Л. Крышень, М. В. Малаев, В. Н. Никулин, А. Ю. Рябов, В. Г. Рябов, Ю. Г. Рябов, А. В. Ханзадеев и др. (ALICE collaboration)*

## Третья премия

Измерение фактора ядерной модификации для экзотического адрона X (3872) во взаимодействиях протонов с ядрами свинца в эксперименте [HCb на БАК

*Н. Ф. Бондарь, О. Е. Maes, Н. И. Воропаев, Н. Р. Сагидова, А. А. Дзюба, А. Д. Чубыкин П.В. Кравченко (LHCb collaboration)*

В области ядерной физики низких энергий:

## Вторая премия

Уравнение Шредингера, уравнение Клейна - Фока - Гордона, квантовые ударные волны и неравновесный гидродинамический подход для описания эмиссии кумулятивных вторичных частиц в столкновениях тяжелых ионов промежуточных энергий *А. Т. Дьяченко, И. А. Митропольский*



# Тематический план работ 2026-2028 г.г.



№ 6	Наименование подтемы комплексной темы из Программы деятельности	№	Наименование внутреинститутской тематики	Публ. 2026
2.1	Фундаментальные исследования в области материаловедения с использованием синхротронного излучения и нейтронов	2.9	Исследование фазовых переходов и распределений локальных магнитных полей в наноструктурных материалах, мультиферронках и неупорядоченных магнетиках с помощью поляризованных мюонов ( $\mu$ SR-метод).	
10.1	Фундаментальные исследования на коллайдерах и ускорителях с фиксированной мишенью с целью получения новых знаний о фундаментальных взаимодействиях и строении материн	9.1	Подготовка экспериментов на перспективных коллайдерах.	28
		9.2	Эксперименты по изучению структуры нуклонов и атомных ядер с помощью активных мишеней	
		9.3	Исследование процессов перезарядки и изотопической инвариантности вблизи порога рождения $\eta$ -мезонов на $\pi$ -канале СЦ- 1000 ПИЯФ.	
		9.4	Эксперимент PolFusion.	21
		9.5	Эксперимент MPD на коллайдере NICA (ОИЯИ).	
		9.6	Эксперимент SPD на коллайдере NICA (ОИЯИ).	
		9.7	Эксперимент СПАСЧАРМ.	
		9.12	Исследования ядер, удаленных от полосы стабильности	
		9.13	Масс-спектрометрический комплекс ИРИНА	
		9.14	Проект ПИ'ГРАП	
		9.15	Исследование структуры ядерной материн на малых расстояниях в квазиупругих и неупругих протон-ядерных взаимодействиях при энергии 1 ГэВ.	
		9.27	Исследование взаимодействия элементарных частиц с кристаллами и применений кристаллов на ускорителях высоких энергий.	

2025: 25 тем !!! 2,7 н/с + 1,9 инж. на тему

2026: 13 тем - 4,7 н/с + 3,1 инж. на тему





- ❑ Исследование короткоживущих ядер на масс-сепараторе ИРИС;
- ❑ Исследование нарушения изотопической инвариантности в процессах перезарядки  $\pi$ -мезонов и образования  $\eta$ -мезонов;
- ❑ Исследование кластерной структуры ядерной материи в квазиупругих и неупругих протон-ядерных взаимодействиях при энергии 1 ГэВ;
- ❑ Изучение реакции  $(p, p'\gamma)$  на лёгких ядрах на синхроциклотроне СЦ-1000;
- ❑ Изучение упругого и неупругого рассеяния протонов на лёгких ядрах с помощью активной мишени;
- ❑ Исследование и развитие кристаллооптических методов формирования пучков заряженных частиц промежуточных энергий;
- ❑ Изучение магнитных свойств материалов с помощью пучка поляризованных мюонов;
- ❑ Исследования на времяпролётном нейтронном спектрометре ГНЕИС (ОТР).

Программа направлена в НИЦ КИ в 2024 г.  
- ответа нет

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«ПЕТЕРБУРГСКИЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ»  
им. Б. П. Константинова  
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»

Проект программы  
модернизации систем ускорительного комплекса  
НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ  
и научных исследований на синхроциклотроне на 2025-2030 гг

2025-2030:

Синхроциклотрон - 0,8 млрд. руб.

Установки - 0,5 млрд. руб.



# Разработка перспективной программы РАН по физике фундаментальных свойств материи

## □ Девять тематических разделов:

1. Теоретическая физика
2. Физика элементарных частиц / физика высоких энергий : **MPD, SPD, СПАСЧАРМ, Комптон,  $\pi$ -канал**
3. Физика нейтрино и космических излучений
4. Релятивистская ядерная физика
5. Ядерная физика малых и средних энергий (включая физику тяжелых ионов) : **ИРИС, ИРИНА, ПИТРАП, МАП, Мал.угл, ГНЕЙС**
6. Физика ускорителей : **модернизация СЦ1000, каналирование**
7. Высокопроизводительный компьютеринг
8. Физика детекторов и детекторные технологии : **детекторы тепловых нейтронов кассетного типа на тонкопленочном обогащенном конвертере из карбида бора.**
9. Сопутствующие технологии, включая медицинскую физику, радиационную биологию, высокотемпературную сверхпроводимость, умную электронику и др.:  **$\mu$ SR**



## Оглавление

ПАСПОРТ .....	3
I. Основные термины и сокращения, используемые в Программе .....	8
II. Состояние исследований физики фундаментальных свойств материи в Российской Федерации .....	9
III. Цели Программы .....	21
IV. Научные направления реализации Программы .....	21
1. Природа сильных взаимодействий в физике элементарных частиц и атомных ядер .....	22
2. Поиск новых элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий .....	26
3. Исследование процессов с экстремальным энерговыделением во Вселенной и связанной с ними фундаментальной физики .....	30
4. Применение методов физики фундаментальных взаимодействий в других областях знания, промышленности и медицине .....	34
V. Подготовка нового поколения специалистов мирового уровня .....	38
VI. Механизм реализации Программы .....	42
VII. Мероприятия Программы .....	45
VIII. Финансовое обеспечение реализации Программы .....	48
IX. Целевые индикаторы и показатели Программы .....	48
X. Ожидаемые результаты реализации Программы .....	49
XI. Возможные риски .....	50



ПРОЕКТ

Программа развития исследований физики  
фундаментальных свойств материи  
в Российской Федерации на 2026-2032 годы



2025 г.



- **Цель программы** - ускоренное развитие в РФ фундаментальных и прикладных исследований в области физики фундаментальных свойств материи, получение прорывных научных результатов, обеспечивающих присутствие РФ в числе стран-лидеров в этом направлении науки, развитие исследовательской инфраструктуры, создание условия для подготовки высококвалифицированных научных кадров.
- **Целевые индикаторы и показатели программы:** программа призвана обеспечить получение принципиально новых результатов исследований физики фундаментальных свойств материи, необходимых для создания прорывных технологий, создание и развитие исследовательской инфраструктуры в Российской Федерации, а также создание условий для проведения исследований физики фундаментальных свойств материи на мировом уровне.
- **Ключевые соисполнители Программы:** институты РАН, университеты, ОИЯИ, НИЦ «Курчатовский институт», ГК «Росатом»
- **Срок реализации Программы:** 2026 -2032 г.г.,
- **Объемы финансирования Программы:** 201 410 млн. руб.
- **Источники финансирования:** бюджет ОИЯИ (26,7 Г₽), фед. бюджет (159,7 Г₽), внебюд. источники (2,2 Г₽), ГК «Росатом» (12,9 Г₽), гос. программа «Научно- технологическое развитие РФ» (2,2Г₽) - **всего 201,4 Г₽**



## ТИЯФ упоминается

- В главе 4, раздел 2 «Поиск новых элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий»
  - «Проекты поиска электрического дипольного момента нейтрона и измерения асимметрии в нейтронных распадах на реакторном комплексе ТИК(ТИЯФ НИЦ КИ).
  - «Эксперименты по изучению реакторных нейтрино. Эксперименты DANSS, iDREAM, NuGEN, RED-100 (КЛЭС), эксперименты Нейтрино-4, Нейтрино-4+ (НИИАР)»
- В главе 4, раздел 4 «Применение методов физики фундаментальных взаимодействий в других областях знания, промышленности и медицине», подраздел «Разработка и развитие сопутствующих технологий»
  - ТИЯФ НИЦ КИ планирует создание комплекса для развития спектromетрии материалов с помощью пучка поляризованных мюонов.





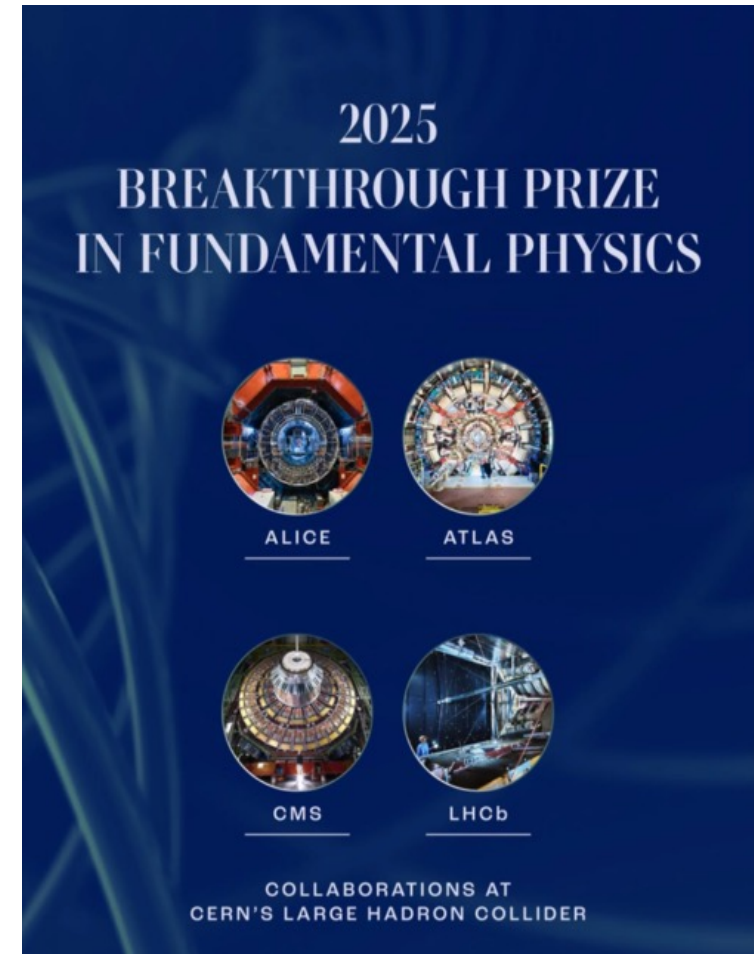
# Экспертное заключение ТИЯФ на ПФСМ

- В главе 4 предлагается выделить еще одно направление «Изучение структуры и основных характеристик атомных ядер» и дать информацию:
  - об исследованиях проводимых в НИЦ КИ - ТИЯФ по изучению характеристик ядер на установках ИРИС на синхроциклотроне СЦ-1000, ИРИНА и ТИТРАТТ на реакторном комплексе ТИК,
  - об изучении процессов вынужденного деления ядер на установке ГНЕЙС.
  - исследования по изучению процесса столкновений поляризованных ядер дейтерия на установке POLFUSION.
- В главе 4 не упомянуты работы выполняемые в НИЦ КИ - ТИЯФ по разработке инновационных методов получения радионуклидов для научных исследований, медицины и промышленности, а также работы в области протонной терапии на синхроциклотроне СЦ-1000 и циклотроне Ц-80.
- В главе 4, раздел 4 упомянута установка  $\mu$ SR - «НИЦ КИ - ТИЯФ планирует создание комплекса для развития спектроскопии материалов с помощью пучка поляризованных мюонов». Для того, чтобы эта установка продолжала работать и развиваться необходима модернизацию синхроциклотрона СЦ-1000.



# Премия Breakthrough in Physics

- Ежегодная научная премия, присуждаемая за значительные достижения в области фундаментальной физики. Премия вручается в трёх категориях: «Фундаментальная физика» (\$3 000 000), «Передовая линия физики» (\$100 000) и «Новые горизонты физики» (\$100 000). Учреждена в 2012 г. российским предпринимателем, совладельцем Mail.ru Group Юрием Мильнером.
- 2013 Специальная премия за ведущую роль в научном проекте, приведшем к открытию частицы, похожей на бозон Хиггса получили учёные ЦЕРН: Питер Йенни (ATLAS), Фабиола Джанотти (ATLAS), Мишель делла Негра (CMS), Теджиндер Сингх Вирди (CMS), Гвидо Тонелли (CMS), Джо Инкандела (CMS), Лин Эванс (LHC).
- 5 апреля 2025 года в Лос-Анджелесе, четыре коллаборации, объединяющие тысячи исследователей из более чем 70 стран, работающих на LHC (Большом адронном коллайдере), были удостоены премии Breakthrough Prize in Fundamental Physics 2025. Премию вручили представителям, которые руководили коллаборациями в июле 2024 года.

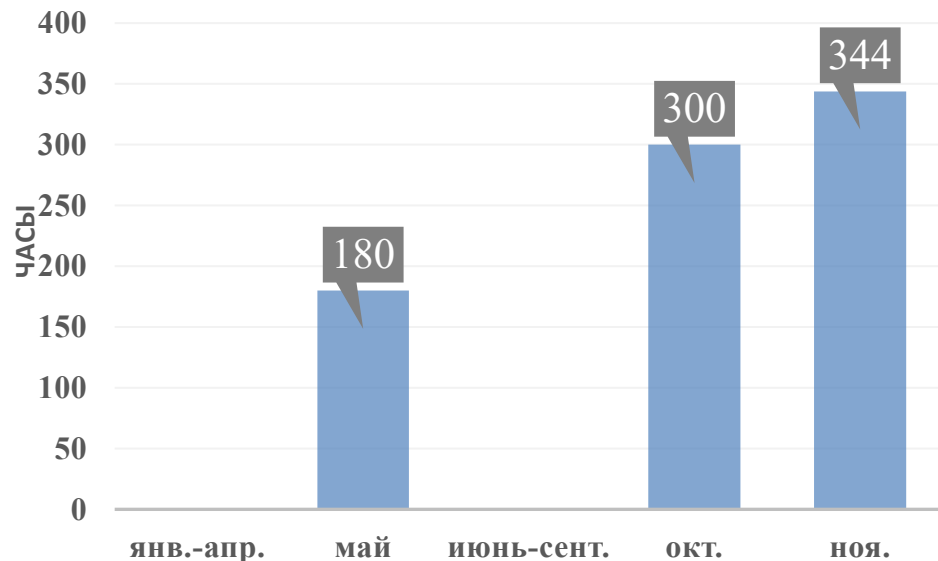




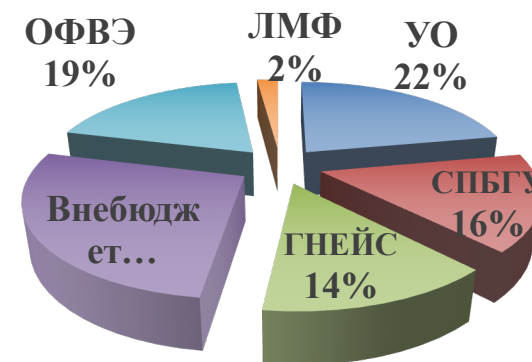


# Синхроциклотрон ТИЯФ СЦ-1000

824 часа



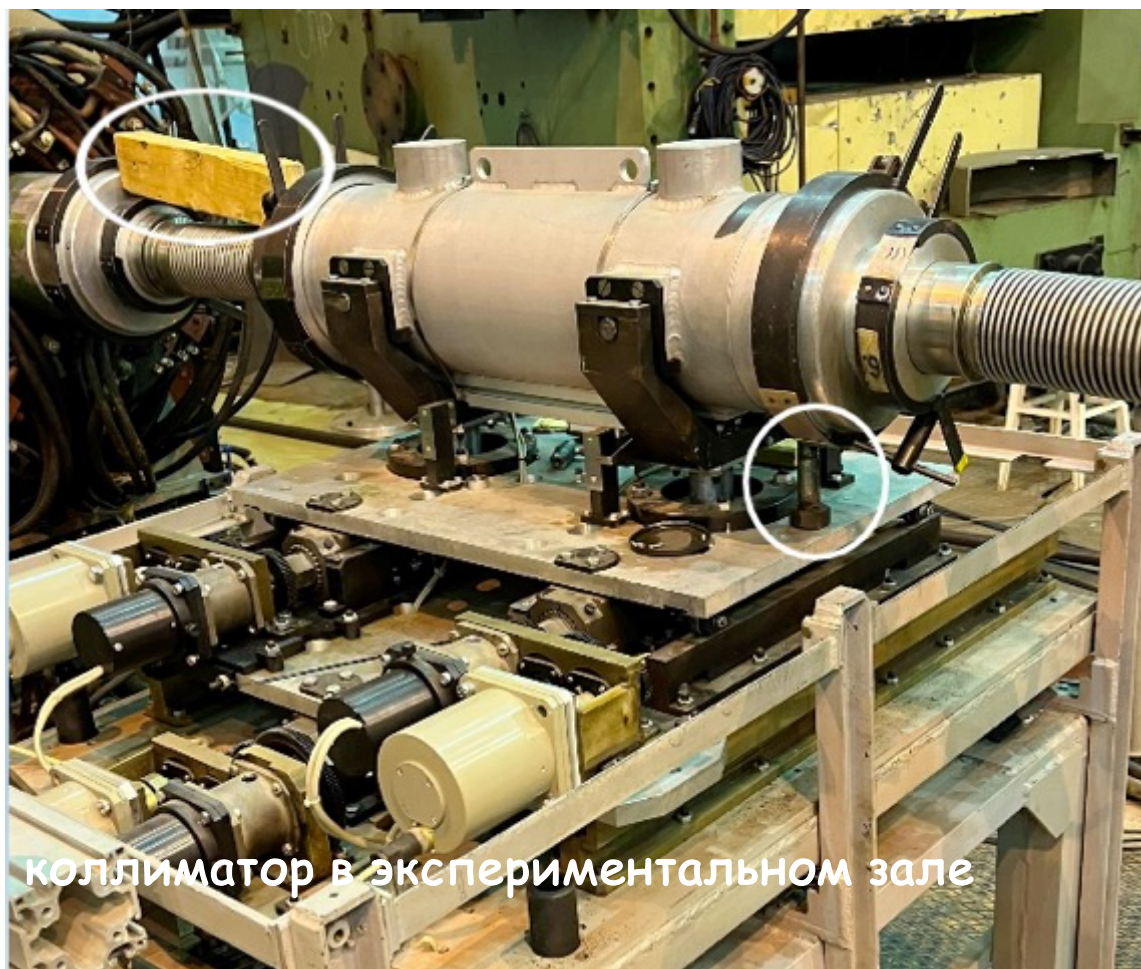
- ❑ Вывод протонного пучка:  $K=30\%$ ,  $E=1$  ГэВ,  $\Delta E/E=1\%$
- ❑ Интенсивность выведенного протонного пучка:  $\sim 14$  БИК ( $0.5 \mu A$ ;  $3 \times 10^{12}$ )
- ❑ «Растяжка» выведенного протонного пучка: с 300 мкс до 8 мс
- ❑ Интенсивность с растяжкой  $\sim 9$  БИК (Такая интенсивность не годится для работы  $\mu SR$  установки ранее до 19-20 БИК)





Будущее Отделения зависит от стабильной работы СЦ-1000. Для получения новых результатов физикам нужно несколько раз в год выходить на пучок.

Практически все системы ускорителя требуют либо ремонта либо замены



коллиматор в экспериментальном зале



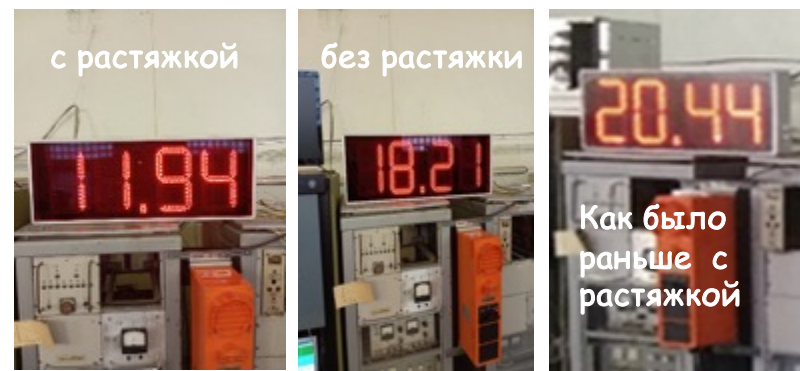
коллиматор в экспериментальном зале

# $\mu$ SR установка на СЦ-1000

Лаборатория мезонной физики (рук. С. И. Воробьев)

- Интенсивность пучка с растяжкой пока не позволяет продолжить исследования
- Ведутся работы по модернизации криогенного оборудования:
  - криогенератора:
    - изменять температуру исследуемых образцов в диапазоне 25 - 300 K;
    - стабильно работать при высоких температурах (200 - 300 K);
    - исключить потери гелия 20% (криогенная станция)
    - экономия ускорительного времени (автономная работа- без захода в зал и смены дьюара).
  - криомагнетрометра

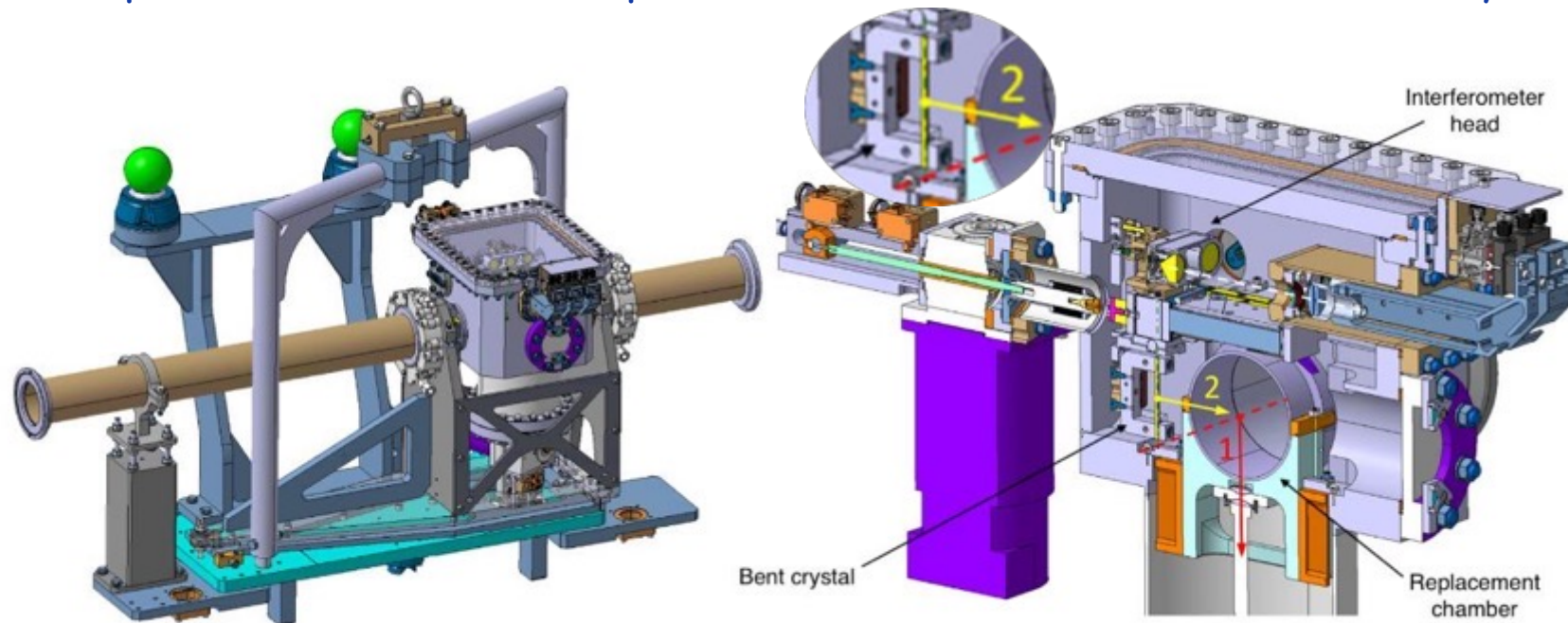
## Интенсивность пучка СЦ-1000





Лаборатория кристаллооптики заряженных частиц (рук. Ю. И.Иванов)

- ❑ Из-за нестабильной работы синхроциклотрона новых результатов нет
- ❑ Основные работы в 2025 г:
  - развитие и улучшение программы моделирования взаимодействия протонов высоких энергий с кристаллами;
  - Расчеты оптимальных параметров кристаллов для получения пучков;
  - подготовка прототипов кристаллических дефлекторов;
  - изучение и расчеты возможных схем вывода пучка из камеры синхроциклотрона СЦ-1000;
  - результаты доложены на конференциях "Nucleus-2025", "RuPAC 2025", "Open Science 2025".
- ❑ В 2025 году в журнале Phys. Rev. AB опубликованы результаты многолетней работы по реализации системы кристаллической коллимации ионных пучков ЛНС.



Лаборатория криогенной и сверхпроводящей техники (рук. А. А. Васильев)

Исследование реакции слияния поляризованных дейтронов в диапазоне энергий от 10 до 100 кэВ

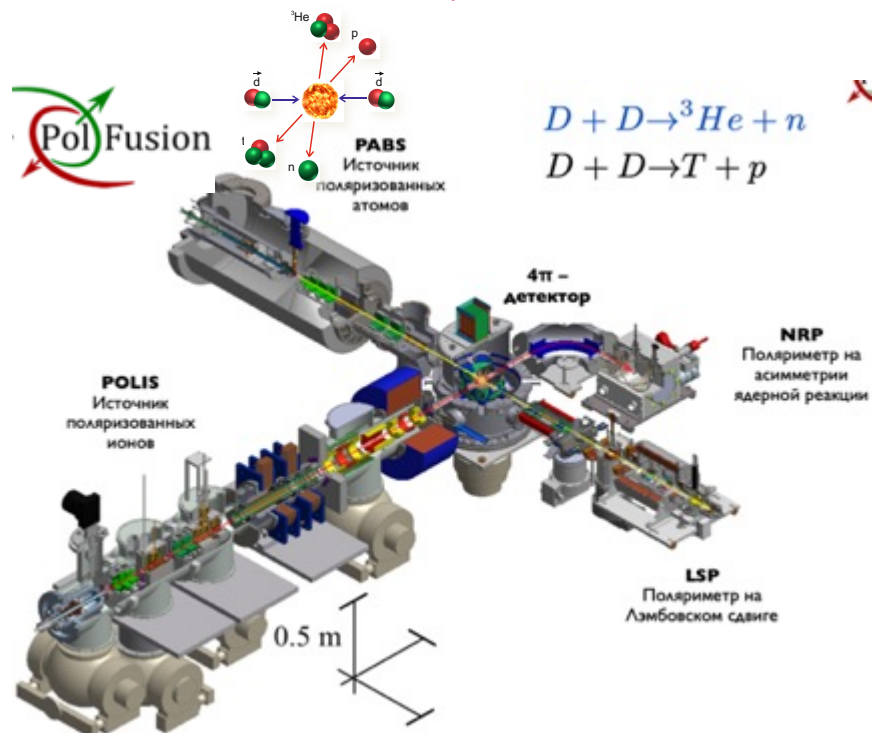
## Проблема: низкая интенсивность атомарного и ионного пучков

- источник поляризованных атомов дейтерия  $5 \times 10^{15}$  (лучшие  $4 \times 10^{16}$ );
- источник поляризованных дейтронов ток  $5 \mu\text{A}$  (лучшие  $50 \mu\text{A}$ )

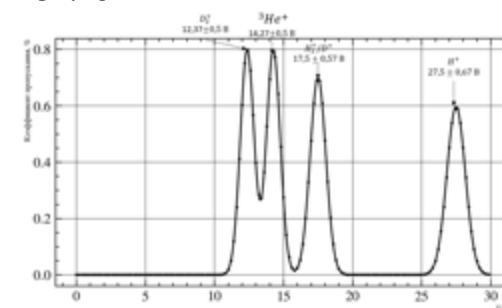
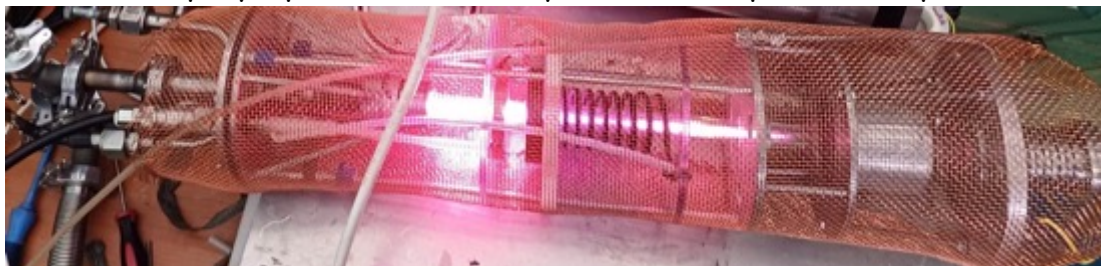
## Причина: в низковольтном высокочастотном (13,6 МГц) генераторе используемом в диссоциаторе 500W/158 V. Нужен 500W/1500 V

## Разработан масс спектрометр для оптимизации атомарного пучка с использованием масс фильтра Вина

- Ионизация электронным ударом при энергии электрона 100eV
- Система детектирования ионов - ячейка Фарадея.
- Энергия ионов 100 eV.
- Магнитное поле 220 Гс

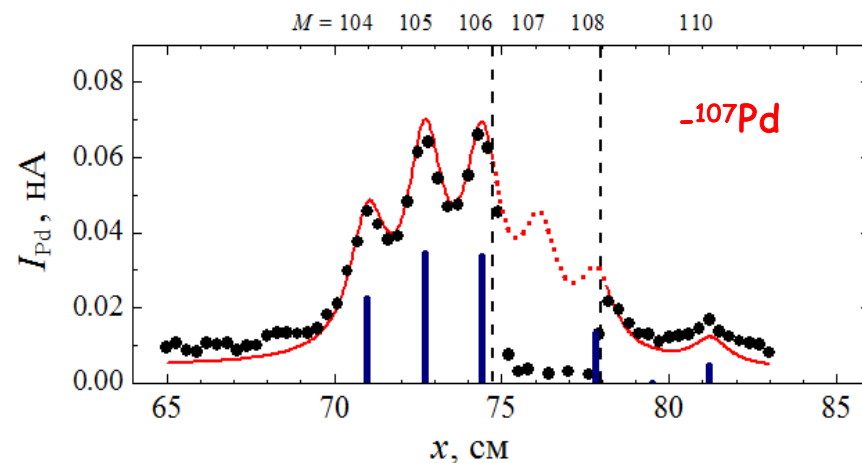
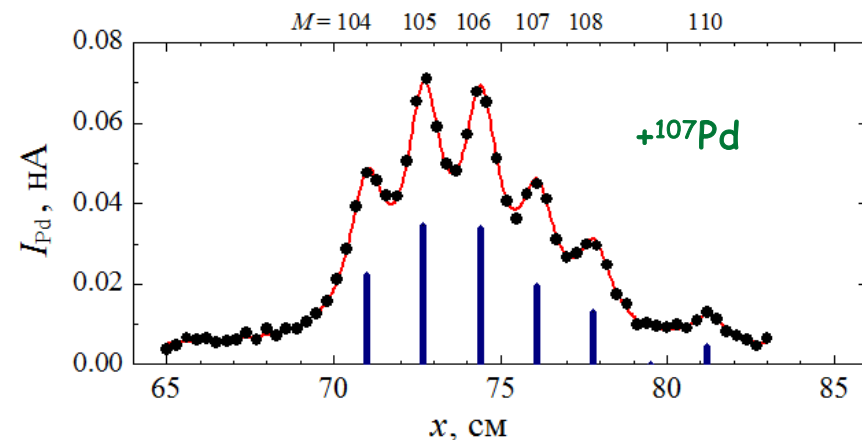


Диссоциатор - устройство для получения атомарного водорода или дейтерия





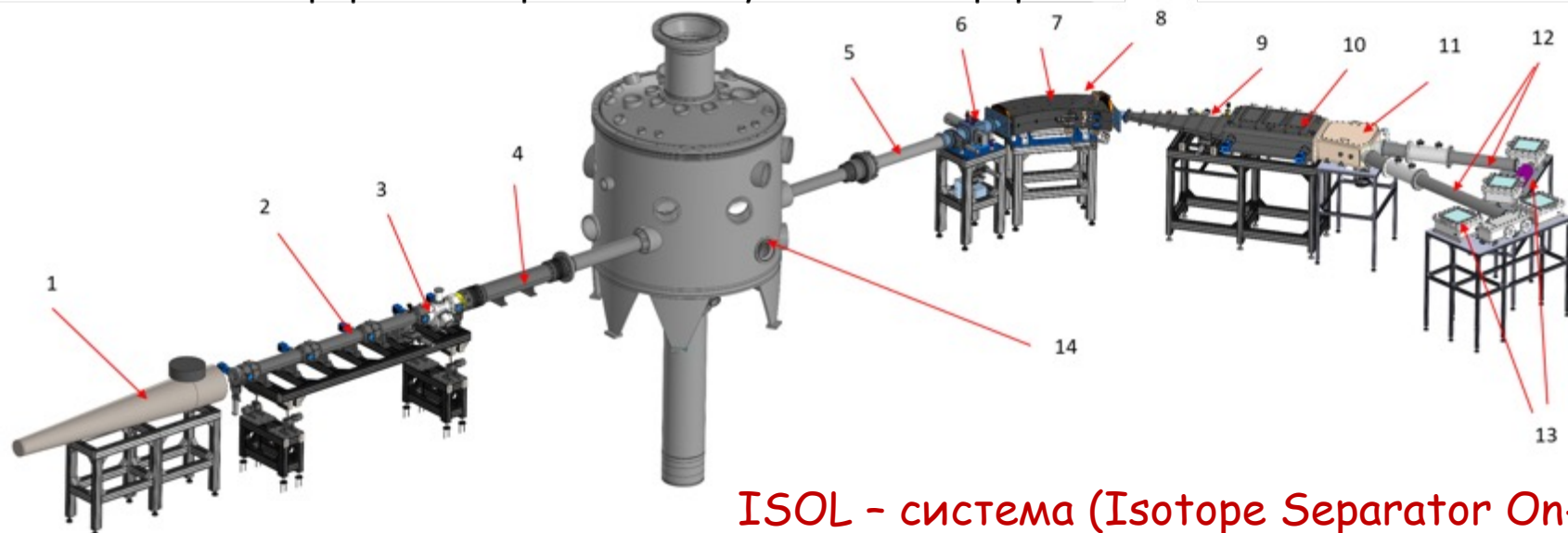
- ❑ **Что делать с ОЯТ?** В России из реакторов АЭС ежегодно выгружают около 650 т ОЯТ 85% - промежуточное хранение, 15% - переработка
- ❑ **Цели переработки ОЯТ:**
  - получить из ОЯТ делящиеся материалы: Pu-239, U-235, Pu-241, U-233
  - извлечь из продуктов деления ( $\approx 70$  изотопов 25 элементов) элементы, представляющие коммерческий интерес: металлы платиновой группы (МТПГ) - Ru, Rh, Pd
- ❑ **Метод лазерного разделения изотопов не эффективен для изотопов палладия**
  - малая величина изотопических сдвигов палладия по отношению к спектральной ширине излучения лазеров и доплеровскому уширению линии поглощения атомов
  - сверхтонкого расщепления оптических линий изотопов с отличными от нуля моментами ядер
- ❑ **Метод электромагнитной сепарации (ЭМС).**
  - ✓ ионный источник
  - ✓ электростатическая система ускорения и формирования пучка ионов
  - ✓ магнитный масс-анализатор
  - ✓ система формирования и транспортировки пучка масс-сепарированных ионов





Лаборатория короткоживущих ядер (рук. П. Л. Молканов)

- ❑ ИРИНА (Исследование Радиоактивных Изотопов на Нейтронах) - масс-сепараторный комплекс для получения и исследования ионных пучков экзотических изотопов на пучке нейтронов реактора ТИК
- ❑ Установка обеспечит **самые высокие выходы нейтронно-избыточных ядер** в области от  $^{25}\text{Mn}$  до  $^{68}\text{Er}$  среди всех ISOL-установок что позволит проводить исследования:
  - $\alpha$ -процессов:  $T_{1/2}$  и ветки распада экзотических ядер
  - сосуществование форм при  $28 < N < 40$
  - оболочечных эффектов при  $N=50$  (Ni) и  $N=82$  (Sn)
  - одночастичных состояний при  $N=50$ ,  $Z=28$  и  $N=82$ ,  $Z=50$  (возможно новое магическое число при  $N=90$ )
  - области деформации при  $N > 60$ , октупольная деформация около  $A=150$ .



ISOL - система (Isotope Separator On-Line)



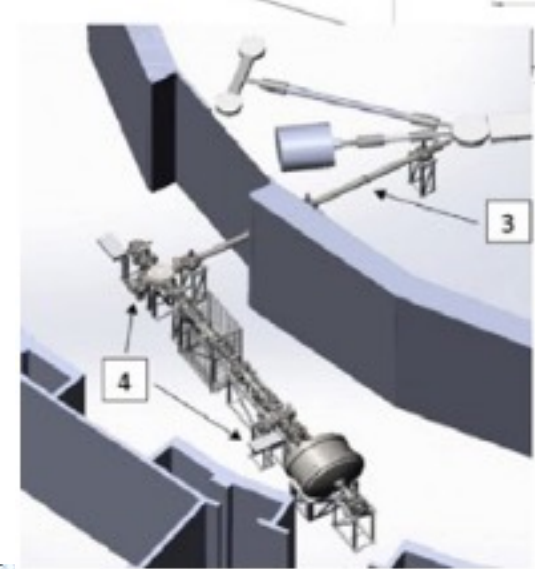


# Проект MRTOF спектрометра на реакторе ПИК



Лаборатория физики экзотических ядер (и.о. рук. Ю. И. Гусев)

- Проект ПИТРАП - масс-спектрометрический комплекс ПИТРАП спектрометр-ловушка Пеннинга предназначен для прецизионного (несколько кэВ) измерения масс большого массива ядер, удаленных от долины  $\beta$ -стабильности в нейтронно-избыточную область.
- Реализация проекта позволит получать уникальную информацию по физике ядра и ядерной астрофизике так, массы соответствующих нейтронно избыточных нуклидов являются ключевой характеристикой, определяющей ход астрофизического  $r$ -процесса



## Многоотражательный время-пролётный масс спектрометр

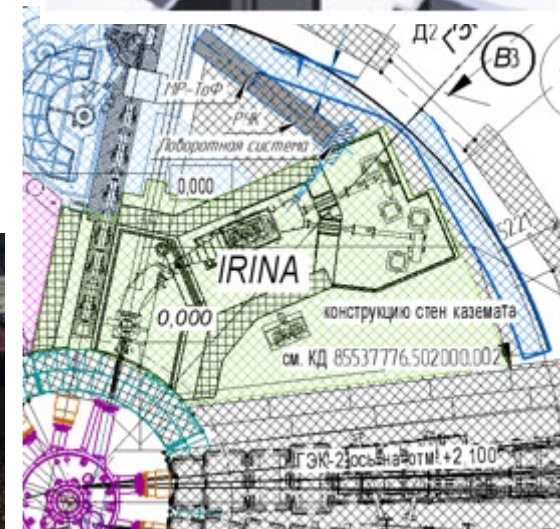
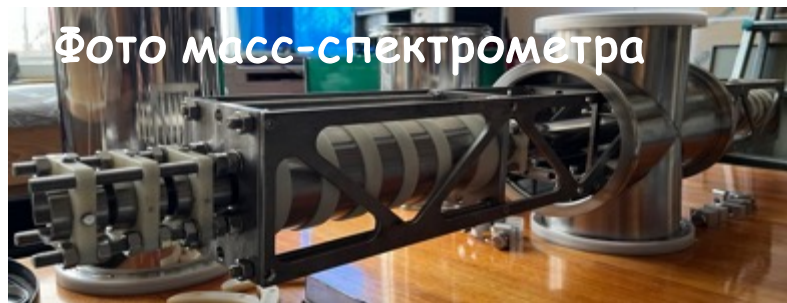


$$t = L \sqrt{\frac{m}{2E_{\text{kin}}}}$$

$m$  – масса иона

$L$  – длина пролёта

Фото масс-спектрометра

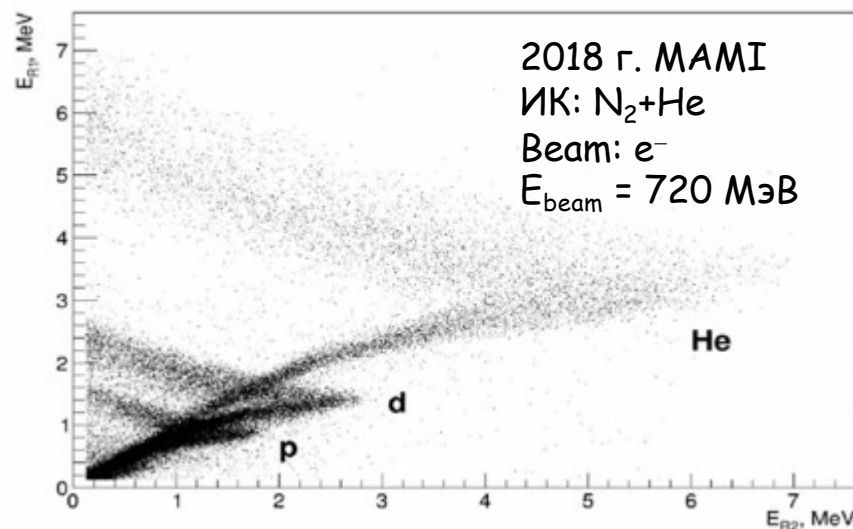
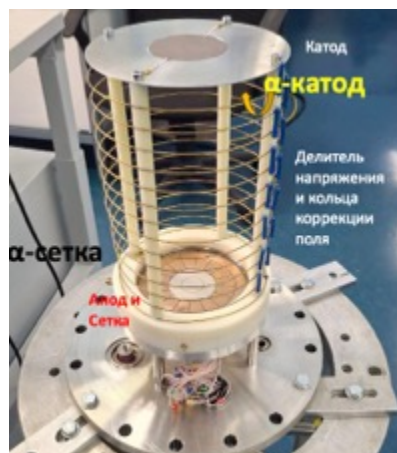
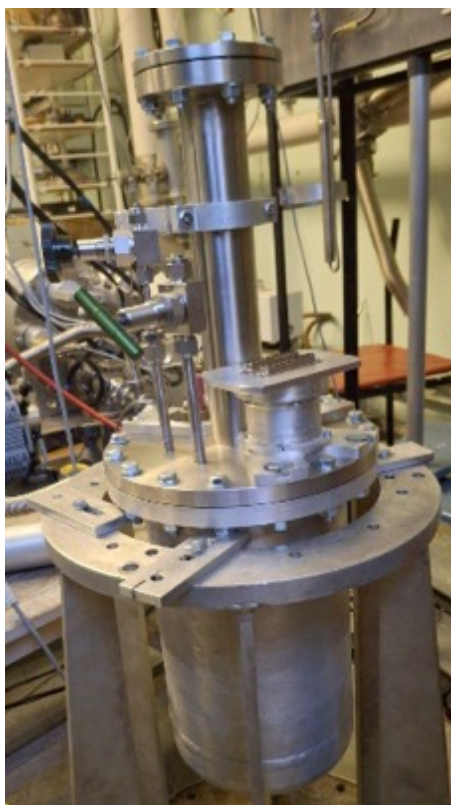




# Измерение сечения выбивания нуклонов и кластеров из ядер

Лаборатория барионной физики (рук. А. А. Дзюба)

- Цель: Измерение дифференциальных сечений выбивания протонов и кластеров (дейтронов и ядер гелия) на различных газовых мишенях ( $\text{He}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{Ar}$ ) при различных энергиях электронного пучка



Минимальная конфигурация установки

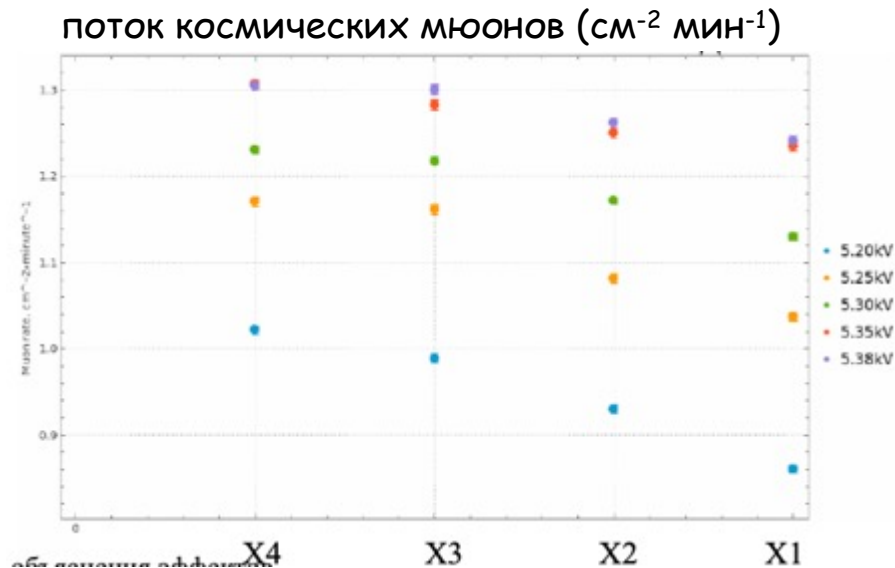
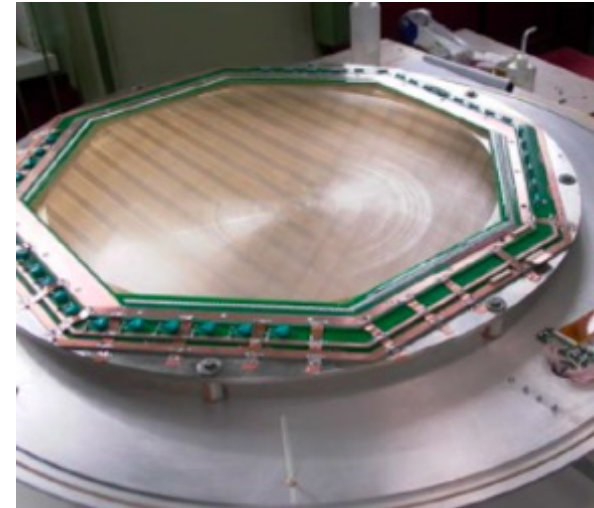




# Эксперимент «Протон»

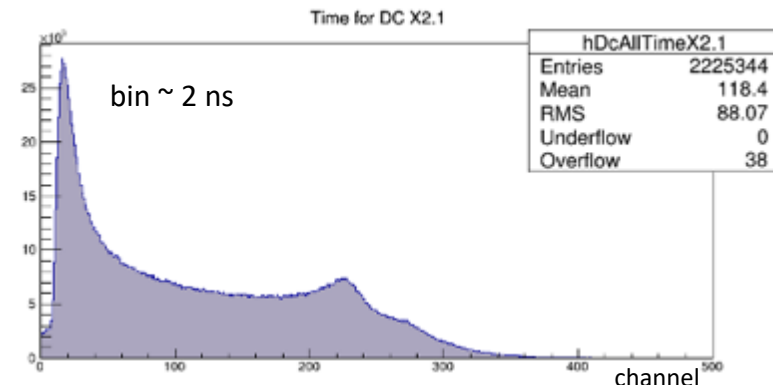
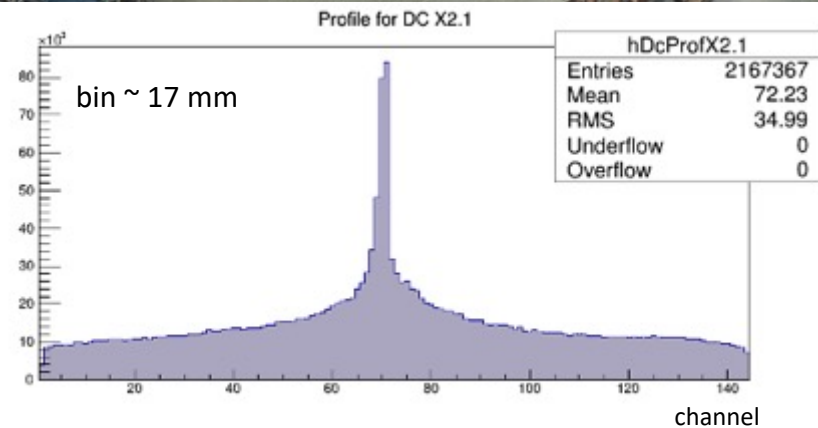
координатор П. В. Кравченко

- **Цель:** Прецизионное измерение зарядового радиуса протона в эксперименте по упругому рассеянию электрона на протоне
  - активная мишень (TPC): водородная время-проекционная камера высокого давления (20 бар)
  - трековая система (FT): 8 МПК с катодным съемом информации.
- В 2022 году была собрана первая тестовая сборка.
  - 3 тестовых сеанса 96%Ar+4%CH<sub>4</sub> P=1, 20 bar
  - Cosmic trigger
  - 5 пропорциональных камер: 4 X+1Y
- В 2024 году получены данные для мюонов под углом 30 градусов – разрешение камер 75 мкм





- ❑ Исследование поляризационных явлений в эксклюзивных и инклюзивных адронных реакциях в области энергий до 45 ГэВ
- ❑ Участие ПИЯФ:
  - пропорциональные камеры 200x200 мм (3 камеры X-Y). - ОТД
  - дрейфовые камеры (ОДИ+ЛМФ)
    - X - 3 камеры 1632x2448 мм (2 камеры доставлены в ИФВЭ и успешно работают)
    - Y - 1 камера 1670x2510 мм
  - Участие в сменах (ЛМФ)
- ❑ Участники от ПИЯФ:
  - Козленко Н.Г., Новинский Д.В., Гриднев А.Б., Тараканов В.И., Козлов В.С., Андреев В.А.







ARIADNA

BM@N

MPD

SPD

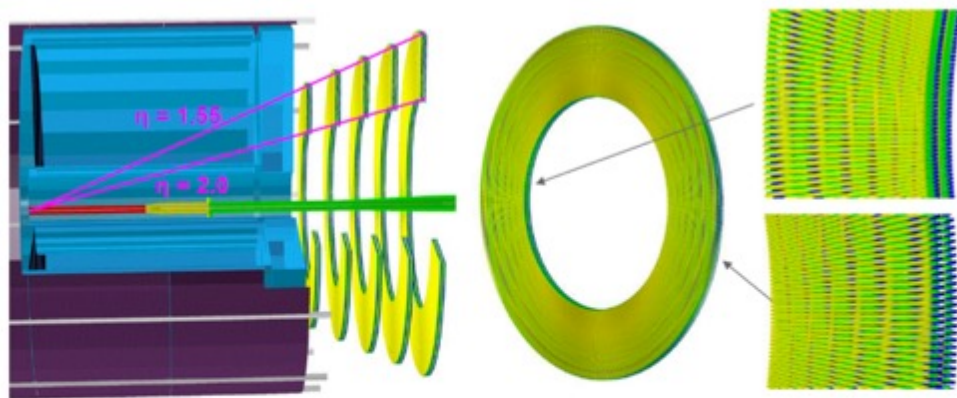
Участие ОФБЭ @ NICA

NICA

ACCELERATOR COMPLEX

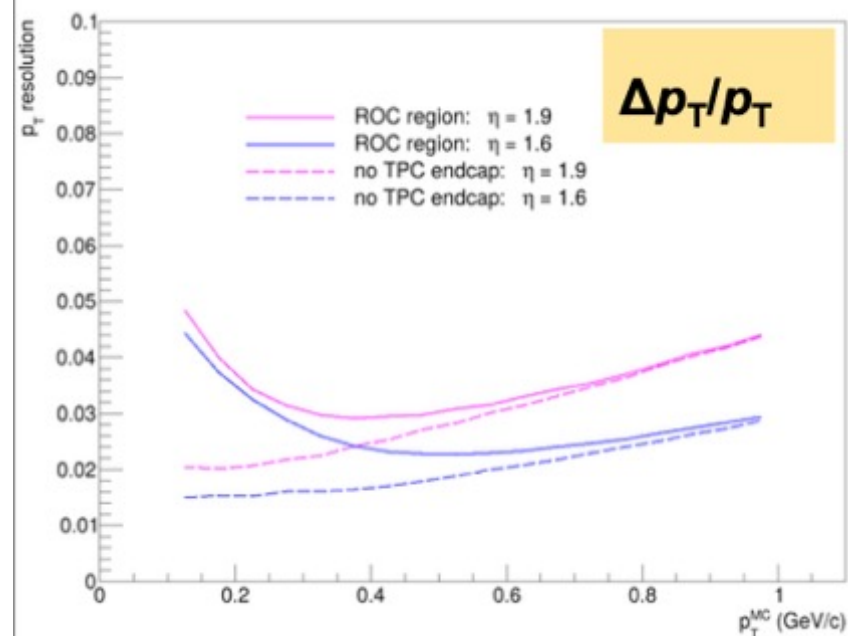


- ❑ Отделение участвует в **MPD** в соответствии с **MoU** подписанным в 2021 г сроком на 1 год и продленным (как минимум до 2026 года) в 2023 году специальным дополнением.
- ❑ **Spokesperson MPD** - в.н.с. ОФВЭ. **В.Г.Рябов**
- ❑ 26 сотрудников ОФВЭ участвуют в коллаборации **MPD**. **рук. Ю. Г. Рябов.**
- ❑ **Задачи в 24г:**
  - исследование возможностей спектрометра **MPD** производить отбор событий в различных сталкивающихся системах при различной энергии;
  - исследование эффективности реконструкции и разрешения по массе резонансов в столкновениях тяжелых ионов
  - разработка концепции форвардного детектора.



- $R_{min}$  from 58 to 82 cm,  $R_{max}$  from 95 to 134 cm.  $\Delta R$  from 37 to 52 cm
- 6 layers per station with **RUV** stereo angles: 0, +7°, -7°, 0, +7°, -7°
- Distance between straw centers: 6 mm at  $R_{min}$  → ~9.8 mm distance at  $R_{max}$
- Number of straws per layer from 606 to 860 → Total for 2 sides: ~43968 channels

- Radiation length ~ 0.1 - 0.15% per station
- Better than initial estimates assuming 0.2% per station

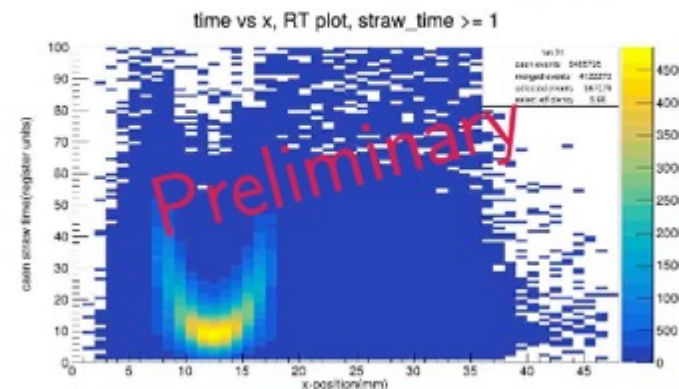




- ❑ MoU об участии ПИЯФ в SPD согласован в КИ но до сих пор не подписан.
- ❑ Spokesperson SPD – зав.лаб. ФЭЧ ОФВЭ. В.Т. Ким.
- ❑ 16 сотрудников ОФВЭ участвуют в коллаборации SPD. рук. В. Т. Ким.
- ❑ Задачи в 24г:
  - участие в разработке и создании центрального трекера на базе дрейфовых трубок (R&D front-end электроника, R&D изготовление дрейфовых трубок, моделирование отклика трубок в пакете SPDRoot, тестовые измерения с прототипами на пучках);
- ❑ В 2025 г проведены тестовые измерения с прототипом на СЦ-1000



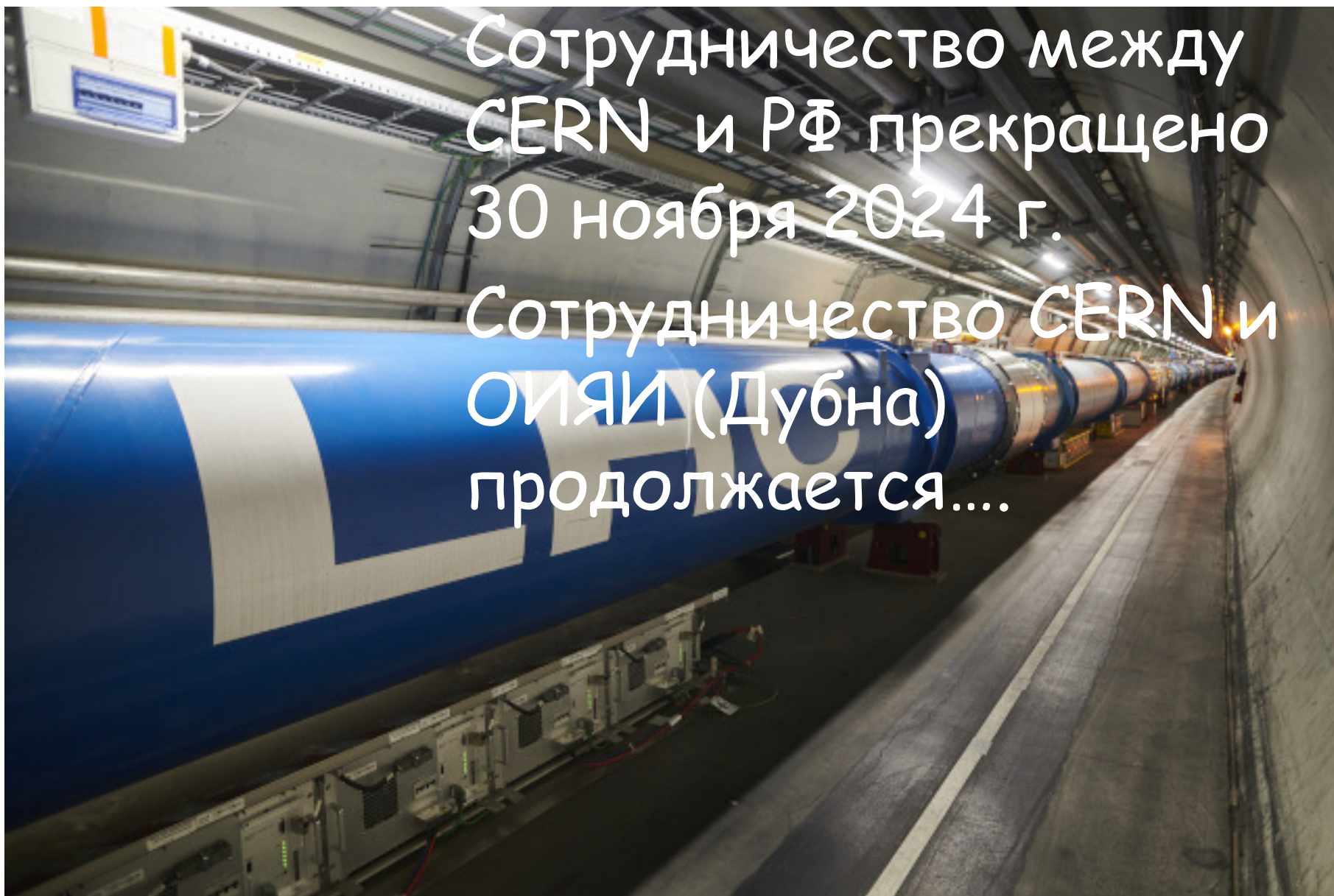
Зависимость времени дрейфа от проложения трека R(T)





Сотрудничество между  
CERN и РФ прекращено  
30 ноября 2024 г.

Сотрудничество CERN и  
ОИЯИ (Дубна)  
продолжается....





- По согласованию с коллаборациями и с МинОбр (и следовательно с КИ, как координатором работ в ЦЕРНе) в 2025 и 2026 гг. во всех коллаборациях продолжают работать "аспиранты" и их научные руководители для того чтобы довести работу до защит диссертаций.
- В 2025 г. сохранялось авторство российских специалистов в публикациях LHC коллабораций. В 2026 г. авторов из российских институтов не будет.
- **Парадокс:** В соответствии с тем. планом института и ГЗ в 2026-2029 гг по теме 10 установлен показатель эффективности по публикациям ~170 публикаций ежегодно !!!!





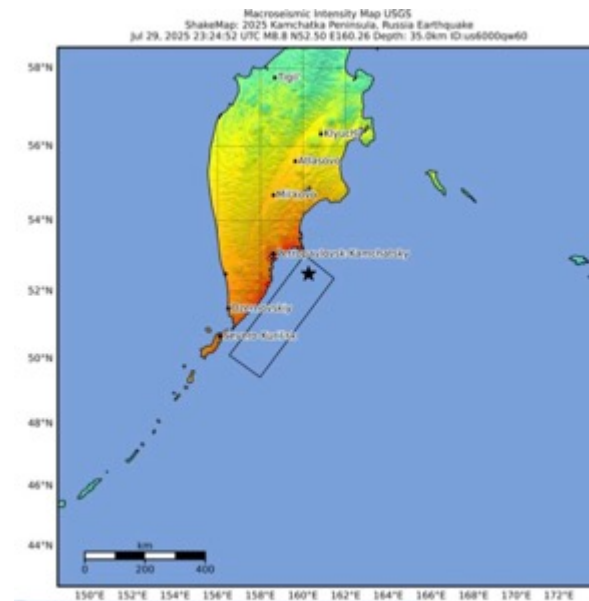
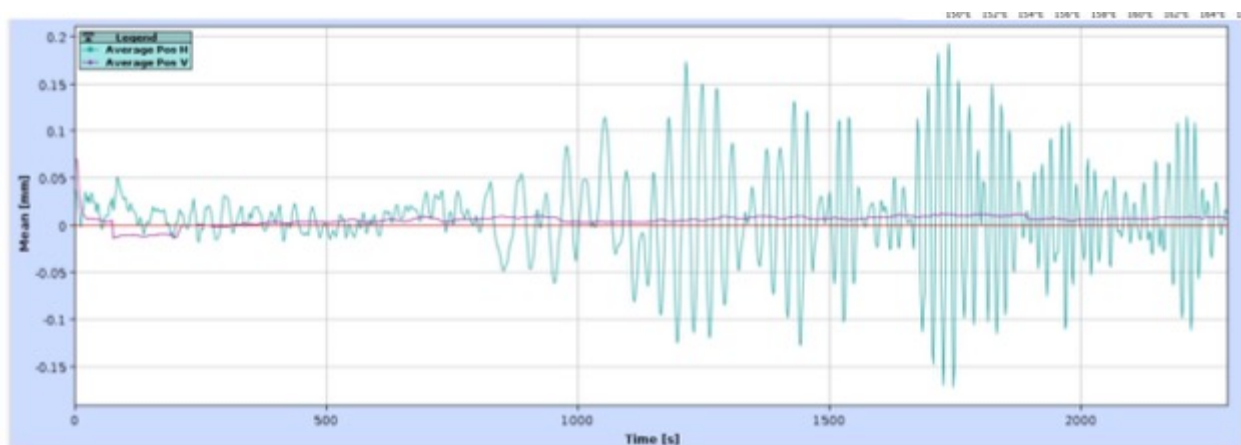
# LHC статус

- 2025 Run III - предпоследний год и последний полный год набора данных
- LHC работает на 2х от проектной светимости
- Впервые сталкивались легкие ионы (p-O, O-O, Ne-Ne)
- Запланированная пр светимость превышена:  $125 \text{ fb}^{-1}$  доставлено ATLAS/CMS;  $12.5 \text{ fb}^{-1}$  - LHCb; и  $53.5 \text{ pb}^{-1}$  - ALICE.
- Тяжелые ионы: запланированная светимость превышена: доставлено  $2.9 \text{ nb}^{-1}$  (CMS)

(half)attobarn era,  $0.51 \text{ ab}^{-1}$  (ATLAS/CMS) за все время работы LHC

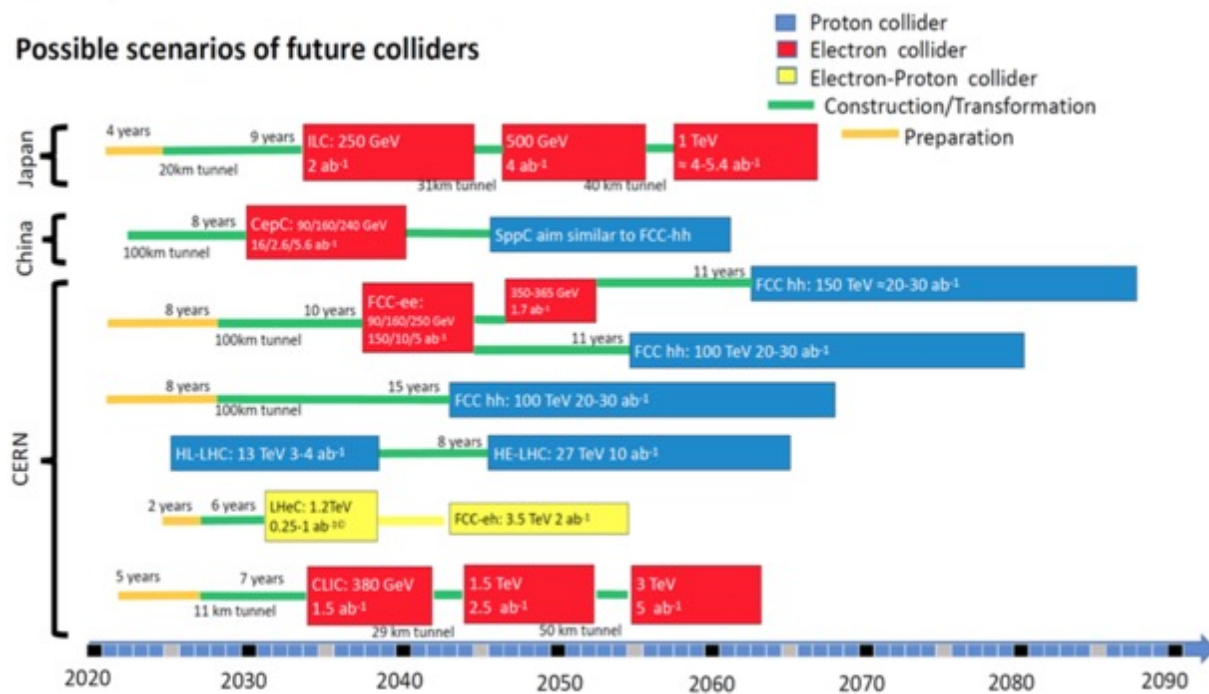


- ❑ В июне 2026 г. завершается Run III.
- ❑ LHC "вернется" в 2030 (Run IV - 2030-2033 гг) уже как High Luminosity - LHC.
- ❑ HL-LHC закончит свою миссию в 2040 ( $\sim 14$  TeV,  $3-4 \text{ ab}^{-1}$ )
- ❑ 9 июля LHC зафиксировал землетрясение на Камчатке: магнитуда 8.8, осцилляция орбиты до 250 мкм в LHC, продолжавшаяся  $\sim 25$  минут. Более слабые эффекты наблюдались в течении 4х часов.



## Future Circular Collider

- 2020: начато изучение целесообразности FCC
- 2024-2025: стартовало геологическое изучение пород во Франции и Швейцарии;
- 2025: выпущены 3 тома отчета Future Circular Collider Feasibility Study Report
- 2027 - 2028: Решение CERN Member States и международных партнеров
- 2030e: Начало строительства
- Середина 2040х: Начало эксплуатации FCC-ee (примерно 15 лет, ~ 90 - 360 GeV)
- ~ 2070: FCC-hh, Начало эксплуатации (примерно 25 лет, 100 TeV ~ 30  $\text{ab}^{-1}$ )



## CEPC (Circular Electron Positron Collider)

- 2023: CEPC TDR - Accelerator [arXiv:2312.14363]
- 2025: CEPC Reference Detector TDR [arXiv:2510.05260]
- 2027: CEPC EDR и начало строительства
- 2035: конец строительства
- 2035-2053: эксплуатация CEPC ( $ee^+$ : 90 - 360 GeV, H, Z, W,  $t\bar{t}\text{Bar}$ )
- После 2040: CEPC-SppS (Super proton-proton Collider) (pp: 75 - 125 TeV, 10-20  $\text{ab}^{-1}$ )

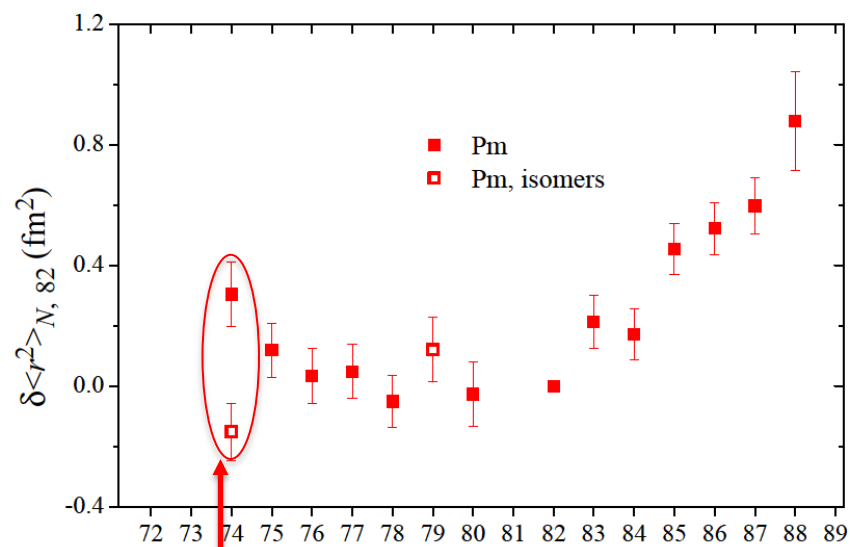
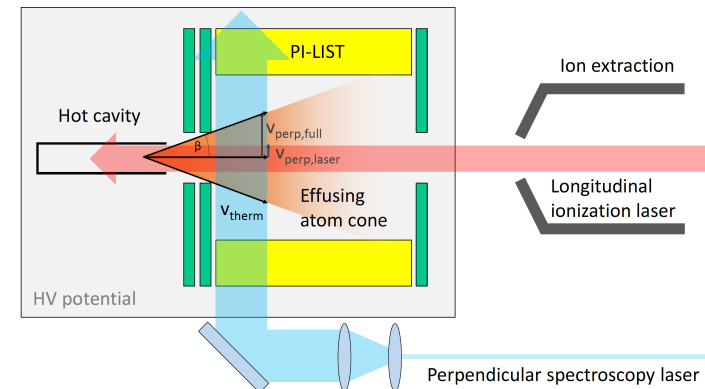




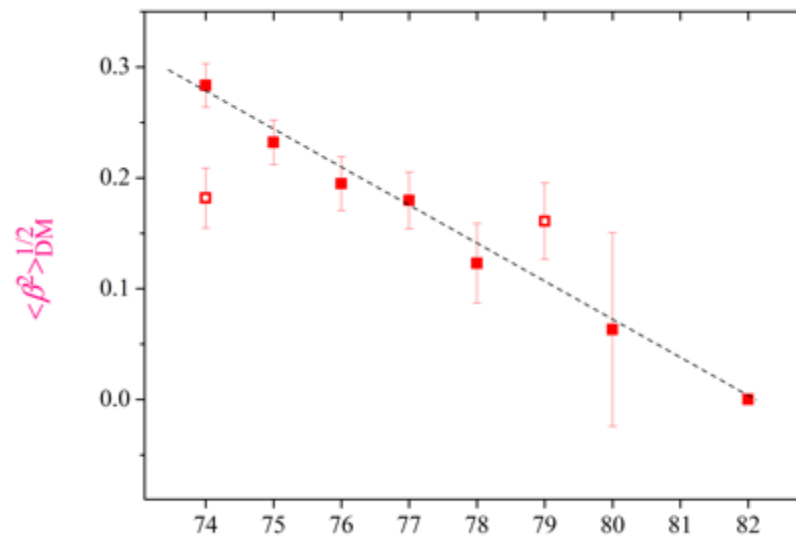
- **ATLAS:** асп. Покидова М. В. + науч. рук. Нарышкин Ю. Г. «Поиск распадов  $H \rightarrow \text{inv}$  в процессе VBF+MET».
- **CMS:**
  - Мурзин В.А.: Manifestation of novel high-energy BFKL QCD evolution in dijets with a large rapidity separation between jets
  - Орешкин В.А.: Dijets with large rapidity separation between jets for search of large dimension gravity (ADD) in transplanckian regime
  - Соснов Д.Е.: Forward rapidity gap events in proton-nucleus collisions at LHC
  - Егоров А.Ю.: Dijets with a large rapidity separation as a probe for new physics beyond Standard Model
- **LHCb: ?**
- **ALICE:** асп. Бурмасов Н. А. + науч. рук. Рябов Ю. Г. (Крышень Е. Л.?) «Фоторождение векторных мезонов в ультрапериферических столкновениях Pb+Pb»

- ❑ **IS770:** Первые исследование изотопов прометия методом лазерной спектроскопии:
- ❑ **Проблемы:**
  - большой фоновый сигнал, обусловленный поверхностной ионизацией изобар редкоземельных элементов, примерно в 100 раз превышающий сигнал при  $A = 135$
  - сложная сверхтонкая структура уровней
- ❑ **Вместо Resonance Ionization Laser Ion Sources (RILIS) предложено использовать Perpendicularly Illuminated Laser Ion Source and Trap (PI-LIST):**
  - разрешения на порядок лучше  $\sim 100\text{--}200$  МГц.
  - потеря эффективности PI-LIST  $\sim 0.01\%$  / RILIS  $\sim 10\%$
- ❑ При извлечении  $\delta\langle r^2 \rangle$  из измеряемых изотопических сдвигов для изотопов Pm обнаружена ошибочность использованных ранее атомных факторов.

координатор А. Е. Барзах



Large isomer shift at  $N = 74$  (shape coexistence)



Наблюдается плавный рост деформации для изотопов Pm при  $N = 82\text{--}74$ , что противоречит имеющимся предсказаниям



рук. О. Е. Маев

## □ Текущие работы:

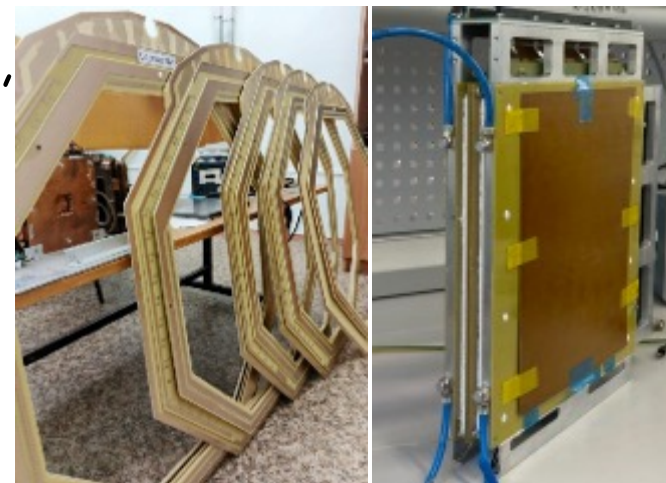
- ИК камера для эксперимента на СЦ-1000;
- Дрейфовые камеры для эксперимента СПАСЧАРМ (ИФВЭ, Протвино);
- Пропорциональные камеры для экспериментов ВЕС/ОКА/СПАСЧАРМ (ИФВЭ, Протвино);
- Пропорциональные камеры для трекера эксперимента «Протон».

## □ Нейтронные детекторы с газовым конвертером $He-3$ (на паузе с конца весны 2025 г):

- детектор УХН для измерения времени жизни нейтрона (А.П. Серебров, РК ПИК)
- Завершено изготовление детекторов УХН установки поиска ЭДМ нейтрона (А.П. Серебров, РК ПИК). Электроника изготавливается в ОРЭ.

## □ Детекторы с тонкопленочным $B_4C$ -конвертером:

- В 2024 г изготовлен монитор для установки спин-эхо SEM на ПИК. В 2025 проведены испытания на пучке рефлектromетра Рефлекс в ОИЯФ





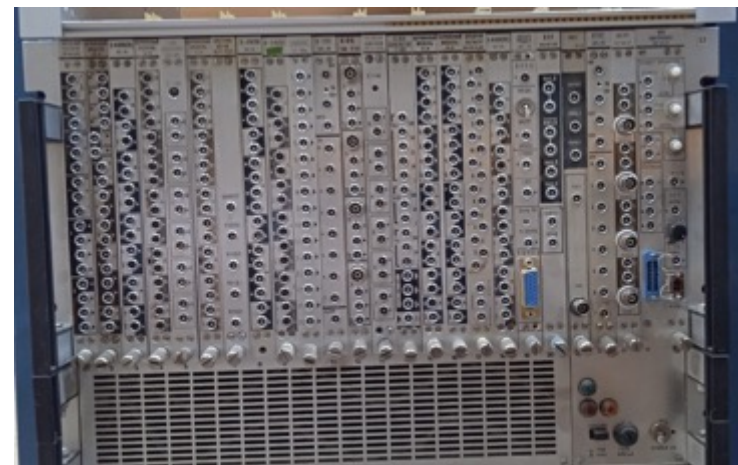
рук. В. Л. Головцов

## □ Эпохи развития ОРЭ:

- 1970-1990 гг. - эпоха создания и внедрения электроники в стандарте КАМАК на отечественной элементной базе для обслуживания «домашних» экспериментов
- 1990-2010 гг. - эпоха создания систем электронных модулей, микропрограммного и программного обеспечения для экспериментов в зарубежных научных центрах на зарубежной элементной базе
- 2010- наши дни - систем электронных модулей микропрограммного и программного обеспечения для обслуживания «домашних» экспериментов на зарубежной элементной базе

## □ Разработки:

- Систем сбора данных на основе уже использованного подхода:
  - состоят из плат (не модулей!), располагаемых вблизи детектора;
  - связь с компьютером либо по Ethernet, либо по USB
- систем распределения высоковольтного питания, и/или многоканальные модули высоковольтного питания (обеих полярностей) для питания газоразрядных детекторов (пропорциональных и дрейфовых камер), фотоэлектронных умножителей (ФЭУ) и микроканальных ФЭУ (МКП-ФЭУ)
  - исполнение в евромеханике для корзины или для стойки, управление по Ethernet;
- программируемых плат для построения триггерной логики на замену модулей в стандарте КАМАК 1980-х годов



12-канальный концентратор



ССВ12





## □ Разработки:

рук. А. Е. Шевель

- эффективных информационно-вычислительных архитектур для содействия научным исследованиям ОФВЭ с дальнейшей передачей забот по эксплуатации в централизованные подразделения Института;
- сценариев применения технологий *машинного обучения* в конкретных условиях.

## □ Поддержка компьютерной инфраструктуры ОФВЭ:

- **ввэб сервер ОФВЭ;**
- **облачное хранилище данных** (<https://lmsys001.pnpi.spb.ru:2180>):
  - > 70 аккаунтов
  - в среднем в день работает 16 человек
- **вычислительный микро кластер pcfarm** (в среднем в день 10 чел).



Active users (1 day) [all] last min avg max  
18 5 16.4979 26



По горизонту



- ❑ Сотрудничество с ЦЕРН и FAIR практически полностью прекращено.
- ❑ Основным направлением деятельности отделения становится участие в экспериментах на коллайдере NICA, на ускорителе У-70 (ИФВЭ) и других научных центрах РФ (ОИЯИ, ИЯФ Новосибирск, НЦФМ Саров и т.д.).
- ❑ Работы на синхроциклотроне СЦ-1000 не смотря на их важность подвержены риску из-за нестабильной работы синхроциклотрона.
- ❑ К сожалению, по прежнему не просматриваются источники финансирования исследовательских работ в области физики частиц.
- ❑ Сокращение квалифицированного кадрового потенциала неизбежно ведет к сокращению направлений исследований.



## *Уважаемые коллеги!*

*Большое спасибо всем за огромную проделанную работу и самоотверженность, проявленную в непростых условиях, в которых мы были вынуждены работать в течение этого года. Ваш вклад в скромные достижения Отделения был крайне важен, и все мы с нетерпением ждем 2026 года, который несомненно принесет нам множество новых вызовов, и я надеюсь новых возможностей. Желаю всем хорошо отдохнуть в конце года, восстановить силы и вернуться полными энергии для будущих свершений в новом году.*

*С наилучшими пожеланиями  
на новогодние праздники.*





С Новым  
Годом!





Все приглашаются на фуршет  
в Малый конференц-зал

