



Отделение физики высоких энергий

ИТОГИ - 2019

О. Л. Федин
Научная сессия ученого совета ОФВЭ
27 декабря 2019 года



Структура ОФВЭ



Ученый совет ОФВЭ

Научный руководитель ОФВЭ
проф., д. ф.-м. н., член-корр. РАН А. А. Воробьев

Руководитель ОФВЭ
к.ф.-м.н. Федин О.Л.

Лаб. физики элементарных частиц
проф., д.ф.-м.н. Алхазов Г.Д.

Лаб. короткоживущих ядер
к.ф.-м.н. Пантелеев В.Н.

Лаб. мезонной физики
профессор, д.ф.-м.н. Сумачев В.В.

Лаб. малонуклонных систем
проф., д.ф.-м.н. Белостоцкий С.Л.

Лаб. рел. ядерной физики
проф., д.ф.-м.н. Самсонов В.М.

Лаб. мезонной физики конд. сред
к.ф.-м.н. Воробьев С. И.

Лаб. криог. и сверхпр. техники
к.ф.-м.н. Васильев А.А

Лаб. крист.-оптики зар. частиц
к.ф.-м.н. Иванов Ю.М.

Лаборатория адронной физики
д.ф.-м.н. Федин О.Л.

Лаборатория физики экз. ядер
проф., д.ф.-м.н. Новиков Ю.Н

Отдел радиоэлектроники
к.ф.-м.н. Головцов В.Л.

Отдел вычислительных систем
с.н.с. Шевель А.Е.

Отдел трековых детекторов
д.ф.-м.н. Крившич А.Г.

Отдел мюонных камер
с.н.с. Козлов В.С.

Опытное производство
с.н.с., к. ф.-м.н.
гл. инж. ОФВЭ Гаврилов Г.Е

Научные подразделения

Научно-технические подразделения



Руководство ОФВЭ



А. А. Воробьев



научный
руководитель
ОФВЭ

О. Л. Федин



руководитель
ОФВЭ

А. А. Васильев



зам. руководителя
по научной работе

В. Т. Ким



зам. руководителя
по научной работе

И.А. Логинова С. Н. Александрова



зам. руководителя
по общим вопросам



Помощник зам.
руководителя по
общим вопросам

Л.Ф. Никитина



помощник
руководителя по
научным связям

А. А. Дзюба



помощник
руководителя
по молодежи



Руководство ОФВЭ



В.В. Саранцев



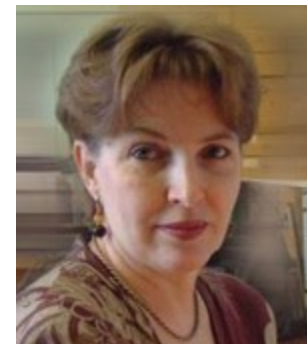
учёный секретарь

Л. Л. Виноградова



Помощник
ученого
секретаря ОФВЭ

С. Ф. Удалова



Веб-мастер
сайта ОФВЭ

Секретариат ОФВЭ

Е. Н. Черная



Л. Р. Ахметова



Помощник руководителя

Г.Е. Гаврилов



главный
инженер
ОФВЭ

Л. И. Киселева



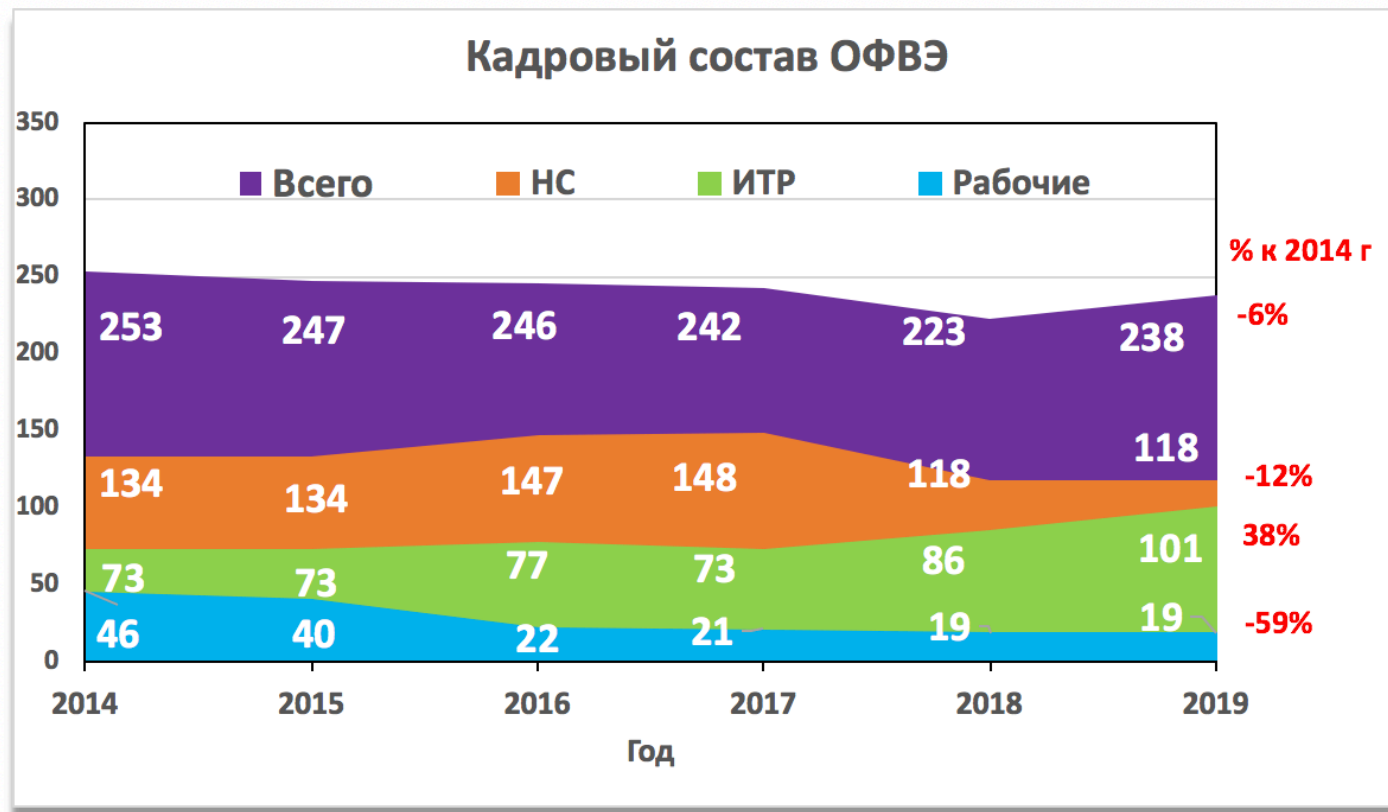
Помощник
главного
инженера ОФВЭ



□ На декабрь 2019 года в ОФВЭ:	238 (199 ставок)
➤ Научных сотрудников	118 (97,1 ставок)
➤ Научно-технические работники	101
➤ Рабочих	19
□ Докторов физ.-мат. наук	17 (14%)
□ Кандидатов физ.-мат. наук	65 (55%)
□ Аспирантов	7
□ Студенты	17
□ Возраст:	
➤ До 35 лет	45 (19%)
➤ От 35 до 70 лет	111 (47%)
➤ Старше 70 лет	82 (34%)



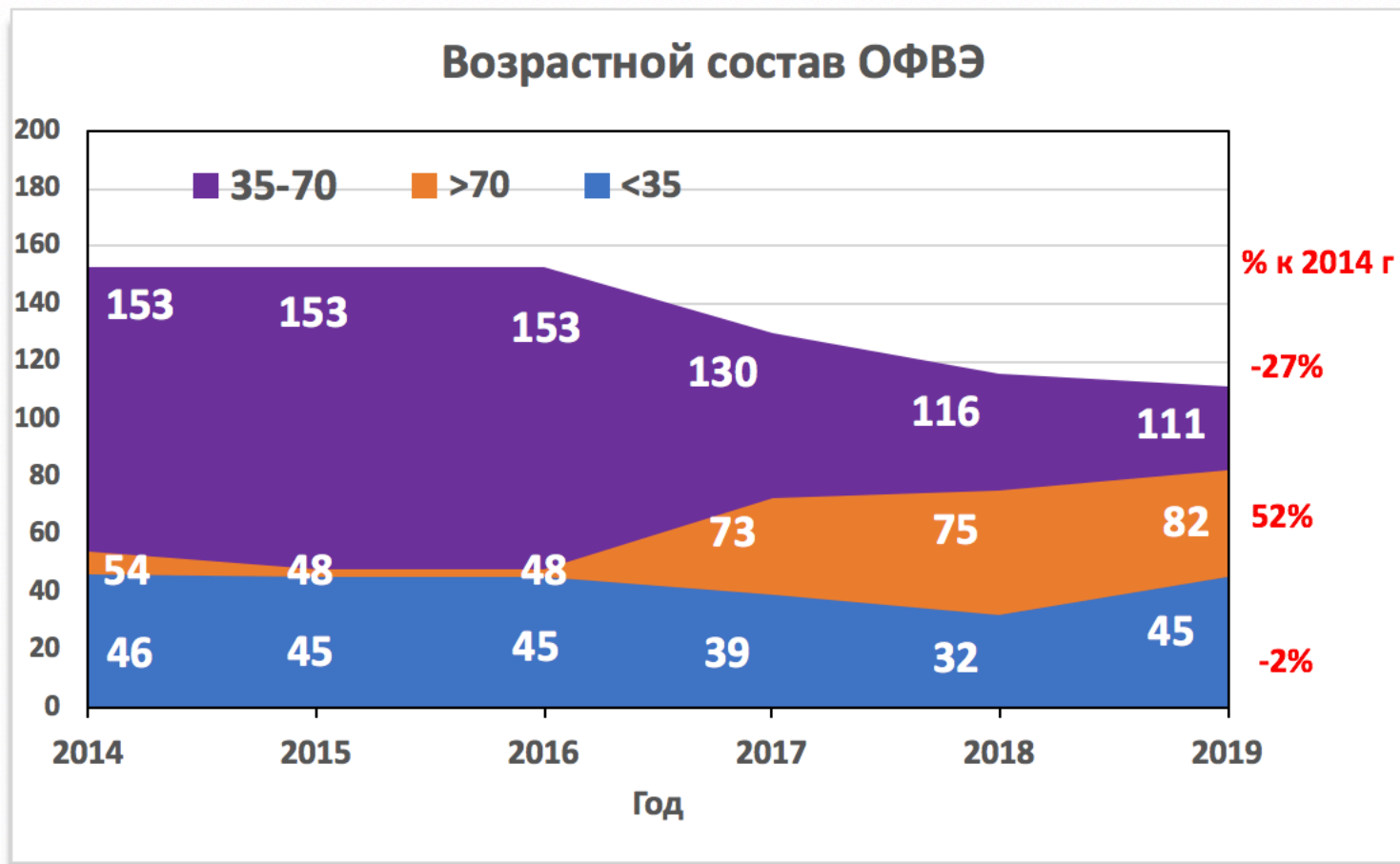
Кадровый состав ОФВЭ




- В связи с оптимизацией проводимой администрацией института для исполнения указов Президента РФ:
 - 1 н/с переведен в вед. инж.
 - 25 н/с переведены на 0,5 ставки, 2 н/с на 0,8 ставки, 2 нс на 0,625 ставки с сохранением з/п
 - 5 лаб. исс. (студенты) переведены в ст. лаб.



Возрастной состав ОФВЭ





□ Субсидии на выполнение гос. задания:	2019/2018
➤ материалы, оборудование и прочие	4,5/3,0 МР
➤ командировки	5,9 МР
□ РФФИ:	8,9/1,0 МР
➤ Федин О.Л.	0,7 МР
➤ Барзах А.Е.	1,0 МР
➤ Крышень Е.Л.	3,8 МР
➤ Рябов В.Г.	3,4 МР
□ Субсидии на проект ПРОТОН:	15,9/14,0 МР
➤ материалы и оборудование	
Итого:	29,3 МР 
	(2018 - 20,9 МР
	2017 - 15,8 МР)



□ FAIR:

- Головцов В Л
- Крившич А Г
- Маев Е М
- Самсонов В М (2 контракта)

2019/2018
50 k€ / 173 k€
68 k€ / 150 k€
27 k€
0 k€ / 386 k€

□ ЦЕРН

- Иванов Ю М

10 kCHF

□ Субсидии на модернизацию детекторов БАК:

- LHCb
- ALICE
- ATLAS
- CMS

8,0 M₽
8,0 M₽
10,0 M₽
4,0 M₽

Итого:
(<€/₽>=70)

40,85 M₽

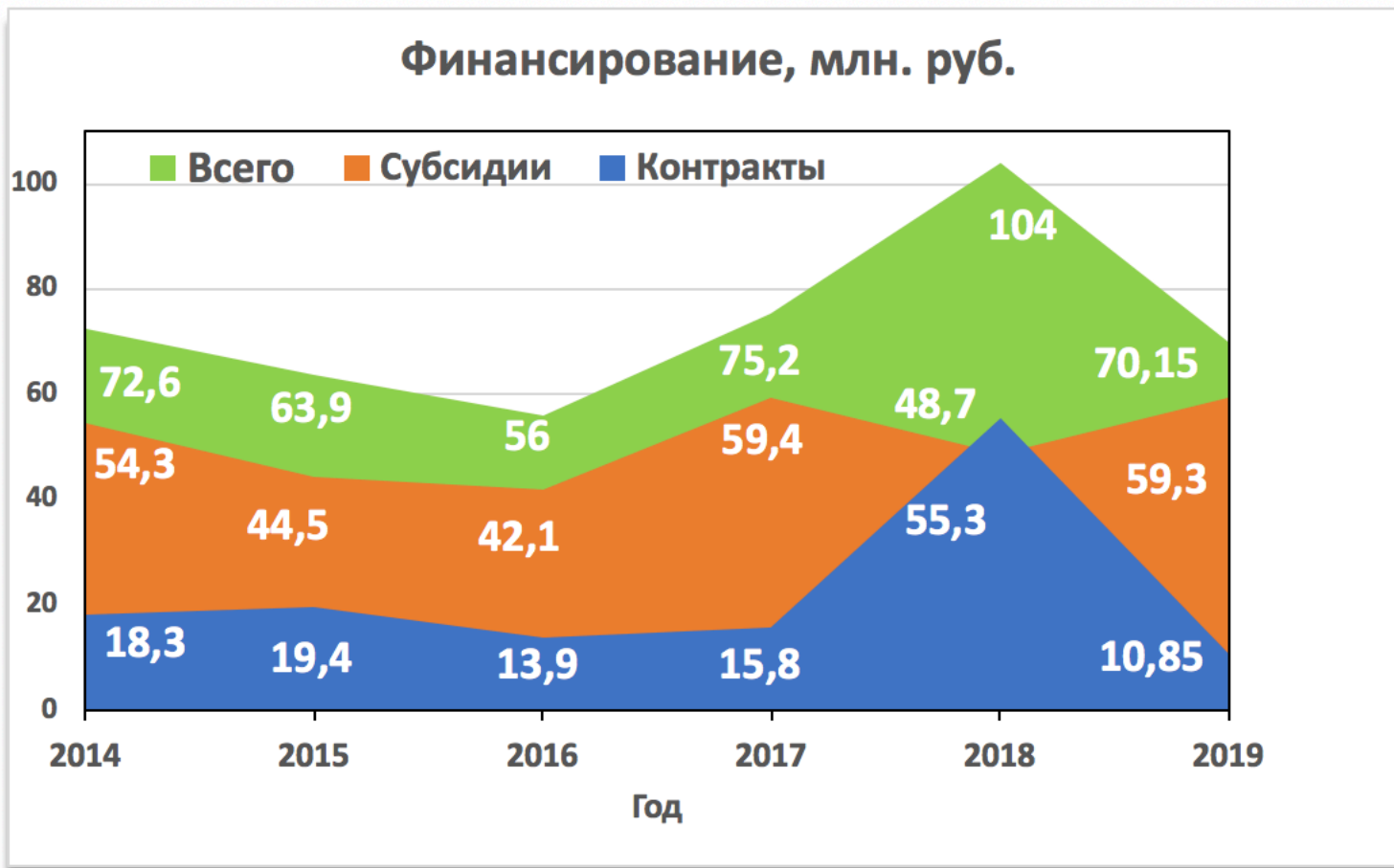


2018

83,1 M₽

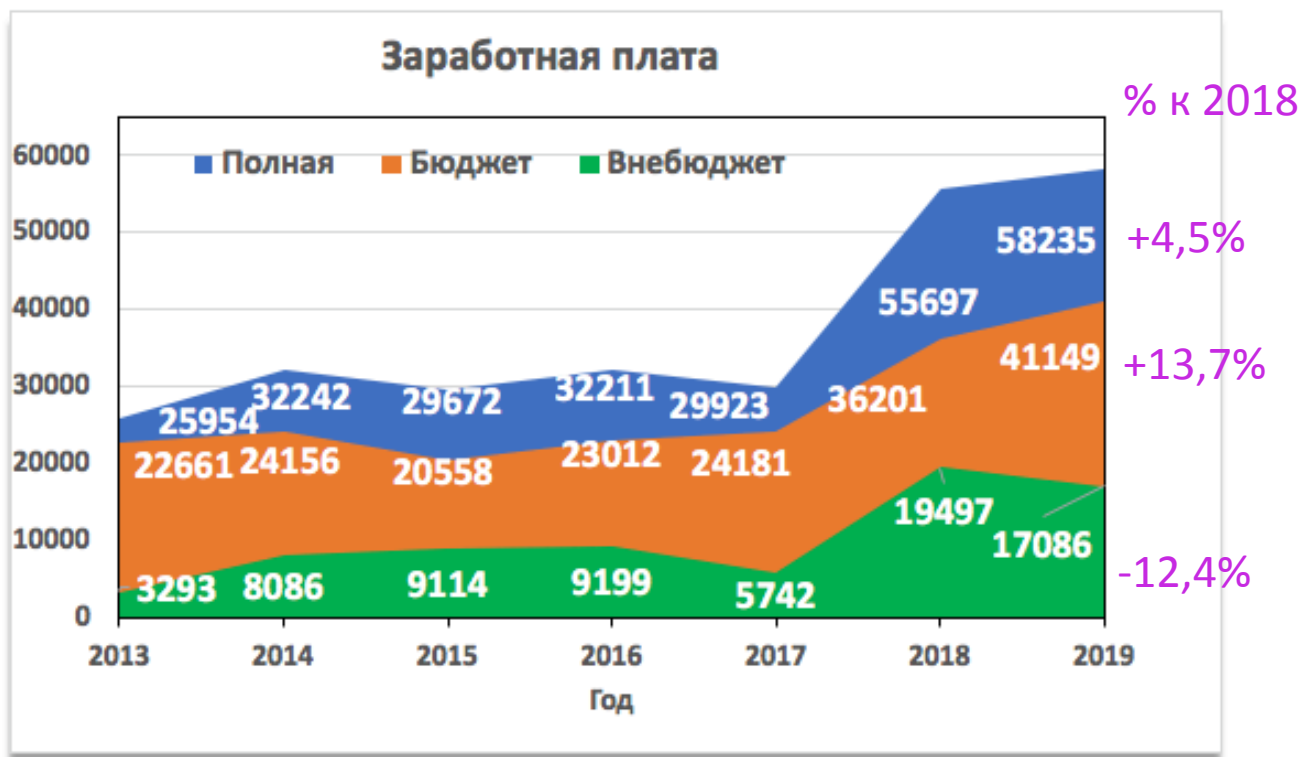
2017

59,4 M₽





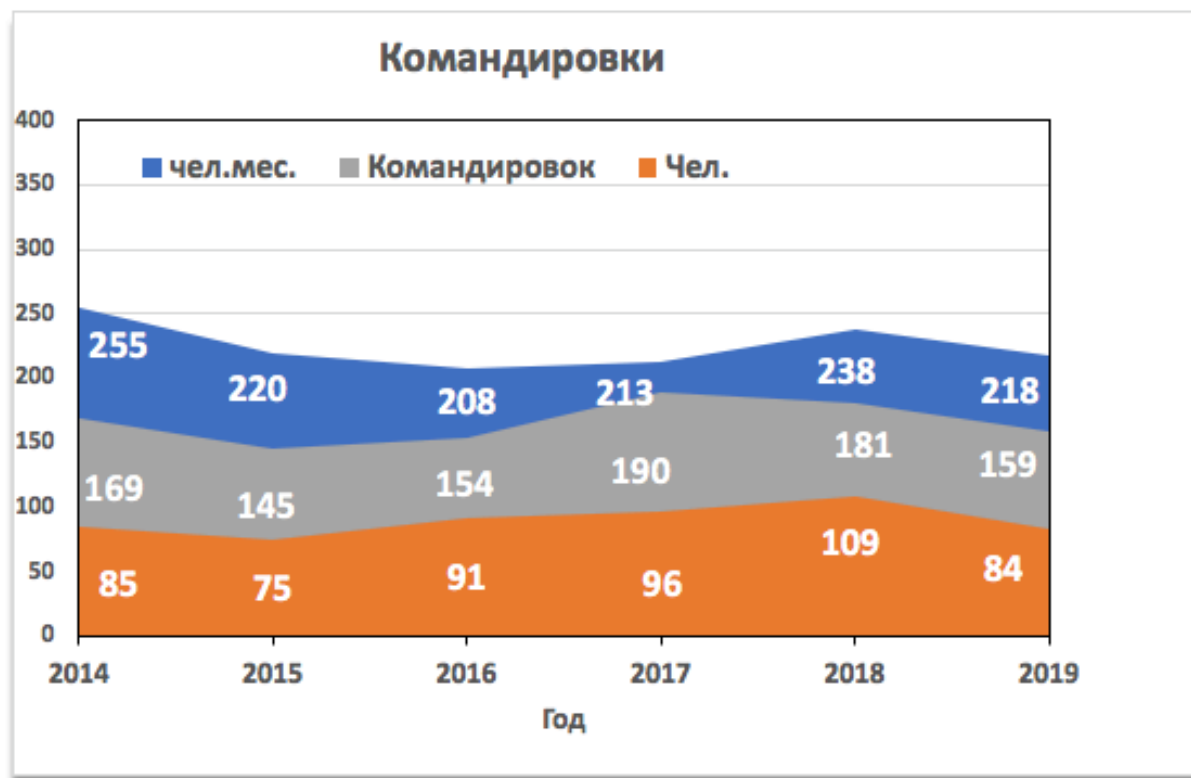
Зарботная плата



Плановая зарботная плата в 2020 году для н/с - 85240 руб.



Командировки

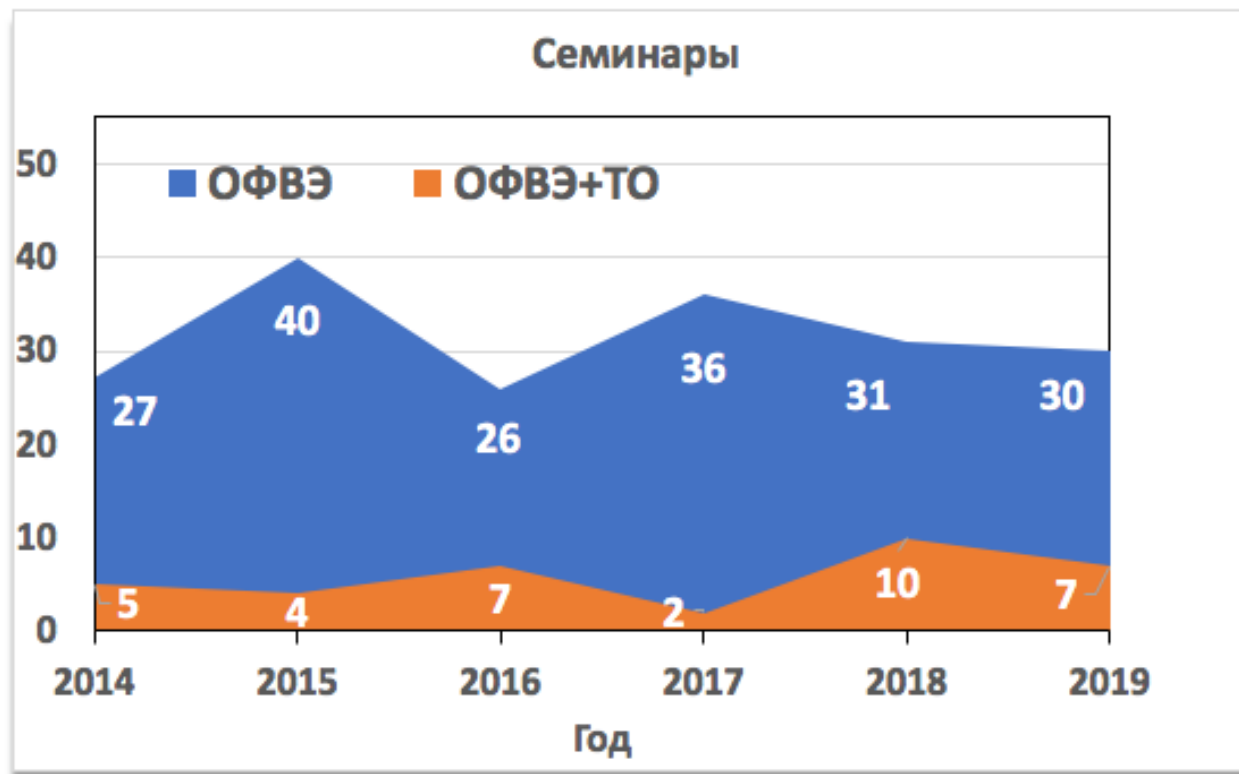


С учетом командировок и б/с:

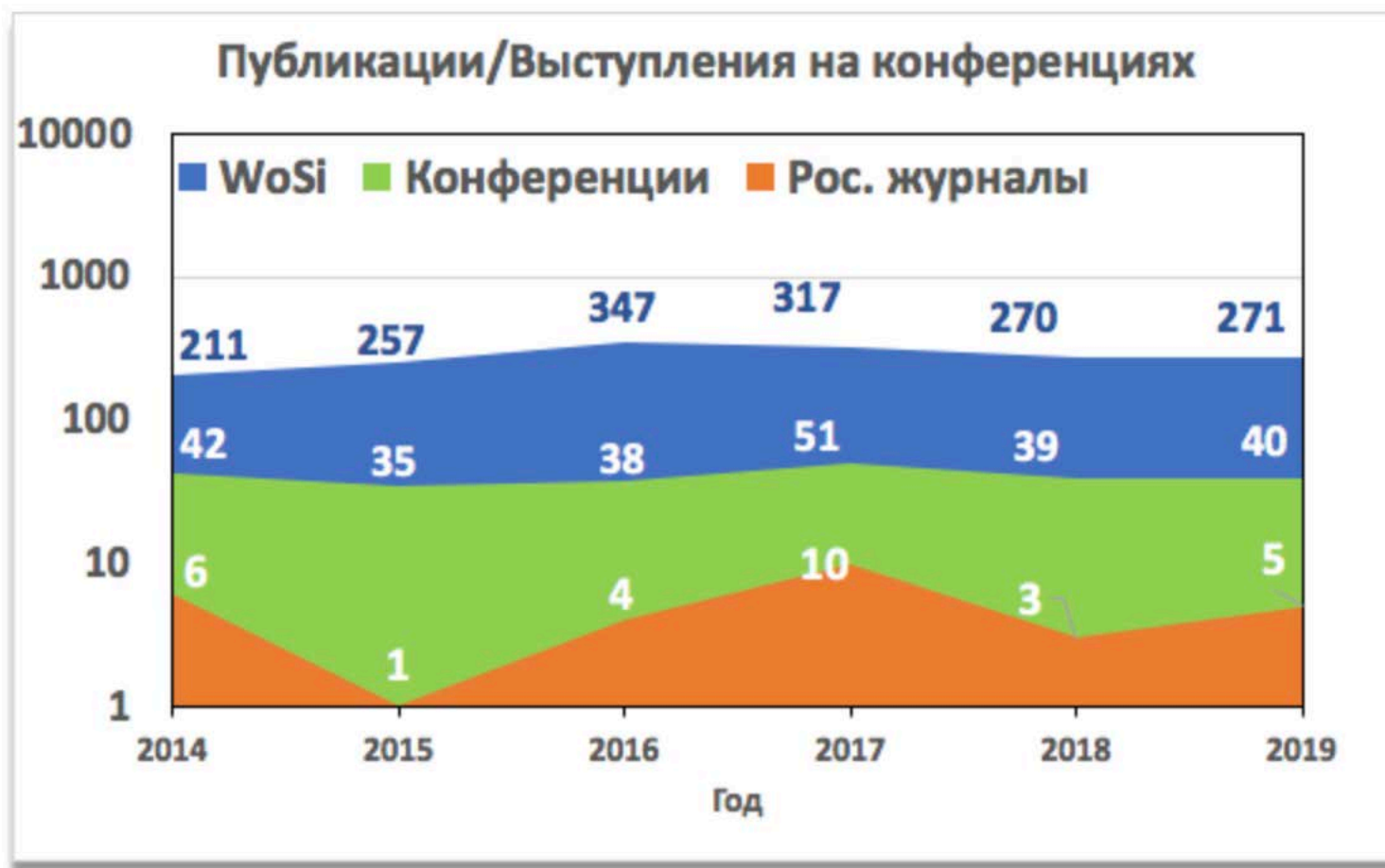
- 98 чел
- 171 командировка
- 318 чел. мес.

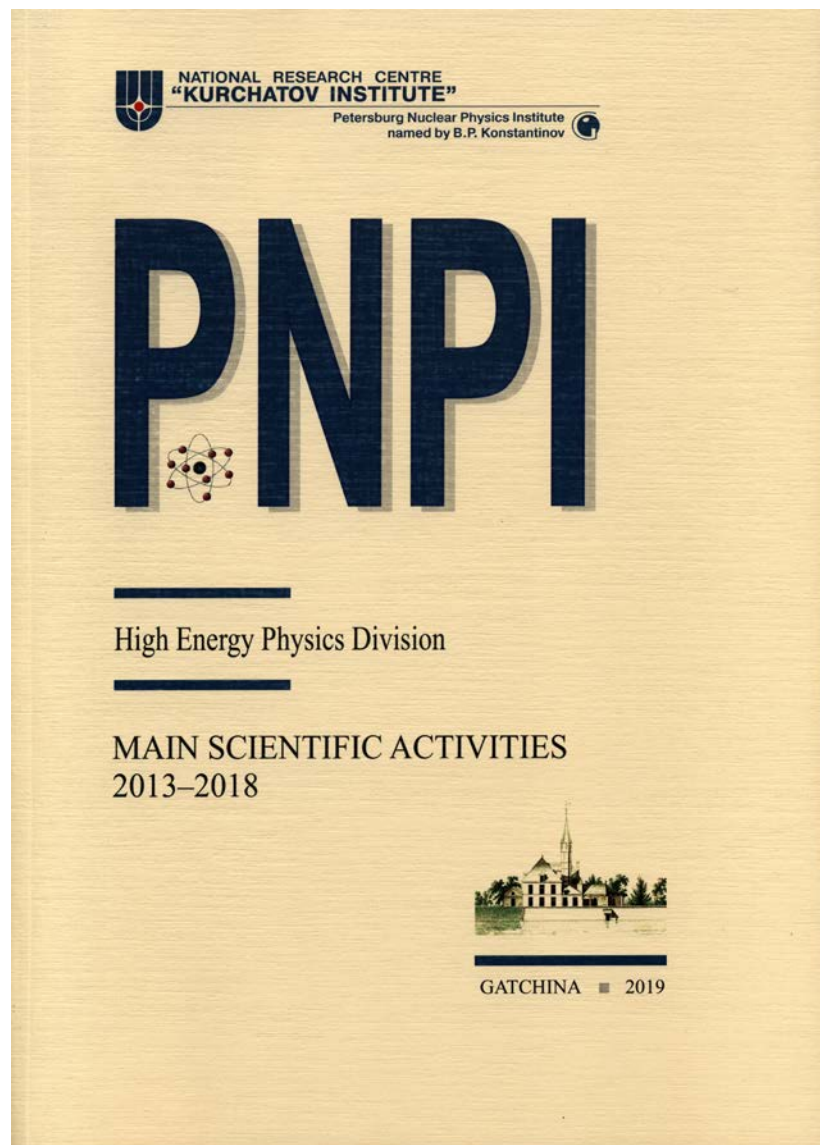


Семинары



Огромная благодарность за организацию семинаров ОФВЭ С. И. Манаенкову и совместных семинаров ОФВЭ+ТО М.Б. Жалову, В.Т. Киму, В.Ю. Петрову(ОТФ)





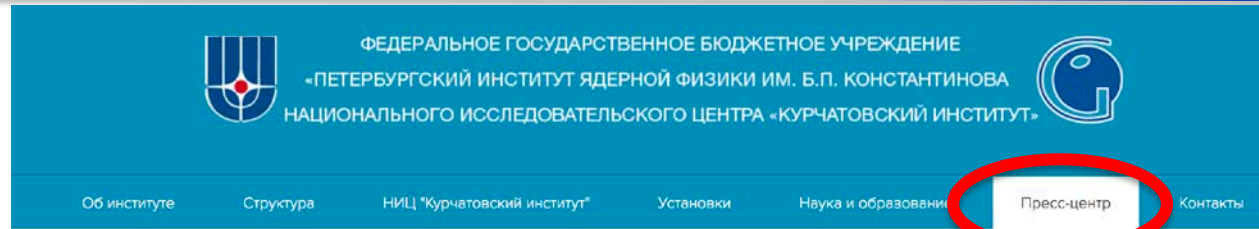
- Закончена продолжительная работа по написанию и изданию очередного сборника достижений отделения за период 2013-2018 год
- Огромная благодарность Г.Д. Алхазову за тяжелейший труд по сбору материалов, редактированию и изданию сборника



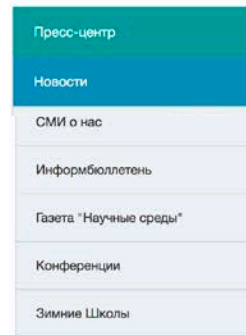
Заметки на сайте ПИЯФ



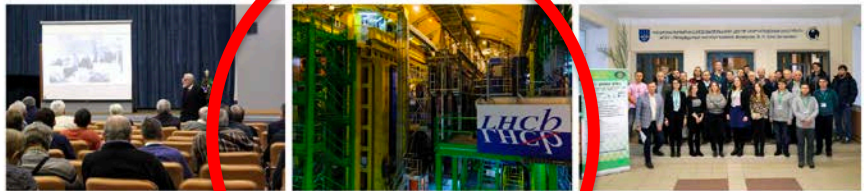
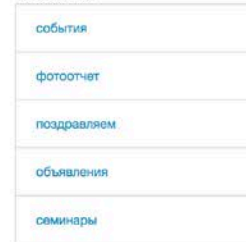
- Огромная благодарность А А Дзюба, который подготовил и опубликовал на сайте ПИЯФ 44 заметки о новостях науки из ЦЕРН!!!
- Это хороший пример которому должны следовать сотрудники отделения



Пресс-центр



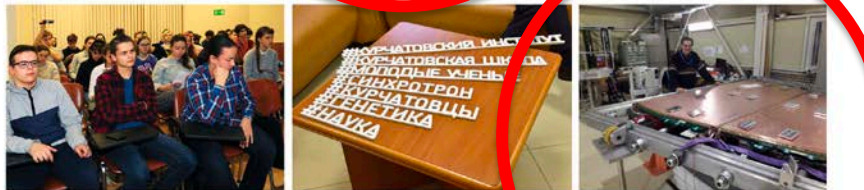
Тематики



Пятница, 20 декабря 2019
Двойной юбилей в НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ

Четверг, 19 декабря 2019
ЛНСб проверил лептонную универсальность в распадах прелестных барионов

Среда, 18 декабря 2019
Итоги VIII Школы по физике поляризации нейтронов



Пятница, 13 декабря 2019
Итоги лабораторного практикума учащихся Академической гимназии СПбГУ в НИЦ «Курчатовский институт»

Четверг, 12 декабря 2019
Доклад сотрудника Отделения перспективных разработок отмечен дипломом Молодежной научной школы

Вторник, 10 декабря 2019
ATLAS изучает кварк-глюонную плазму при помощи мюонов





Ученая степень кандидата физико-математических наук:

Ившин Кузьма Александрович

«Разработка и создание экспериментальной установки для прецизионного измерения скорости захвата мюона дейтроном (эксперимент MUSUN)»



П О З Д Р А В Л Я Е М !



- В отделении работает: 17 докторов наук и 65 кандидатов
- Защиты:
 - 2016: докторские -2; кандидатские-3
 - 2017: докторские -0; кандидатские-2
 - 2018: докторские -1; кандидатские-1
 - 2019: докторские -0; кандидатские-1
- Потенциальные защиты докторских диссертаций:
 - Головцов В.Л. Системы считывания и отбора данных в экспериментах физики высоких энергий
 - Иванов И.М. Кристаллооптика пучков заряженных частиц высоких энергий
 - Васильев А.А. Криогенные мишени в ядерно-физических экспериментах
 - Манаенков С.И. Спин-зависящее рождение векторных мезонов в эксперименте Гермес





- Именные научные стипендии Губернатора Ленинградской области в категории «Ведущие ученые»

Кравченко Полина Валерьевна



Селиверстов Максим Дмитриевич





В области ядерной физики высоких энергий:

Первая премия

Первое наблюдение электрослабого образования Z-бозона с ассоциированными адронными струями экспериментом CMS. *С. А. Вавилов, С. С. Волков, А. А. Воробьев, А. Ан. Воробьев, В. Л. Головцов, Ю. М. Иванов, В. Т. Ким, Е. В. Кузнецова, П. М. Левченко, В. А. Мурзин, В. А. Орешкин, И. Б. Смирнов, Д. Е. Соснов, В. В. Сулимов, Л. Н. Уваров и др. (CMS collaboration)*

Вторая премия

Фоторождение легких векторных мезонов в ультрапериферических столкновениях ядер на LHC. *В. А. Гузей, М. Б. Жалов, Е. Л. Крышень и др.*

Третья премия

Измерение короткоживущих резонансов в $p+p$, $p+Pb$ и $Pb+Pb$ взаимодействиях при энергии $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ ТэВ в эксперименте ALICE на коллайдере LHC. *В. Г. Рябов, М. Б. Жалов, В. В. Иванов, Е. Л. Крышень, В. М. Самсонов, М. В. Малаев, В. Н. Никулин, Ю. Г. Рябов, А. В. Ханзадеев и др. (ALICE collaboration)*

В области физики низких энергий:

Вторая премия

Эффект чередования форм у нейтронно-дефицитных изотопов ртути. *А. Е. Барзах, П. Л. Молканов, М. Д. Селиверстов, Д. В. Федоров и др.*



В области прикладных исследований:

Первая премия

Кристаллическая коллимация пучков ЛНС. *Ю. М. Иванов, Ю. А. Гавриков, А. С. Денисов, Л. П. Лапина, Л. Г. Маляренко, В. В. Скоробогатов, Л. А. Вайшнене, Н. П. Волков, Б. Л. Горшков, М. А. Кознов, В. И. Мурзин, Л. Ф. Павлова*

В области методических исследований:

Вторая премия

Новые методы получения ионных пучков изотопов радия для фундаментальных исследований и медицинских приложений.

В. Н. Пантелеев, А. Е. Барзах, Л. Х. Батист, Ю. М. Волков, В. С. Иванов, П. Л. Молканов, С. Ю. Орлов, М. Д. Селиверстов, Д. В. Федоров, С. А. Кротов и др.

В области теоретической физики:

Третья премия

Модель классического электрона с конечными массой и действием.

С. И. Манаенков



- СЦ ПИЯФ: ИРИС, МАТТ, μ SR, π -канал
- Ц-80: радиоизотопный комплекс
- ПИЯФ: POLFUSION
- ПИК: ИРИНА+PITRAP

- MAMI(Германия): ПРОТОН

- CERN: CMS, ATLAS, LHCb, ALICE, UA9, ISOLDE, SHIP

- PSI (Швейцария): MuSun -продолжение?

- FAIR(Германия): CBM, PANDA, NUSTAR (R3B, MATS)
- GSI (Германия): ShipTrap

- Гейдельберг(Германия): PENTANRAP

- Bonn (Германия): BGO-AD

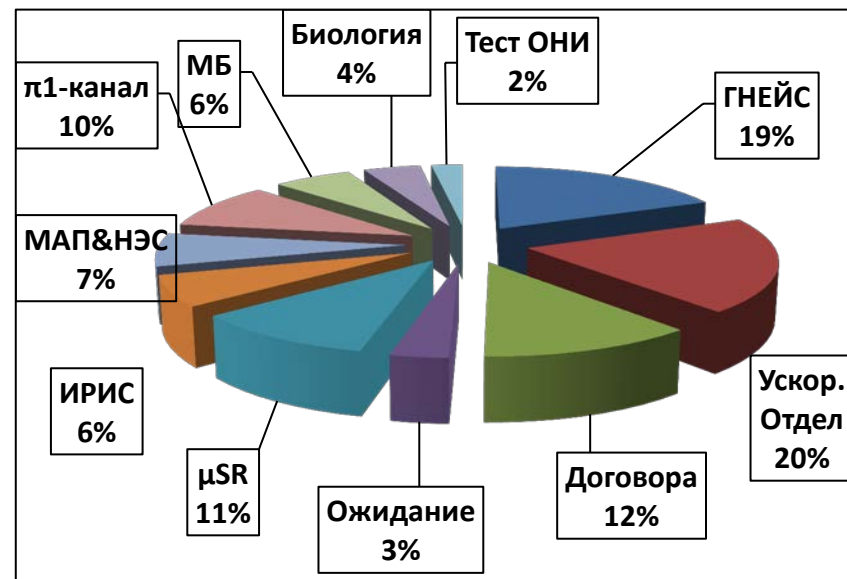
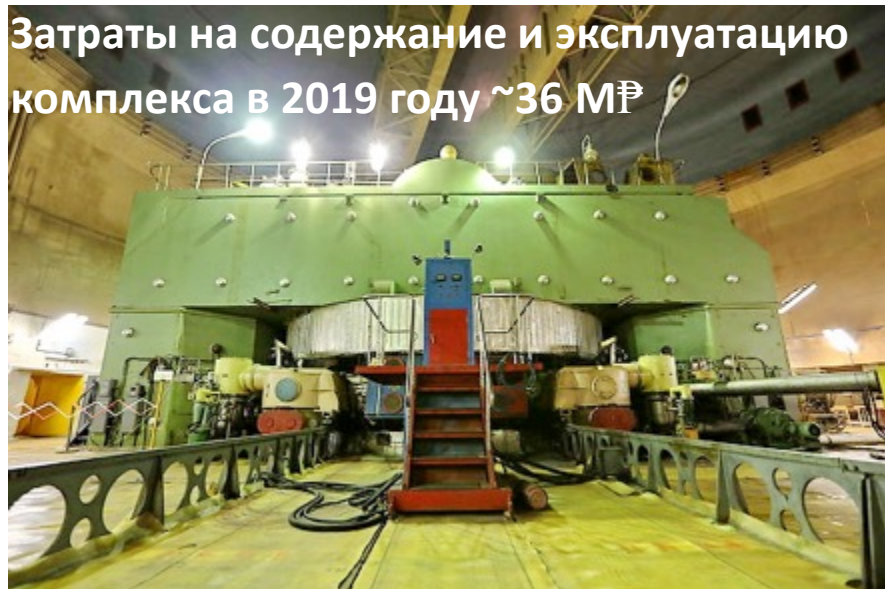


Синхроциклотрон ПИЯФ



Работа ускорителя за период с ноября 2018 по ноябрь 2019: - 2980 часов (2018: 3058 ~127 дней; 2017:3030 часов ~126 дней)

Из них ОФВЭ 714 часов - 24% (2018: 611 часов - 20%; 2017: 606 часов -20%)



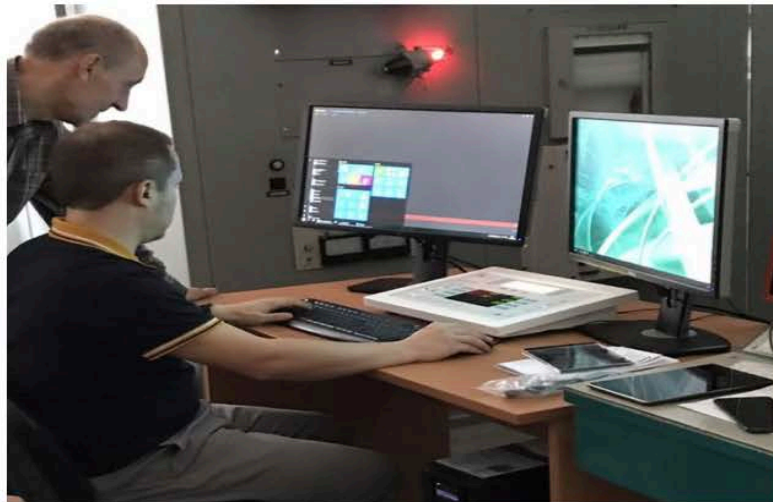
❑ ПРОБЛЕМЫ:

- Продление срока эксплуатации РИ СЦ-1000 - (до марта 2020)
 - 16.12.2019 подписан контракт с ООО «АКЦЕПТ ЭКО» на выполнение комплекса организационных и технических мероприятий, направленных на продление срока эксплуатации стационарных радиационных источников ПИЯФ сверх назначенного (проектного) срока эксплуатации.
- Продление срока эксплуатации РИ ИРИС (до марта 2020)



Модернизация УПСТ

- Модернизирована система рентгеновской центрации.
- Создано автоматизированное рабочее место врача
- Разработана новая программа управления





Проект развития циклотронного комплекса



E=75 МэВ

- Ток источника – 800 мкА;
- Частота импульсов – 100 Гц
- Длительность имп. - 0,5 млсек
- Ток в импульсе в камере – 75 мкА (банчер вкл.)
- Ток на первом ЦФ – 70 мкА

E=50 МэВ

- Ток источника – 800 мкА;
- Частота импульсов – 100 Гц
- Длительность имп. - 0,5 млсек
- Ток в импульсе в камере – 110 мкА (банчер вкл.)
- Ток на первом ЦФ – 100 мкА

Ноябрь 2016 – март 2017: торжественные мероприятия по запуску Ц-80,

План мероприятий работ по проектам:

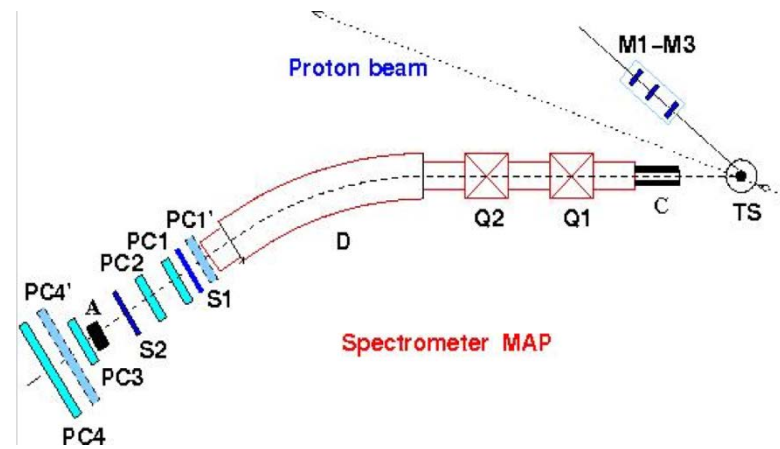
- 2020-2024: Разработка инновационного масс-сепараторного метода для получения медицинских радионуклидов высокой чистоты - 500 МР.
- 2020-2024: Разработка инновационных мишенных устройств для получения генераторных радиоизотопов высокотемпературным методом - 370 МР.
- 2020-2023: Разработка мишенных устройств для получения радиоизотопов, выделяемых из мишеней радиохимическими методами - 190 МР

направлен вице-премьеру правительства РФ
Т.А. Голиковой



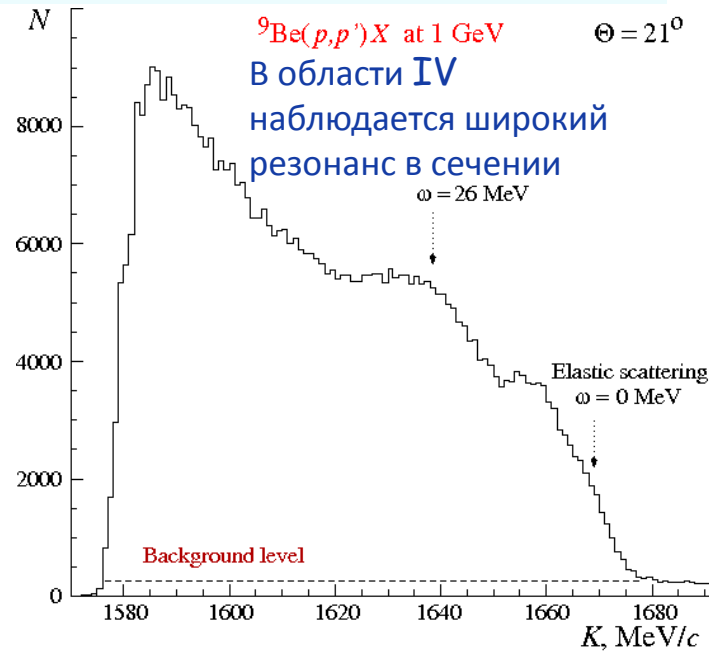
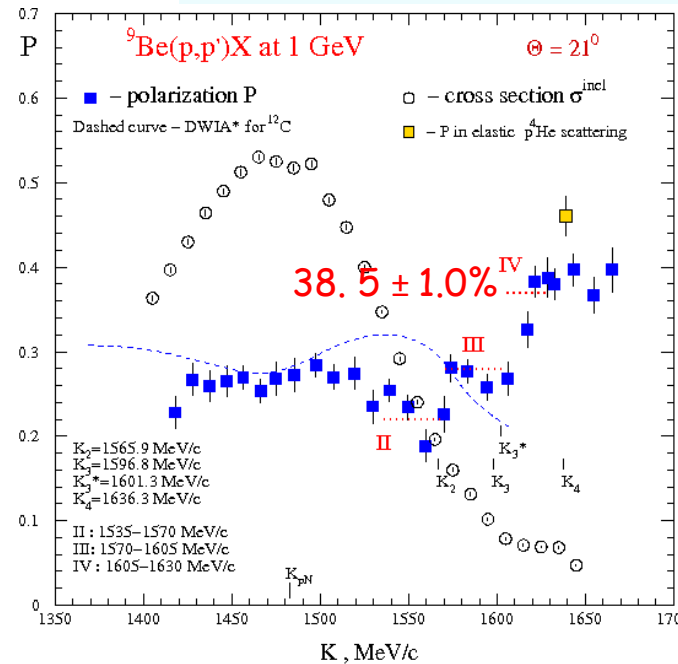


рук. работы О. В. Миклухо



- **2013-2019:** Завершена обработка данных для (p, p') -экспериментов с ядрами ${}^9\text{Be}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{28}\text{Si}$, ${}^{40}\text{Ca}$, ${}^{56}\text{Fe}$, ${}^{90}\text{Zr}$ при угле рассеяния $Q = 21^\circ$
- Наблюдена структура в поляризации и сечении рассеяния возможно связанная с упругим рассеянием на ядерных частицах с массой существенно большей, чем масса нуклона
- **2019:** В реакциях с ядром ${}^9\text{Be}$ в сравнении с другими ранее исследованными ядрами наблюдается более яркий ступенчатый рост поляризации с ростом импульса вторичного протона K .

Планы 2020:
Исследование реакции (p, p') при угле рассеяния $\Theta = 24.5^\circ$





Установка μ SR



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

- Завершено μ SR-исследование динамики внутренних магнитных корреляций в мультиферроике $Tb(Vi)MnO_3$ в магнитоупорядоченном и парамагнитном состояниях.

Совместно с ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, СПб

- Завершено исследование магнитных свойств феррожидкости с наночастицами $CoFe_2O_4$ с объемной концентрацией 3%. Готовится публикация.

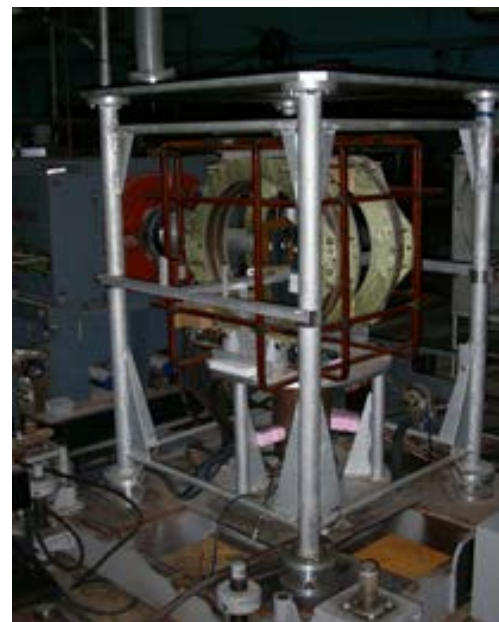
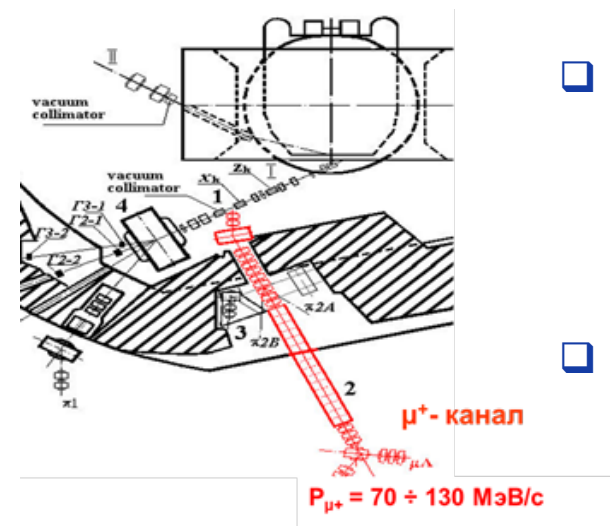
Совместно с ОИЯИ (Дубна) и рядом институтов Румынии.

- Продолжается модернизация установки:

- Модернизация криостата для перехода на замкнутую гелевую петлю
- Создание электроники для считывания новых фотоумножителей (Hamamatsu)

- Планы 2020:

- Исследование наноструктурированных магнитных систем. Изучение распределения магнитных наночастиц в эластомерной матрице.
- Провести пробные исследования эндометаллофуллеренов





π -мезонный канал на СЦ-1000



Изучение изотопической инвариантности в процессах образования η -мезона около порога

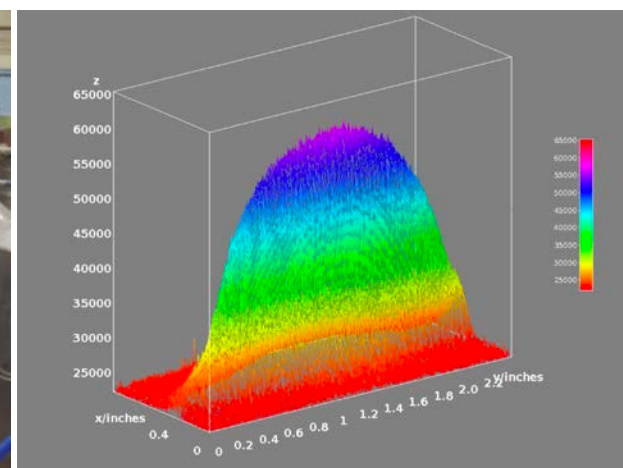
Лаборатория мезонной физики (рук. В. В. Сумачев)
Координатор Н. Г. Козленко



На базе π -мезонного канала синхроциклотрона СЦ-1000 ПИЯФ создается магнитный спектрометр с разрешением порядка несколько десятых процента по $\Delta P/P$.

Расположение Пропорциональных Камер на π -канале

Пропорциональные камеры установленные на π -мезонном канале СЦ-1000





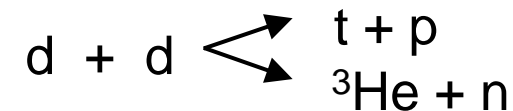
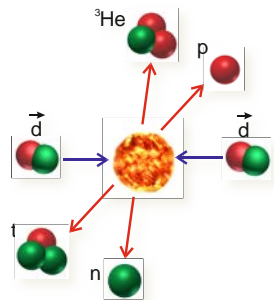
Эксперимент POLFUSION @ ПИЯФ



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

Координатор П. В. Кравченко

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



$$QSF = \frac{\sigma_{1,1}}{\sigma_0}$$

*Quintet
Suppression
Factor*

$$\sigma_0 = \frac{1}{9} (2\sigma_{1,1} + 4\sigma_{1,0} + \sigma_{0,0} + 2\sigma_{1,-1})$$

Продолжаются работы по запуску и модернизации установки

Зарегистрирован первый неполяризованный dd-синтез при энергии столкновения дейтронов 10 keV и токе $I > 10$ мкА:

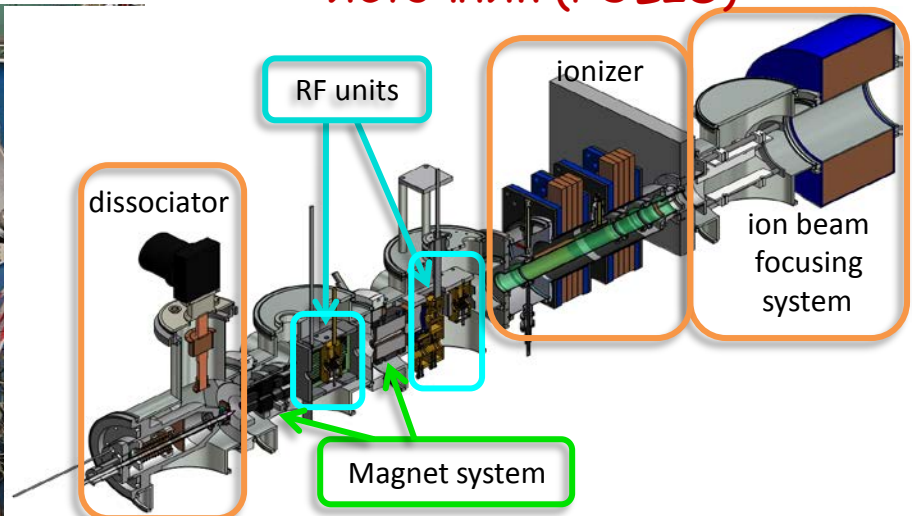
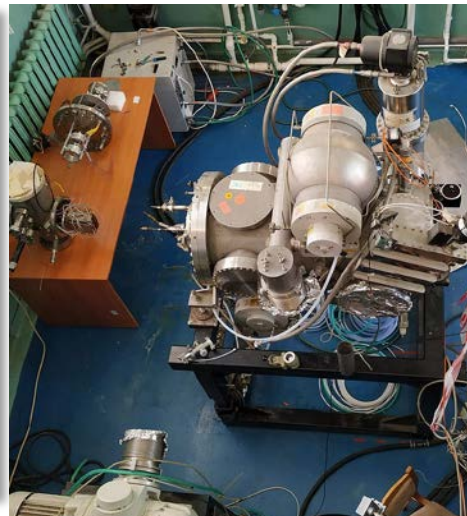
~300 часов набора данных.

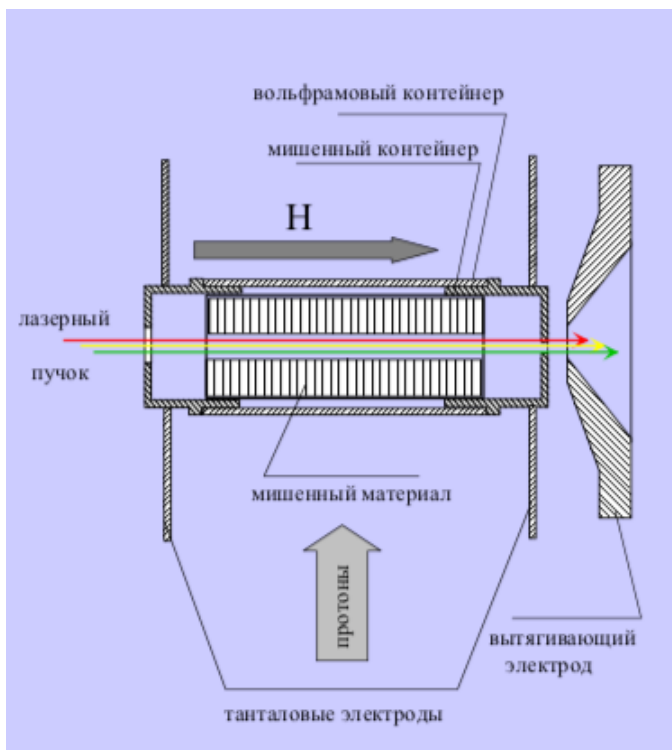
~2000 реакций синтеза в 25 PIN-диодах

Общий вид установки

Источник поляризованных атомов (ABS)

Поляризованный ионный источник (POLIS)





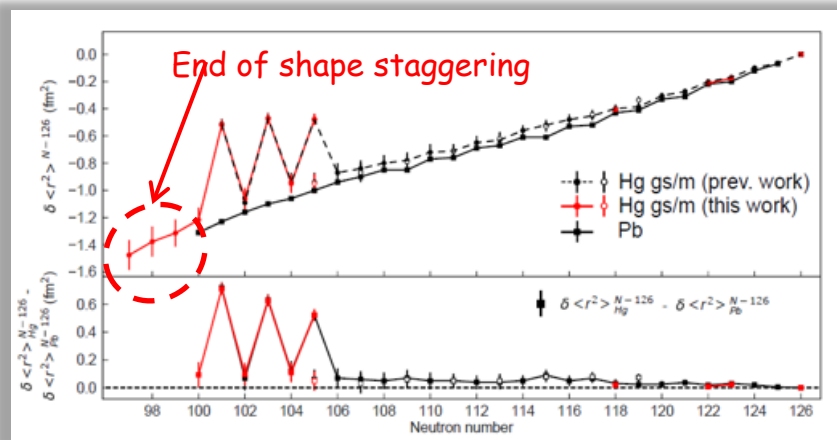
- Разработка и исследование новой конструкции совмещенного лазерного ионного источника – мишени (прототип мишенного устройства установки ИРИНА).
- Проверка эффективности нового мишенного устройства:
 - получение изотопов свинца $^{191,193,195}\text{Pb}$ и исследование четно-нечетного эффекта.
- Получение изотопов $^{221-224}\text{Ac}$ и исследование октупольной деформации



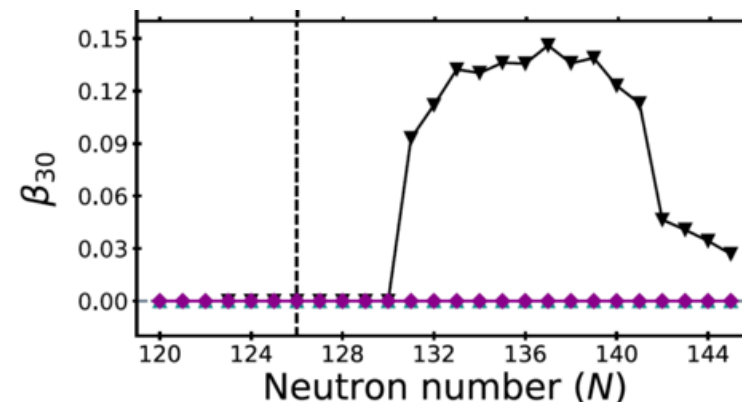
Изучение октупольных деформаций в нейтроно-избыточных ядрах в окрестности $Z=82$

Лаборатория короткоживущих ядер рук. В. Н. Пантелеев
рук. работы Барзах А. Е.

Зарядовые радиусы изотопов ртути



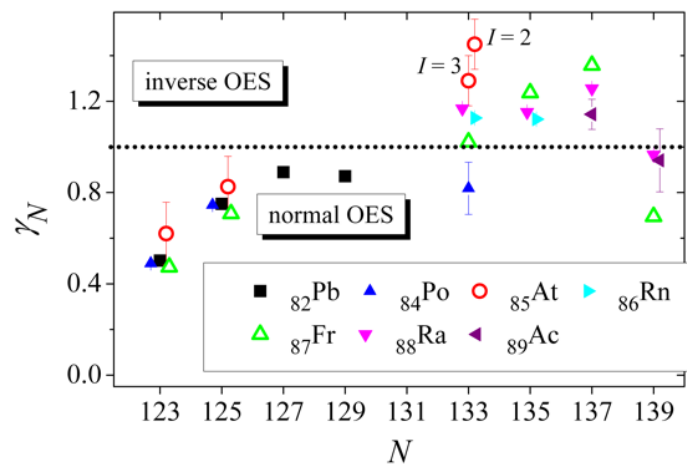
Расчетная октупольная деформация ядер



Параметр четно-нечетного эффекта (odd-even staggering)

$$\gamma_N = \frac{2\delta \langle r^2 \rangle_{N-1, N}}{\delta \langle r^2 \rangle_{N-1, N+1}}$$

Расчет показал, что границы октупольной деформации совпадают с обратным четно-нечетным эффектом



N- нечетное число нейтронов

$\gamma = 1$ — no staggering

$\gamma < 1$ — normal staggering

$\gamma > 1$ — inverse staggering

Phys. Rev. C 99, 054317 (2019)

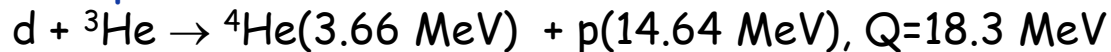
Phys. Rev. C 99, 054317 (2019)



Продолжение эксперимента MuSun@PSI



- Возможное продолжение эксперимента (Кравченко П В) - поиск мюонного катализа ядерного синтеза синтеза $d^3\text{He}$



Мотивация:

- Стандартная модель нуклеосинтеза большого взрыва (SBBN) предсказывает образование легких ядер ${}^2\text{H}$, ${}^3\text{He}$, ${}^4\text{He}$, ${}^7\text{Li}$
- Астрофизическая проблема "Lithium depletion" не решена: Предсказания для отношения ${}^7\text{Li}/\text{H}$ расходятся с наблюдаемыми измерениями с фактором 3 !! Для ${}^3\text{He}/\text{H}$ определен только верхний предел $< 1,3 \cdot 10^5$
- Для понимания процессов эволюции и производства энергии в звездах требуется точное знание сечения ядерных реакций при энергиях $E < 100$ кэВ.

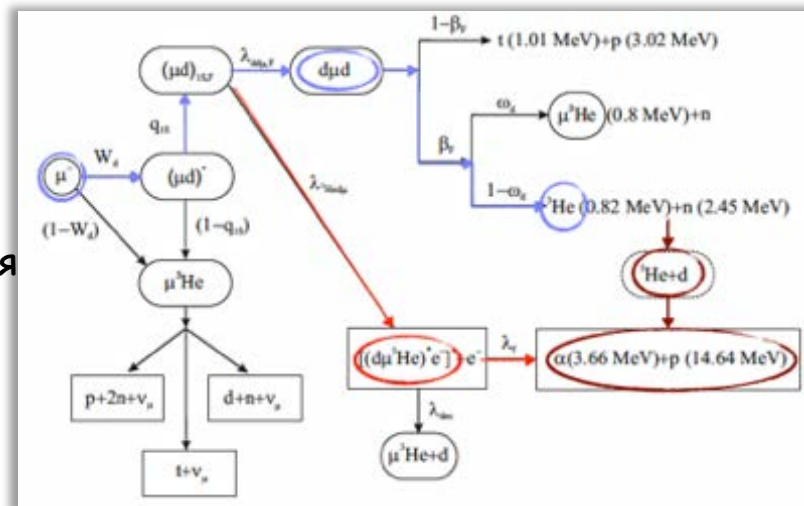
- Образование ${}^3\text{He}d\mu$ осуществляется через столкновение медленных $d\mu$ атомов с ${}^3\text{He}$:



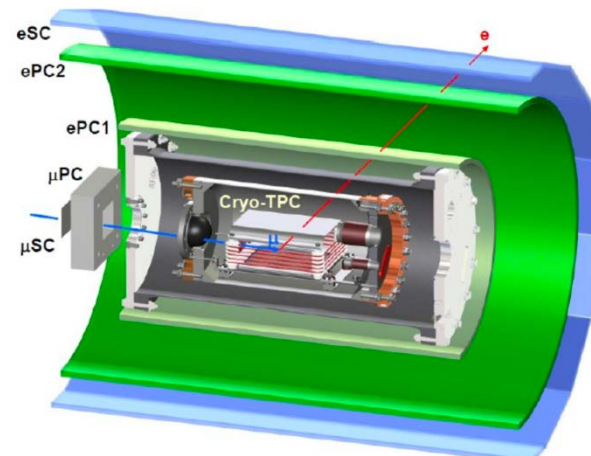
Экспериментальная ситуация:

- 1990-1997: PNPI-PSI ($\text{HD}+{}^3\text{He}(5,6\%)$) - $\lambda_f(\text{eff}) < 6 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$
- 1998: JINR-PSI ($\text{D}_2+{}^3\text{He}(5\%)$) - $\lambda_f(\text{eff}) \sim 5 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$

Упрощенная схема реакций мюонного катализа в $\text{HD}+{}^3\text{He}$ смеси



Установка MuSun





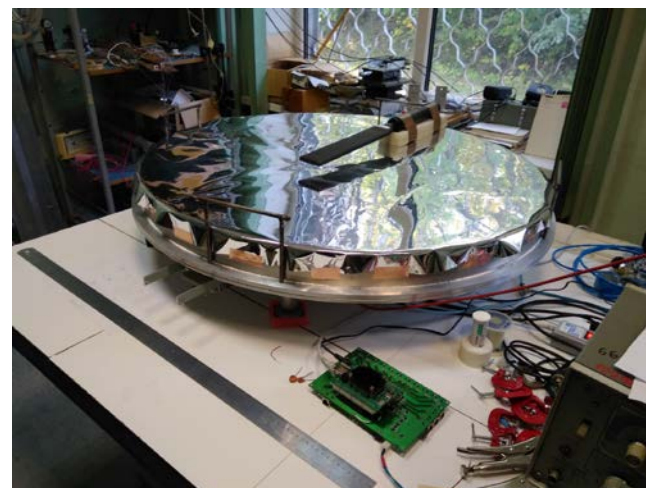
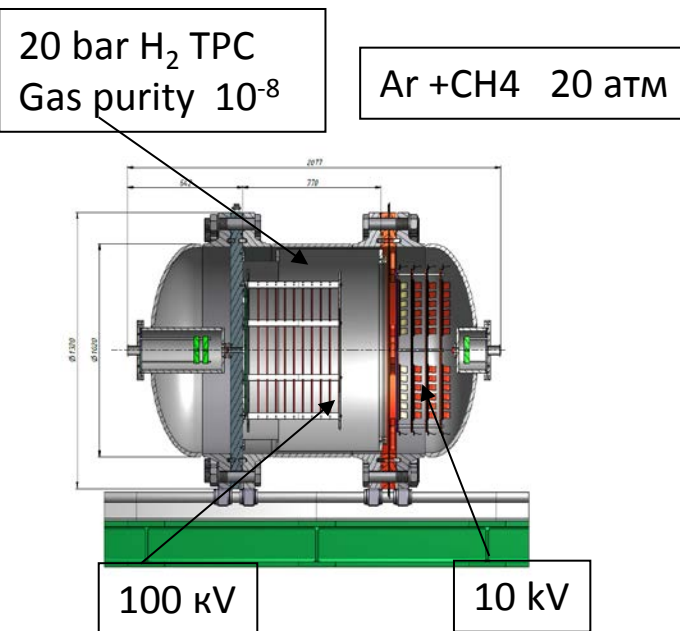
Эксперимент ПРОТОН



рук. А. А. Воробьев

ИКАР -М

- Прецизионное измерение сечения упругого электрон-протонного рассеяния при малых переданных импульсах. Прецизионное измерение радиуса протона.
- Proton radius puzzle: $R_p = 0.877$ fm (e_p атом и e_p рассеяние) или $R_p = 0.841$ fm (μ_p атом)
- Ошибки в экспериментах или нарушение μ -е универсальности?
- Требование к точности эксперимента:
 - Low t -range t -range $0.001 < -t < 0.04$ GeV^2
 - High t -resolution. ~ 100 resolved points
 - 0.1% point-to-point precision in $d\sigma/dt$.
 - 0.2% absolute precision in $d\sigma/dt$
- Продолжается изготовление основных узлов детектора и электроники
 - Производство 2019 - середина 2020
 - Полная сборка детектора в Майнце-середина 2020 - середина 2021
 - Первый тестовый сеанс на пучке МАМИ - середина 2021

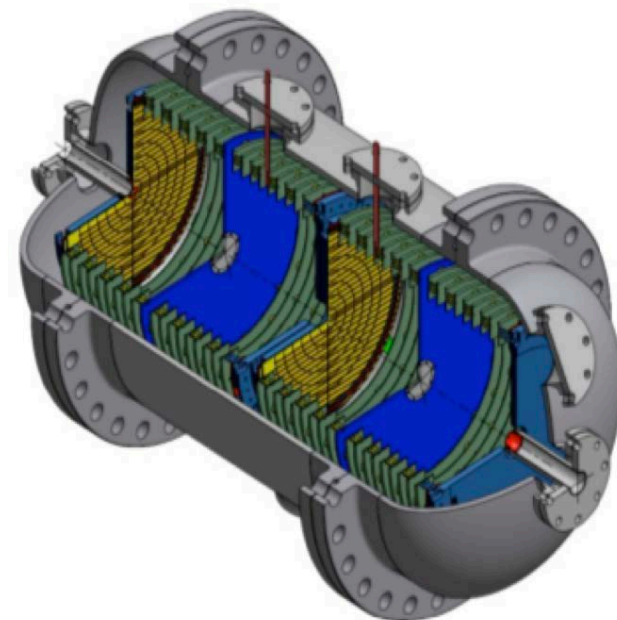




Эксперимент по μ p-рассеянию @CERN



- Коллаборация **COMPASS** внесла предложение о проведении эксперимента по измерению радиуса протона в упругом μ p-рассеянии с использованием активной мишени

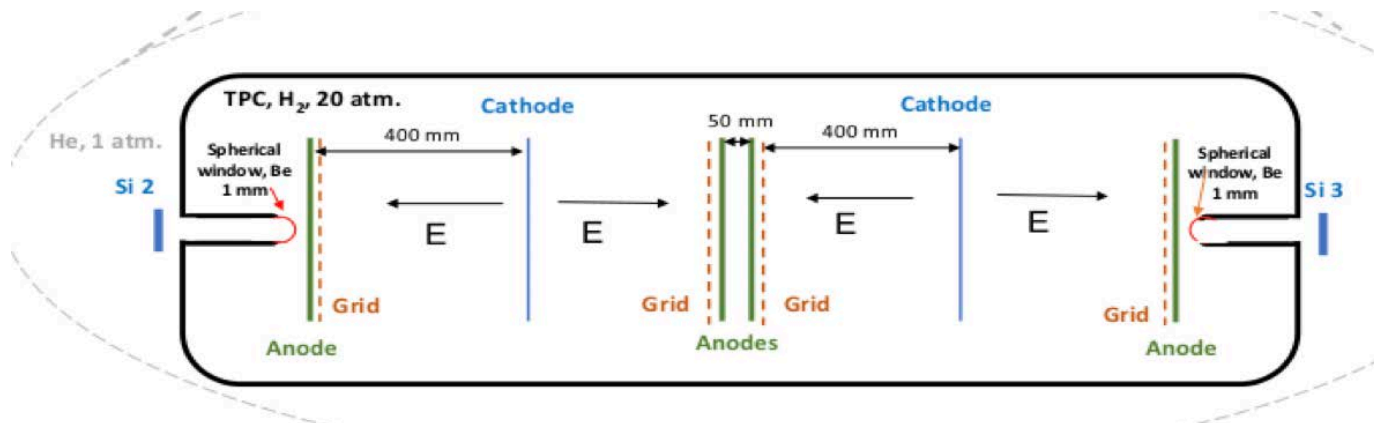


Пучок: e^- (МАМИ, Майнц)

- $E = 720$ МэВ
- $H_2, p = 20$ атм
- $0,5-20$ МэВ
($-t = 0,001-0,04$
 $ГэВ^2/c^2$)
- $40-260$ мрад

Пучок: μ (ЦЕРН)

- $E = 100$ ГэВ
- $H_2, p = 20$ атм
- $0,5-20$ МэВ
($-t = 0,001-0,04$
 $ГэВ^2/c^2$)
- $0,3-2$ мрад





Эксперименты на ионных ловушках



Лаборатория физики экзотических ядер (рук. проф. Ю. Н. Новиков)

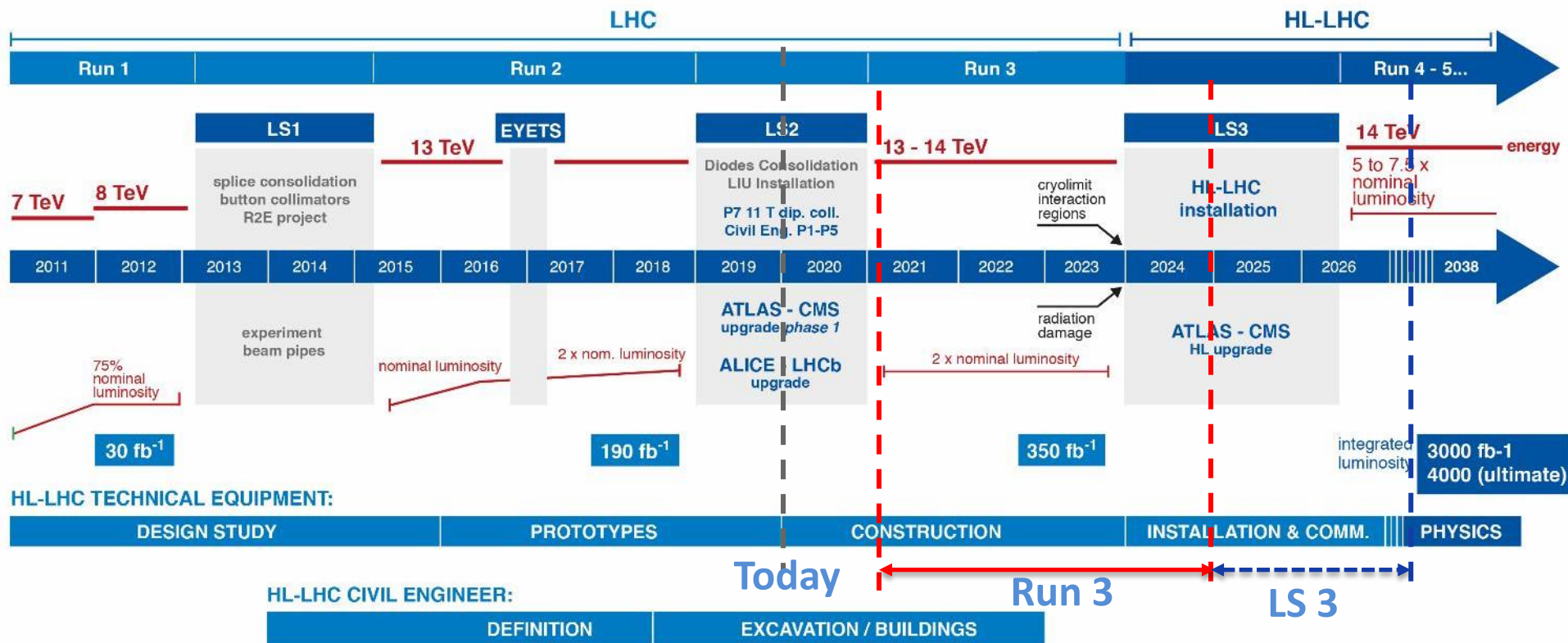
PENTATRAP- самый точный прибор в масс-спектрометрии микромира $\delta M/M \approx 10^{-11}$



- ❑ **SHIPTRAP - Дармштадт** - (Ю.Гусев, С.Елисеев, Н.Мартынова, Ю.Нечипоренко, Ю.Новиков, П.Филянин, С.Ченмарев):
 - Прямые измерения масс нуклидов сверхтяжелых ядер с целью получения массового ландшафта сверхтяжелых элементов для определения остовов стабильности
 - Экспериментальное обнаружение локальных островов стабильности сверхтяжёлых элементов по появлению оболочечной щели
- ❑ **JUFLTRAP-Ювяскюля** - (Д.Нестеренко, Ю. Новиков)
 - проверка достоверности метода ловушек как такового
 - изучение выходов нейтроноизбыточных нуклидов в делении урана протонами (30-50 МэВ) с прицелом на ПИК
- ❑ **ISOLTRAP -ЦЕРН-** (С.Елисеев, Ю.Новиков, П.Филянин)
 - Реализация проекта «Search for smallest beta-decay energies» по программе ISOLDE - INTC-I-182 (spokesman S.Eliseev)
- ❑ **TRIGATRAP -Майнц** -(С. Ченмарев)
 - Используется как полигон для создания ТЗ и отработки узлов в проекте PITRAP на ПИКе
- ❑ **PENTATRAP - Хайдельберг** -(О.Безроднова, С.Елисеев, Ю.Новиков, П.Филянин)
 - Выход PENTATRAP на плановый режим работы
 - Исследования высокозарядных ионов $^{187}\text{Re}^{29+}$ и $^{187}\text{Os}^{30+}$
 - масса антинейтрино
 - изомерное состояние высокозарядных ионов, связанное с редким в атомной структуре пересечением уровней \rightarrow ионный эталон частоты, чувствительность к константе α
- ❑ **PITRAP** - Гатчина, высокопоточный реактор ПИК
 - массы нейтроноизбыточных удаленных ядер с точностью несколько кэВ.



General Schedule



The Directorate presented to the Council and its advisory bodies a revised operational schedule for the LHC and the High-Luminosity LHC (HL-LHC). This provides for **the third LHC run to start in May 2021, two months later than initially planned, and to continue for a full extra year until the end of 2024. The third long shutdown will thus run from 2025 until the middle of 2027, when the HL-LHC will begin its first run.**

13.12.19 - mail from DG Fabiola Gianotti



Эксперименты на LHC



рук. **О.Л. Федин**
 В.Т. Малеев
 Ю.Г. Нарышкин
 В.М. Соловьев
 В.А. Щегельский
 А.Е. Ежилов
 А.С. Кирьянова
 Д. Пуджа (асп)
 М.В. Покидова
 2 студента СПбПУ



рук. **А.А.Воробьев**
 В.Т. Ким
 Е.В. Кузнецова
 В.А. Мурзин
 В.А. Орешкин
 И.Б. Смирнов
 А.Ю. Егоров
 Д.Е. Соснов (асп.)
 С.А. Насыбулин (асп.)



рук. **А. А. Воробьев**
 Г.Д. Алхазов
 А.А. Дзюба
 С.Н. Котряхова
 О.Е. Маев
 Н.Р. Сагидова
 А.Д. Чубыкин (асп)
 В.В. Чуликов (асп)



рук. **В.М. Самсонов**
 В.Г. Рябов
 М.Б. Жалов
 В.А.Гузей
 Е.Л. Крышень
 Ю.Г.Рябов
 Д.А. Иванищев
 М.В. Малаев
 В.Н. Никулин
 А.В. Ханзадеев

Направления исследований:

- Поиск частиц темной материи в процессе моно- Z
- Поиск тяжелого нейтрального бозона Хиггса (2HDM)
- поиск «невидимых» каналов распада бозона Хиггса SM
- Прецизионное измерение спектра поперечного импульса Z -бозона
- Изучение Бозе-Эйнштейн корреляций
- Измерение коэффициентов спиновой матрицы плотности $\dagger\dagger$

Направления исследований:

- асимптотические БФКЛ эффекты в струйных процессах
- бозон Хиггса при больших p_T
- электрослабое образование резонансов (VBF)
- тяжелые резонансы в многоструйных событиях
- дифракционные процессы

Направления исследований:

- Изучение свойств очарованных барионов, гиперонов и мезонов:
 - > сечения рождения
 - > время жизни
 - > CP нарушение

Направления исследований:

- Изучение процессов центральной дифракции в pp столкновениях
- Изучение фоторождения векторных мезонов в ультра-периферических p-Pb и Pb-Pb столкновениях,
- Изучение рождения короткоживущих резонансов

	ATLAS	CMS	LHCb	ALICE
Кол-во статей (при нашем участии)	2	3	1	4
докладов на конф+совещаниях	3	3	3	7
кол-во коллаборационных статей:				
опубликовано	87	106	42	45
направлено в печать	38	36	15	27



Уточнение характеристик бозона Хиггса: сечение образования и вероятности распадов

Парциальные сечения, измеренные в эксперименте **ATLAS** в каналах образования слияния глюонов и векторных бозонов с распадом $H \rightarrow \tau\tau$:

$$\sigma_{gg \rightarrow H} \times Br = 3.1 \pm 1.0(\text{stat}) \pm {}^{1.6}_{1.3}(\text{syst}) \text{ pb}$$

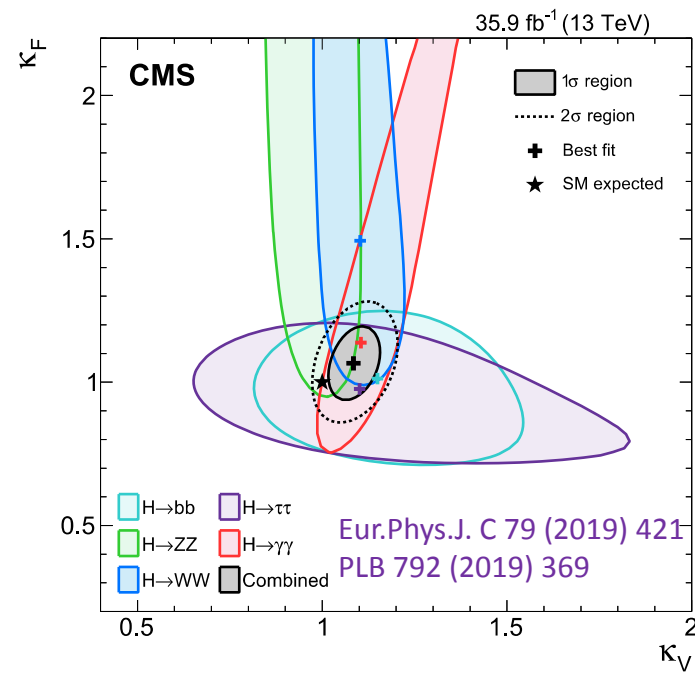
$$\sigma_{WW \rightarrow H} \times Br = 0.28 \pm 0.09(\text{stat}) \pm {}^{0.11}_{0.09}(\text{syst}) \text{ pb}$$

Полное сечение образования, измеренное в эксперименте **CMS** и вероятности каналов распада $H \rightarrow ZZ, WW, \gamma\gamma, \tau\tau, bb$:

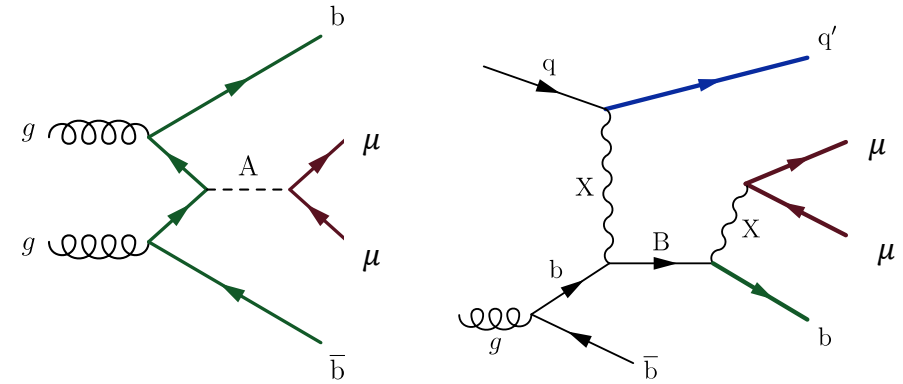
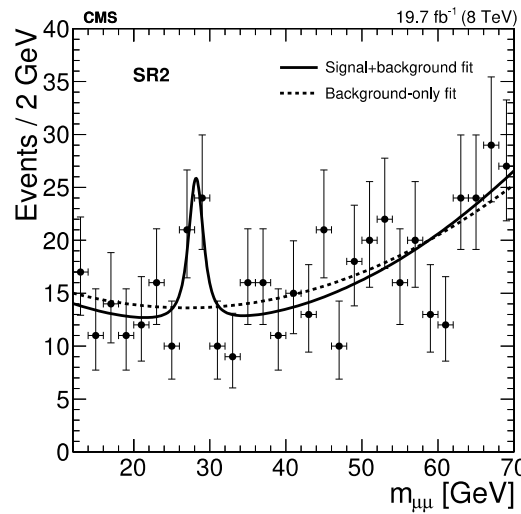
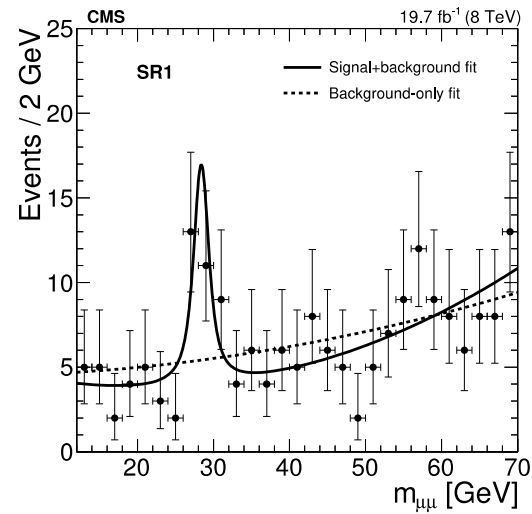
$$\sigma_H = 61.1 \pm 6.0(\text{stat}) \pm 3.7(\text{syst}) \text{ pb}$$

$$\text{сила сигнала } \mu = 1.17 \pm 0.10$$

Улучшение точности почти в два раза
Согласие в пределах достигнутой точности с СМ



JHEP 11 (2018) 161



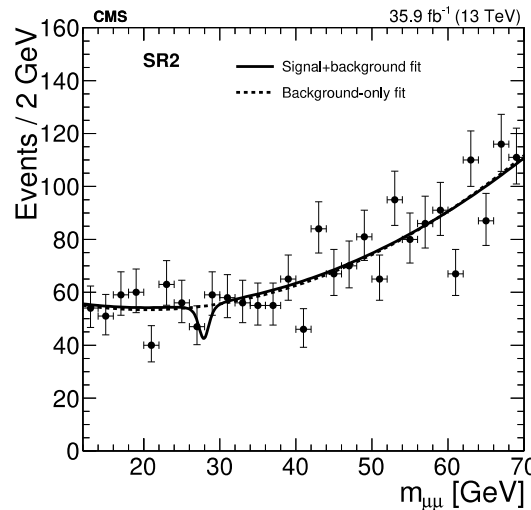
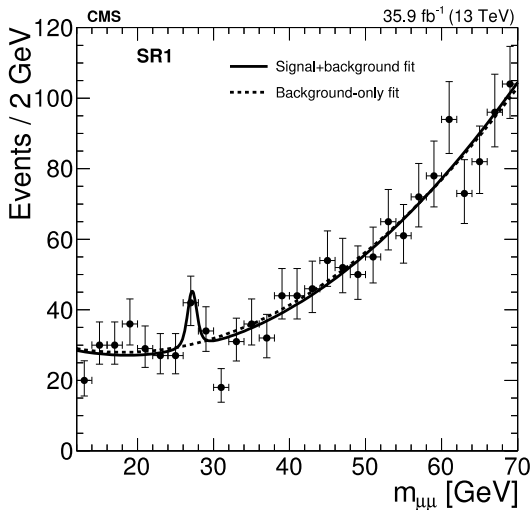
dimuon resonance 28 GeV

SR1:

associated b-jet: central
additional jet: forward

SR2:

associated b-jet: central
additional jet: central

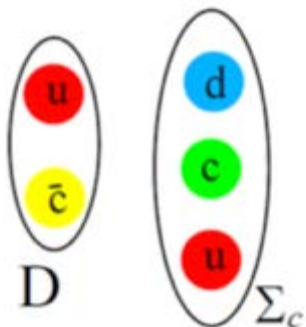
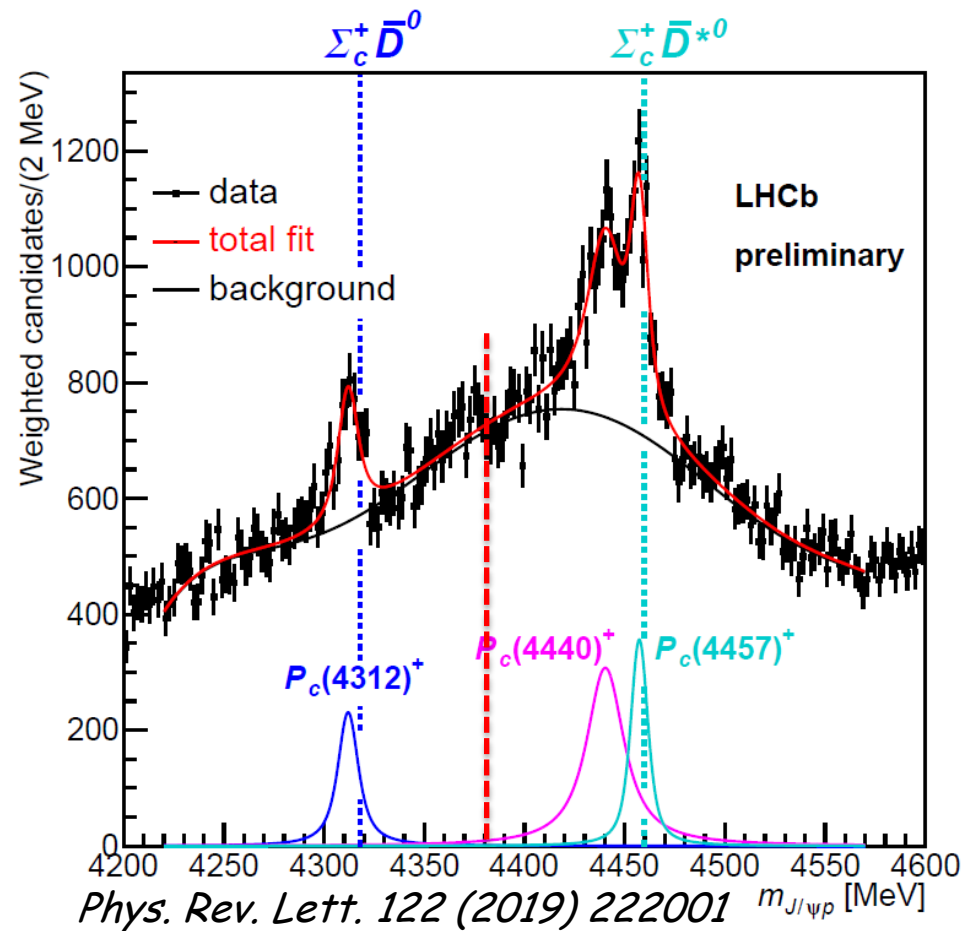


Event category	SR1 Additional forward jet	SR2 Additional central jet
m_X (GeV)	28.4 ± 0.6	28.2 ± 0.7
$\Gamma_{\mu\mu}$ (GeV)	1.9 ± 1.3	1.9 ± 1.1

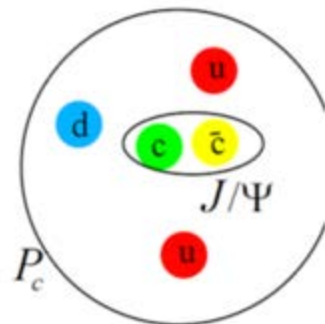
рук. группы в ЛHCб А. А. Воробьев

- На данных Run-I эксперимент ЛHCб установил существование промежуточных пентакварковых резонансов в системе $p\text{-}J/\psi$ для распадов типа $\Lambda_b^0 \rightarrow J/\psi p K^-$ (*Phys. Rev. Lett.* 115, 072001): $4380 \pm 37 \text{ MeV}$ и $4450 \pm 5 \text{ MeV}$
- Используя данные Run-2, удалось выделить три новых узких пентакварковых резонанса: $P_c(4312)^+$, $P_c(4440)^+$ и $P_c(4457)^+$, проявляющихся на пороге открытия сопряженных каналов распада на барион-мезонную пару с открытым очарованием.
- Для открытых состояний были измерены массы, ширины и соотношение вероятностей распада (R).
- Фундаментальный вклад ТО ПИЯФ - hadrocharmonium model ($\Psi_{2S}+p$) (В. Петров, М. Эйдес, М. Поляков)

$$\Lambda_b \rightarrow J/\psi p K^-$$



molecule $\Sigma_c + D^-$

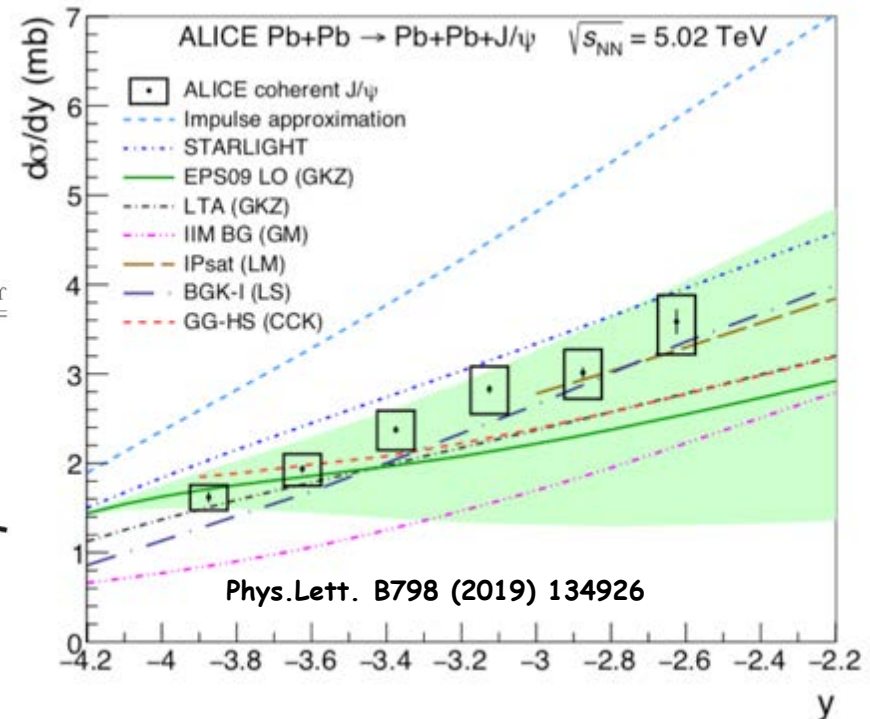
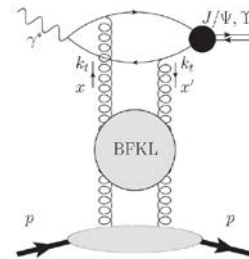
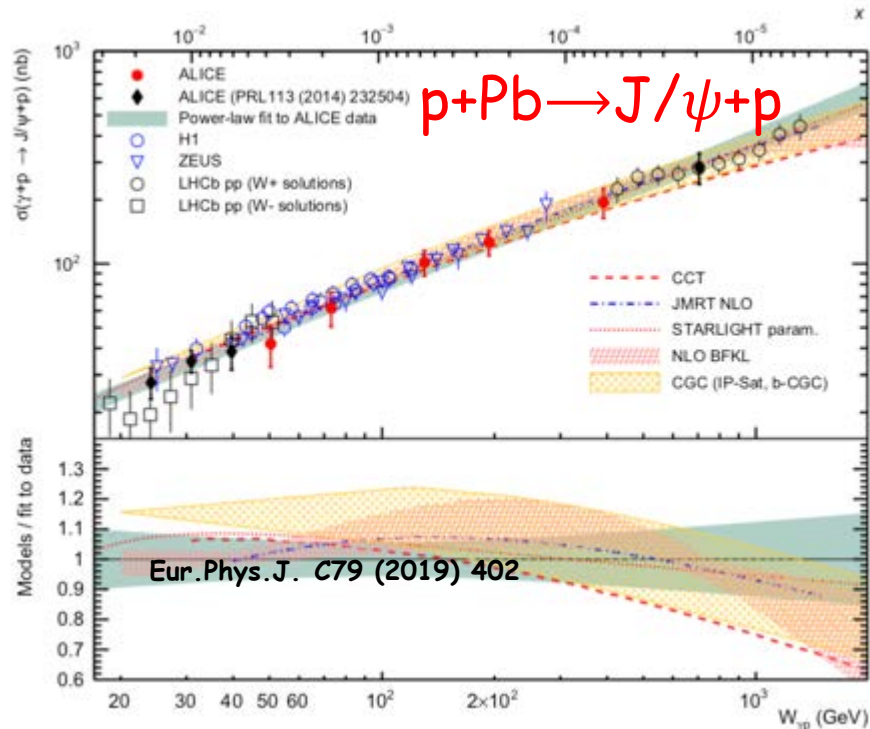


Hadrocharmonium $\Psi_{2S}+p$



Эксклюзивное фоторождение J/ψ на протоне и ядре в ультрапериферических столкновениях при $\sqrt{s} = 5.02$ TeV **Цель: Изучение глюонных распределений в нуклоне и ядерных глюонных экранировок в области малых x**

рук. группы в ALICE В. М. Самсонов



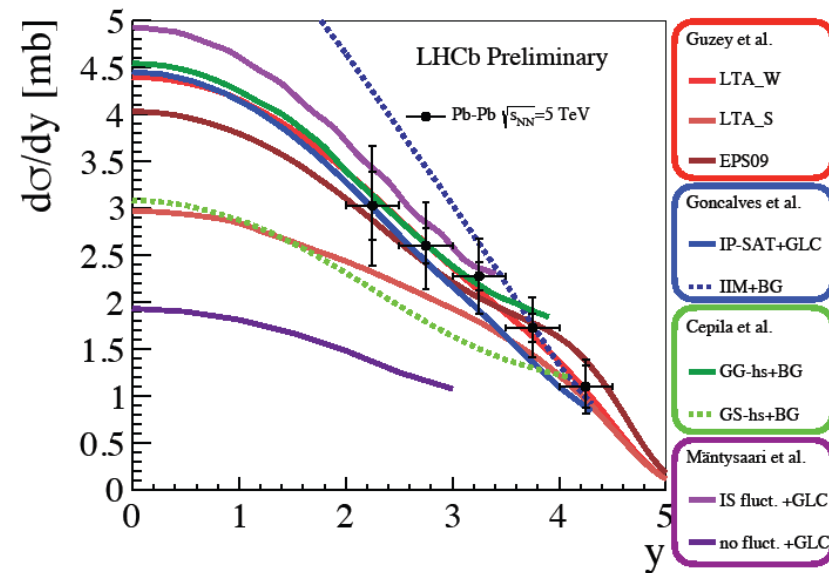
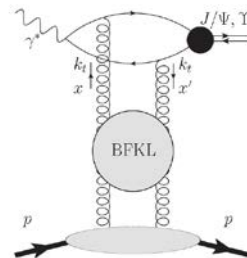
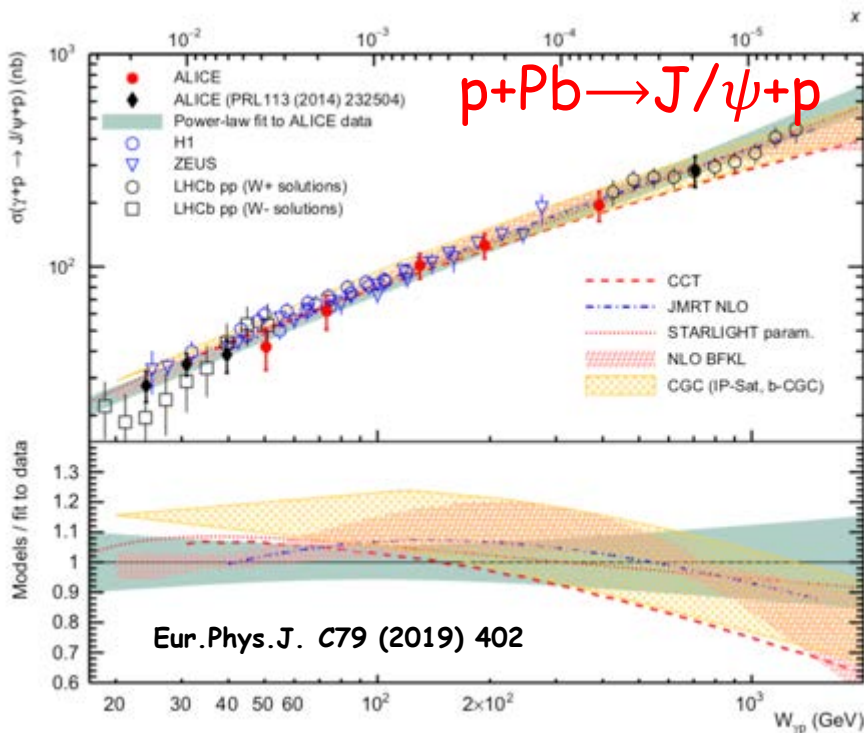
Результат из pp и pPb: Сечение измерено в беспрецедентном для фотон-нуклонных процессов интервале энергий. Данные согласуются с расчетами в NLO PQCD в интервале $2 \cdot 10^{-2} > x > 4 \cdot 10^{-6}$

Результат из ядро-ядерных столкновений: Из анализа измеренных сечений определен фактор ядерной экранировки глюонных распределений в Pb, который при $x \approx 0.02$ составляет 0.8 - 0.9. Ранее при измерениях в области центральных быстрот было получено значение 0.6 - 0.65 для фактора ядерной экранировки глюонов при $x \approx 0.001$



Эксклюзивное фоторождение J/Ψ на протоне и ядре в ультрапериферических столкновениях при $\sqrt{s} = 5.02$ TeV
 Цель: Изучение глюонных распределений в нуклоне и ядерных глюонных экранировок в области малых x

рук. группы в ALICE В. М. Самсонов

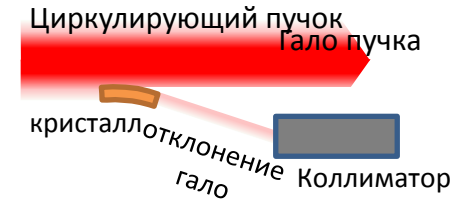


Результат из pp и pPb: Сечение измерено в беспрецедентном для фотон-нуклонных процессов интервале энергий. Данные согласуются с расчетами в NLO PQCD в интервале $2 \cdot 10^{-2} > x > 4 \cdot 10^{-6}$

Результат из ядро-ядерных столкновений: Из анализа измеренных сечений определен фактор ядерной экранировки глюонных распределений в Pb, который при $x \approx 0.02$ составляет 0.8 - 0.9. Ранее при измерениях в области центральных быстрот было получено значение 0.6 - 0.65 для фактора ядерной экранировки глюонов при $x \approx 0.001$

- Успехи исследований кристаллической коллимации пучков LHC при участии ТИЯФ и Коллаборации UA9 привели к заключению в 2019 году долгосрочного соглашения между ЦЕРН и ТИЯФ по разработке кристаллов для проекта HL-LHC.
- Для реализации системы кристаллической коллимации проекта HL-LHC в 2019 году заключено долгосрочное соглашение между ЦЕРН и НИЦ КИ ТИЯФ/ИФВЭ по созданию кристаллических станций для системы коллимации LHC в период 2020-2025 г.

Кристаллическая коллимация



ORGANISATION EUROPÉENNE POUR LA RECHERCHE NUCLÉAIRE (CERN)
EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH (CERN)

Addendum No. P109/A24

to

THE 2013 PROTOCOL CONCERNING SCIENTIFIC COLLABORATION

between

THE EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH
(CERN)

and

THE NATIONAL RESEARCH CENTRE KURCHATOV INSTITUTE
(NRC-KI)

to

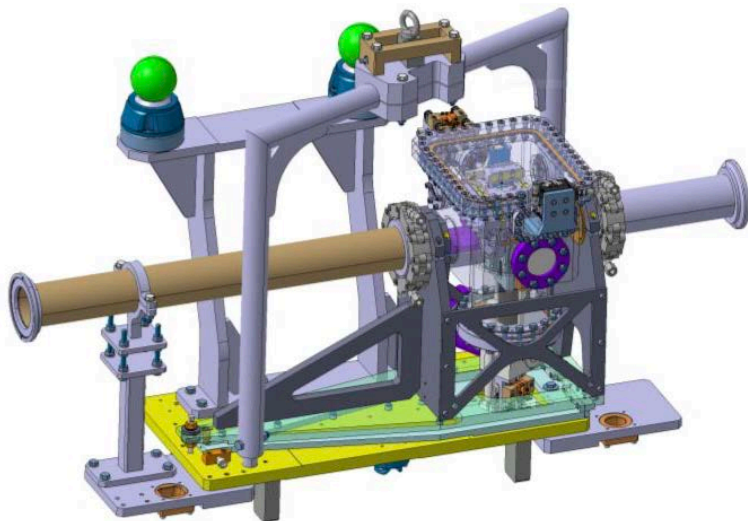
THE 1993 CO-OPERATION AGREEMENT BETWEEN THE GOVERNMENT OF
THE RUSSIAN FEDERATION AND CERN

concerning

Collaboration in the construction and testing of Crystal Collimation Systems for
the High Luminosity LHC Project

2019

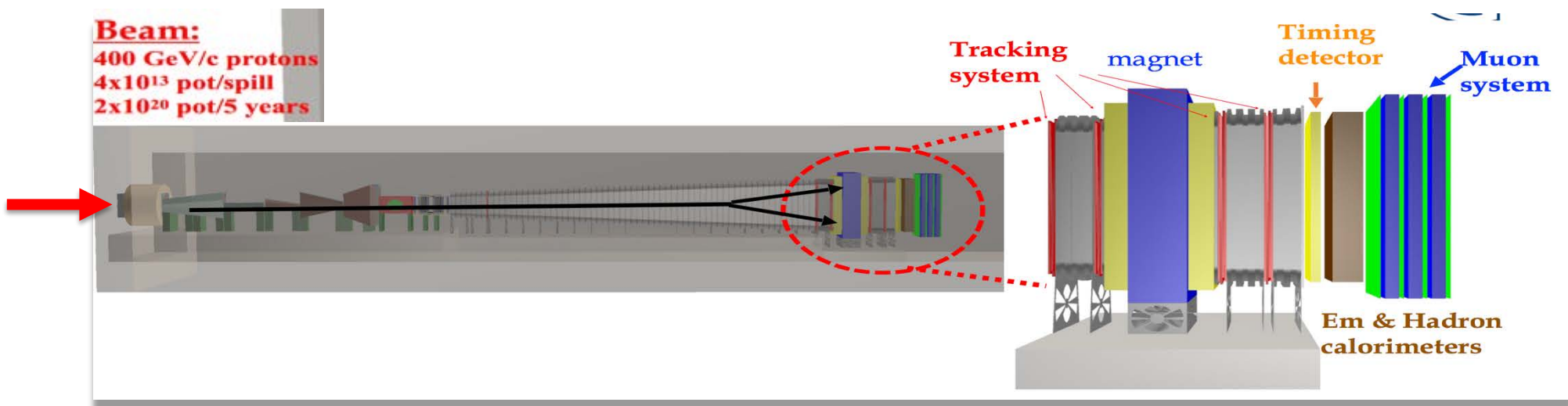
Горизонтальная кристаллическая станция HL-LHC





Search for Hidden Particles

рук. В. Т. Ким



□ SHiP Straw Tracker:

- production technology 18500 straw $d=2\text{cm}$ $L=5\text{m}$ JINR&PNPI
- event reconstruction
- physics performance
- digital read-out: conception
- test beam stand and data analysis

□ Status: R&D Midterm Preparation

- CDR submitted Dec. 2 2019
- TDR ~ 3 years -> 2022

□ 2019-2020 European Strategy

□ 2020 can be approved

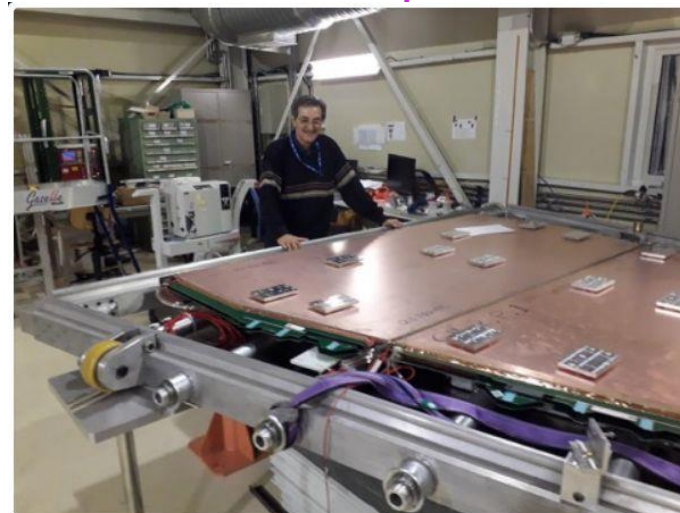


Модернизация экспериментов на LHC

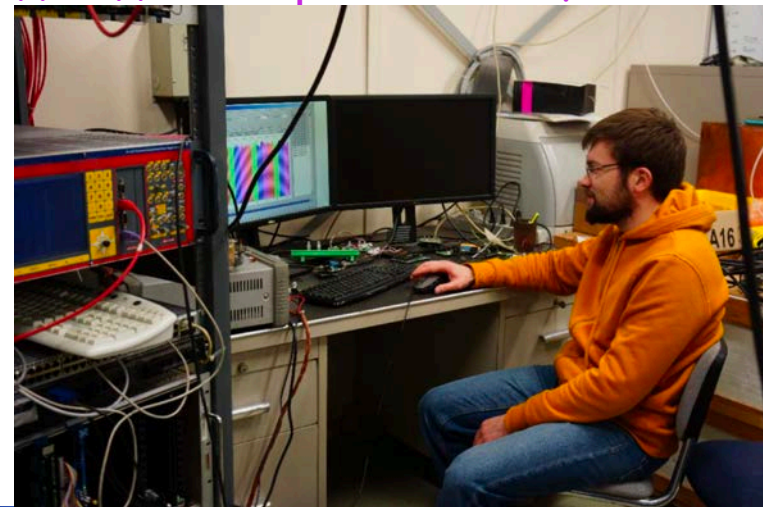


- ❑ **ATLAS:** модернизация передней части мюонного спектрометра - проект New Small Wheels. Создание тонкозачерненных камер
- ❑ **CMS:** модернизация передней части мюонного спектрометра. Система источников высоковольтного питания станций ME2-ME4 CMS
- ❑ **LHCb:** модернизация мюонного спектрометра. Высоковольтная система для мюонных камер M2R2, M3R2. Создание высокогранулярных камер M2R2 и M2R1.
- ❑ **ALICE:** создание Muon Forward Tracker

Первый квадруплет ТЗК мюонных камер в ЦЕРН



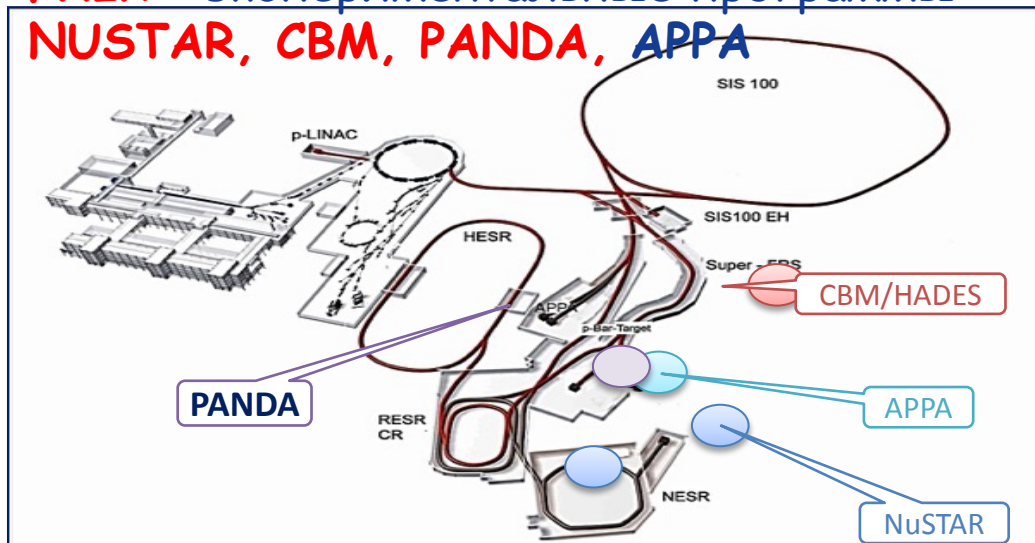
Тестирование мюонных камер для детектора LHCb в ЦЕРН





FAIR - экспериментальные программы:

NUSTAR, CBM, PANDA, APPA



ПЯЯФ - NUSTAR, CBM, PANDA

NUSTAR - **NU**clear **ST**ructure,
Astrophysics, and **R**eactions

CBM - плотная барионная материя:
Compressed **B**aryon **M**atter

PANDA - антипротонная программа:
antiProton **AN**nihilation in **DA**rmstadt

APPA - физика сверхплотной плазмы,
материаловедение и биология:

Atomc **P**lasma **P**hysics and **A**pplications

ПЯЯФ в NUSTAR

- **MATS** - Mass measurements with Penning Traps
- **R3B** - Reactions with Relativistic Radioactive Beams

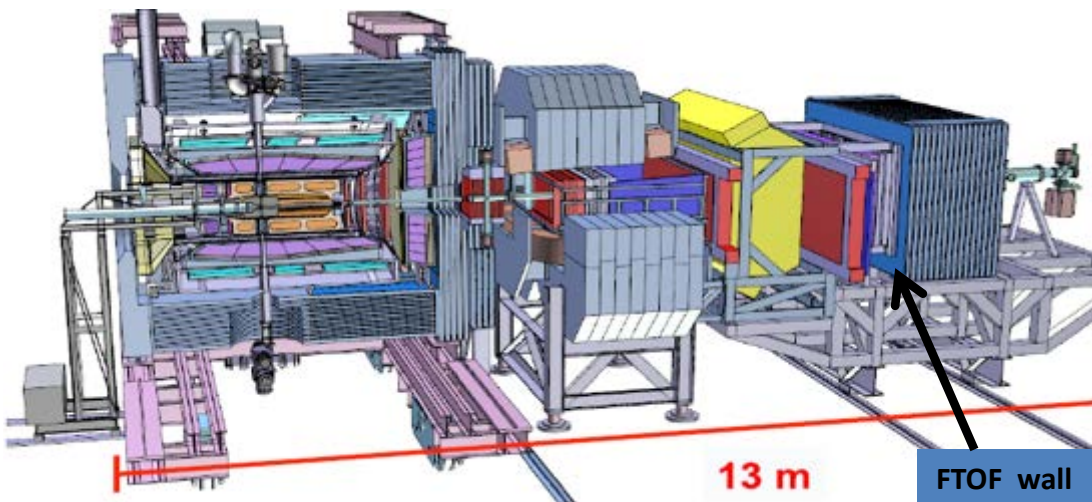


Эксперимент PANDA@FAIR



Panda detector at HESR. Momentum range from 1.5 to 15 GeV
HL mode $dp/p=10^{-4}$ $1.6 \times 10^{32} / \text{cm}^2 \text{s}$ about 10^7 int./s
HR mode $dp/p=10^{-5}$ $1.6 \times 10^{31} / \text{cm}^2 \text{s}$ up to 8.9 GeV (15GeV)

Лаборатория малонуклонных систем
(рук. С. Л. Белостоцкий)



PID of forward emitted particles using time-of-flight information for low momentum hadrons

protons $< 4. \text{GeV}/c$, kaons $< 3. \text{GeV}/c$, pions $< 2.5 \text{GeV}/c$
time resolution is about 50-100 ps

FS momentum resolution must be not worse 0.01,

FT reconstruction $\delta L_{\text{track}} \sim \text{few mm}$

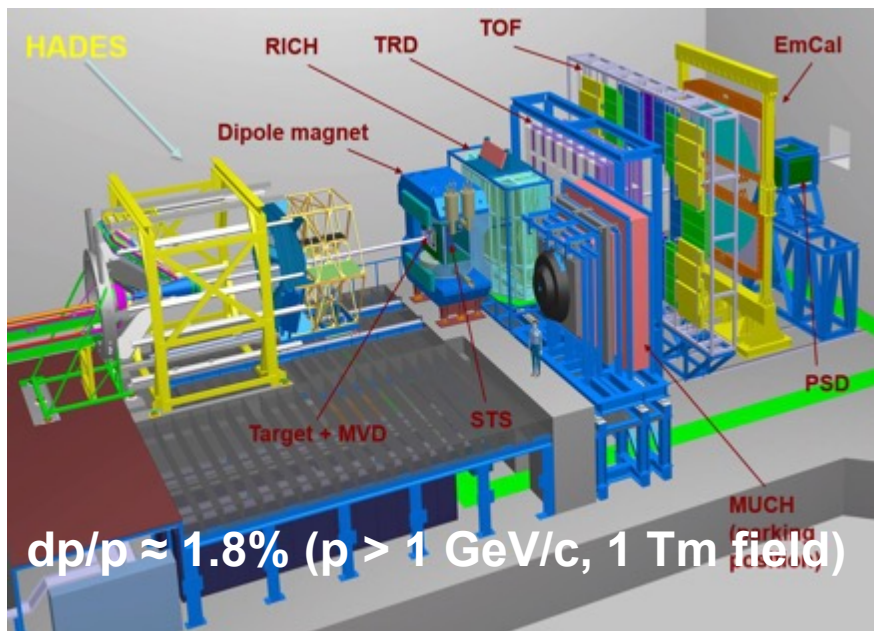




Лаборатория релятивистской ядерной физики (рук. В.М. Самсонов)

Начало эксперимента в 2024 году на синхротроне тяжелых ионов SIS-100

Цель: исследование фазовой диаграммы КХД в области высоких барионных плотностей с использованием высокоэнергетических ядерных столкновений. Идентификация лептонов и подавление пионов $> 1/5000$



RICH (координатор Ю. Г. Рябов):
Спроектирован, собран и испытан
стенд для приклейки зеркал.
Тестовые, плоские зеркала успешно
приклеены и установлены в
прототип фермы

RICH: Проведены испытания
полномасштабного прототипа
фермы поддержки зеркал.
Результаты испытаний совпали с
расчетами по программе ANSYS

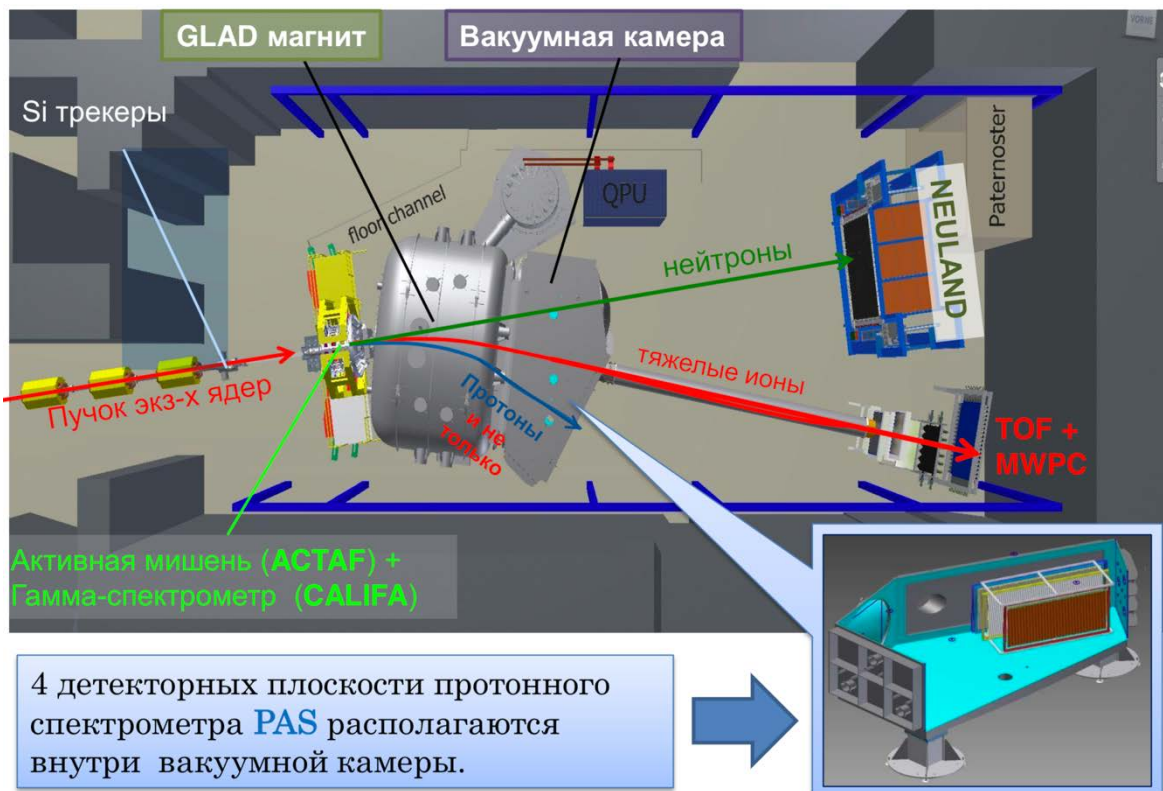


□ Детектор MUCH (координатор А. В. Ханзадеев):

- Представлен и принят немецкой стороной эскизный проект платформы MUCH и системы ее перемещения.
- Продолжена работа по разработке и проектированию поглотителей детектора, системы их крепления, структуры для подвеса камер



R3B – Reactions with Relativistic Radioactive Beams



650 трубок, изготовленных для станции X2 спектрометра PAS



Участие ОФВЭ в R3B:

- neutron detector NeuLAND (HV system)
- proton tracking detector (PAS)
- active target(s) (АКТАФ).

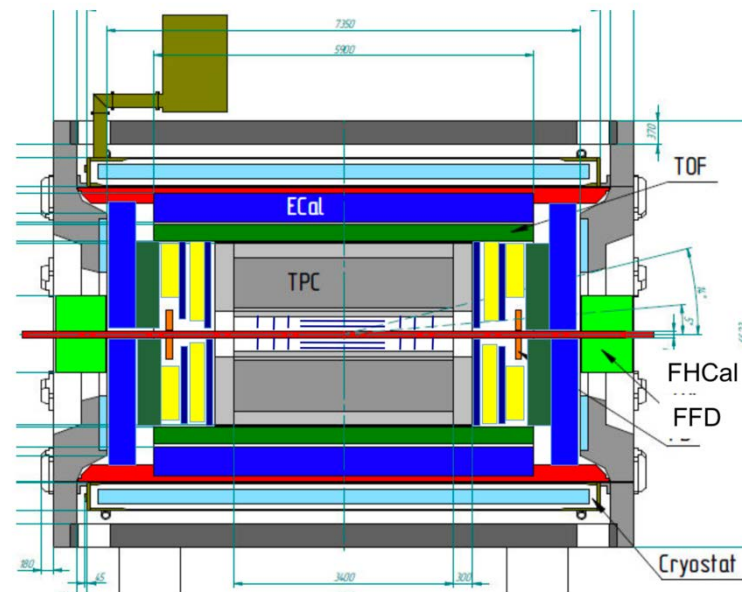


Эксперимент **MPD@NICA**



- ❑ Проект **NICA/MPD** будет реализован со сроками исполнения близкими к плановым показателям
- ❑ Участие в **NICA/MPD** является естественным продолжением деятельности ПИЯФ/ОФВЭ, участия в экспериментах **RHIC/PHENIX** и **LHC/ALICE**, сотрудничества с **FAIR/CBM**
- ❑ Создана международная коллаборации **MPD**
- ❑ Идет подготовка к подписанию **M&O**

Multi Purpose Detector



- 2018-2019 - строительство и запуск **Booster**
- 2019 - подготовка экспериментального зала **MPD**
- 2020 - окончание строительства и испытания магнита **MPD** - окончание строительных работ на площадке
- 2020 - сборка и запуск **MPD** (Стадия-I)
- 2021 - запуск Коллайдера
- 2021 - запуск в эксплуатацию Компьютерного центра
- 2023 - запуск **MPD** (Стадия-II)



Основные вклады ПИЯФ:

- газовая система TPC
- программное обеспечение для реконструкции сигналов в ECAL (digitizer-clusterizer) в условиях высокой множественности
- моделирование детектора, подготовка к измерению различных физических сигналов (адронные резонансы, диэлектронный континуум, ЛВМ, нейтральные мезоны, фотоны и др.)
- теоретическое изучение цветовой прозрачности в pA столкновениях
- участие в разработке и производстве трековых станций для форвардных спектрометров в рамках обновления экспериментальной установки

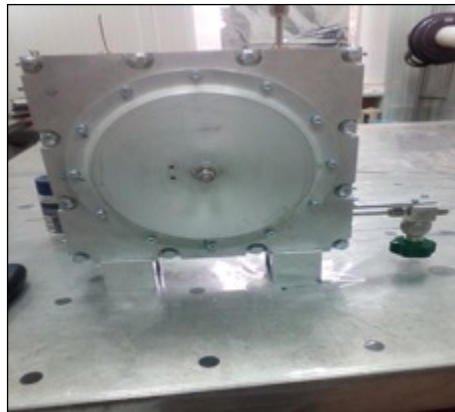
В.Г. Рябов deputy spokesman эксперимента MPD

□ 2019:

- 9 докладов на международных конференциях
- 4 публикации в реферируемых журналах
- 2 гранта РФФИ



Развитие детекторов тепловых нейтронов



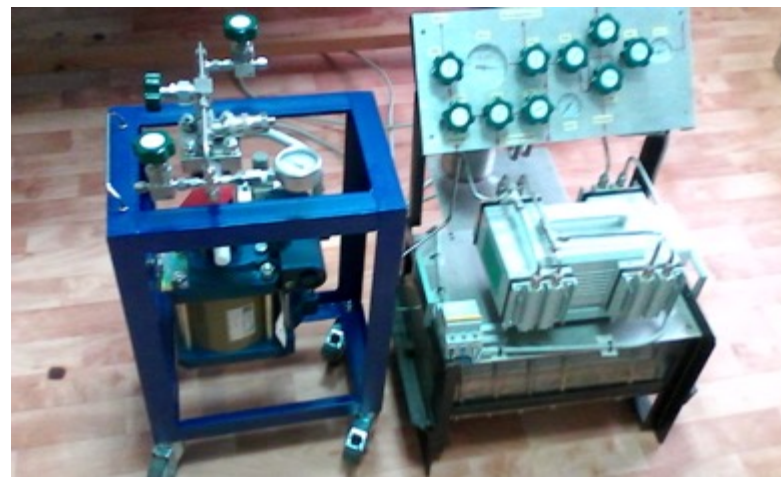
Разработка 2-D монитора нейтронных пучков для высокопоточного реактора ПИК ($I=10^6-10^8$ н/сек)

- 1) Gas mixture: 50 mBar N_2 + 950 mBar CF_4
- 2) Efficiency: 0.0002 % ($\lambda=1.8 \text{ \AA}$)
- 3) $^{14}N + n \rightarrow p + ^{14}C + 626 \text{ keV}$; $\sigma=1.9 \text{ barn}$ ($\lambda=1.8 \text{ \AA}$)

Установка по очистке 3He и бустер для его перекачивания до $P=100\text{Атм}$



Установка по очистке CO_2





- **CMS (CERN, LHC):** Разработка, конструирование, тестирование, ввод в эксплуатацию системы распределения высоковольтного питания (900 каналов) CSC камер.
- **SHiP (CERN, SPS):** Разработка системы считывания данных Straw-трекера
- **R3B (FAIR, NeuLAND):** Разработка, конструирование, тестирование, ввод в эксплуатацию 6000-канальной системы распределения высоковольтного питания (HVDS) для фотоумножителей спектрометра NeuLAND
- **R3B (FAIR, PAS):** Разработка, конструирование, введение в эксплуатацию 2000-канальной подсистемы усиления и формирования сигналов и системы распределения высоковольтного питания Straw-детектора
- **Proton:** Разработка, конструирование, введение в эксплуатацию системы регистрации и считывания данных e^- - спектрометра и p^+ - спектрометра для прецизионного измерения дифференциального сечения $e p$ -упругого рассеяния

36-канальный модуль распределения высоковольтного питания



9-канальный модуль источников высоковольтного питания



DB50 - 50-канальный модуль распределения высоковольтного питания системы HVDS

Модуль ASD16 - 16 канальный усилитель - дискриминатор



ASF48et - 48-канальная карта сбора аналоговой информации с навесным предусилителем, Flash ADC и программируемой FPGA -логикой



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ



И ТЕРПЕНИЕ И.....

С НОВЫМ ГОДОМ!



С Новым
Годом!

© MARY BELL