



Отделение физики высоких энергий

ИТОГИ - 2018

О. Л. Федин
Научная сессия ученого совета ОФВЭ
27 декабря 2018 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



Администрация 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

В.В. Саранцев



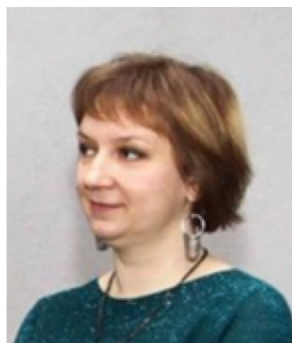
учёный секретарь

И.А. Логинова



зам. руководителя
по общим вопросам

С. Н. Александрова



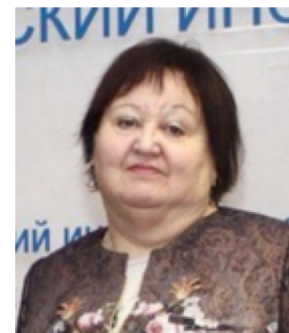
Помощник зам.
руководителя по
общим вопросам

Г.Е. Гаврилов



главный
инженер
ОФВЭ

Л.Ф. Никитина



помощник
руководителя по
научным связям

А. А. Дзюба



помощник
руководителя
по молодежи



Администрация ОФВЭ



Л. И. Киселева



Помощник
главного
инженера ОФВЭ

Л. Л. Виноградова



Помощник
ученого
секретаря ОФВЭ

Е. Н. Черная



Секретариат ОФВЭ

Л. Р. Ахметова



ПОМОЩНИК
руководителя

С. Ф. Удалова



Веб-мастер
сайта ОФВЭ

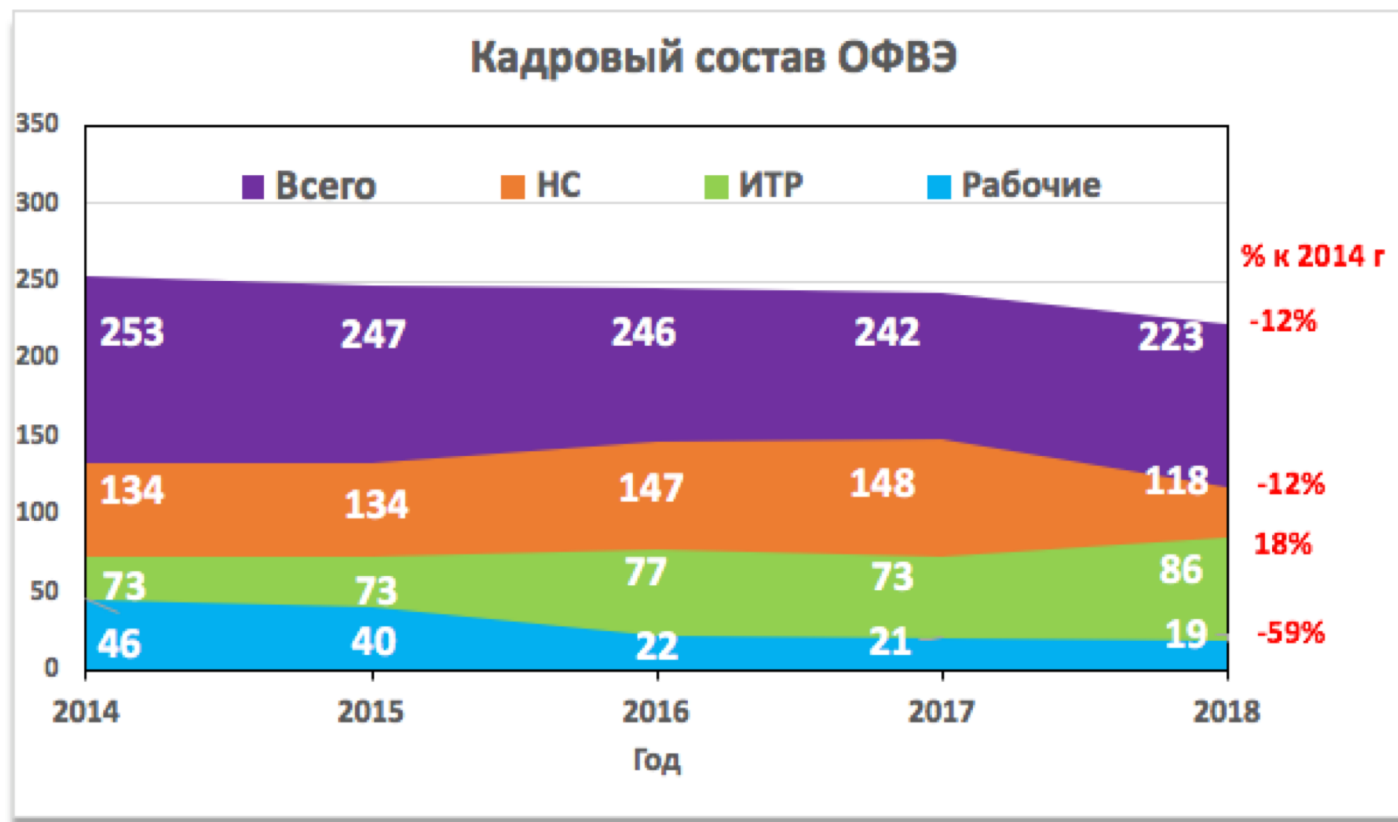




<input type="checkbox"/> На декабрь 2018 года в ОФВЭ:	223 (163 ставок)
➤ Научных сотрудников	118 (97 ставок)
➤ Научно-технические работники	86
➤ Рабочих	19
<input type="checkbox"/> Докторов физ.-мат. наук	18
<input type="checkbox"/> Кандидатов физ.-мат. наук	57
<input type="checkbox"/> Аспирантов	5
<input type="checkbox"/> Студенты	13
<input type="checkbox"/> Возраст:	
➤ До 35 лет	32
➤ От 35 до 70 лет	116
➤ Старше 70 лет	75



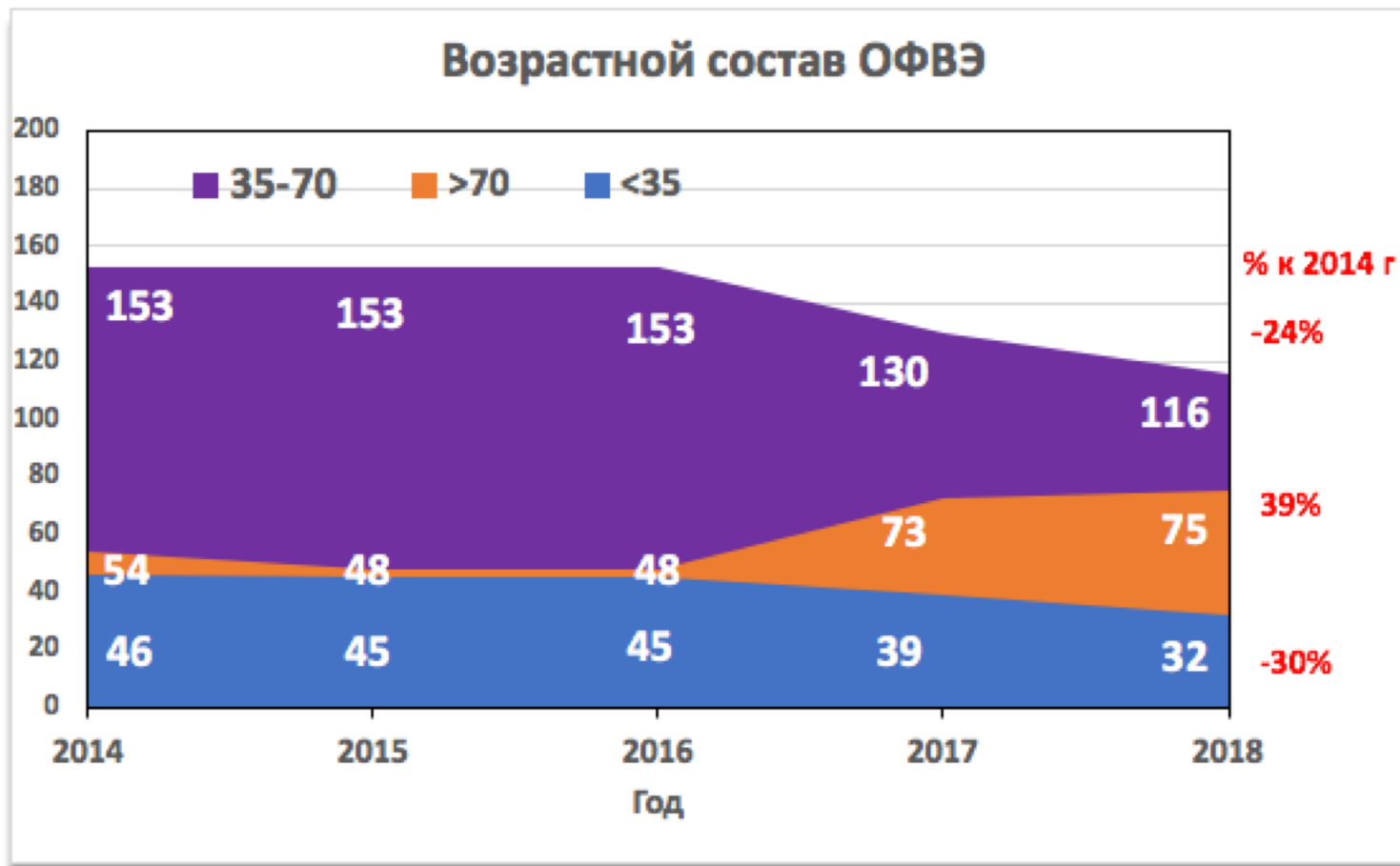
Кадровый состав ОФВЭ



- В связи с оптимизацией проводимой администрацией института для исполнения указов Президента РФ:
 - 8 н/с переведены в вед. инж.
 - 25 н/с переведены на 0,5 ставки с сохранением з/п
 - Студенты переведены из лаб. исс. в ст. лаб.



Возрастной состав ОФВЭ





□ Субсидии на выполнение гос. задания:	
➤ материалы, оборудование и прочие	3,0 МР
➤ командировки	5,9 МР
□ РФФИ (Федин О.Л., Гузей В.А.)	1,0 МР
□ Субсидии на проект ПРОТОН:	
➤ материалы и оборудование	14,0 МР
Итого:	20,9 МР
	(2017 - 15,754МР)



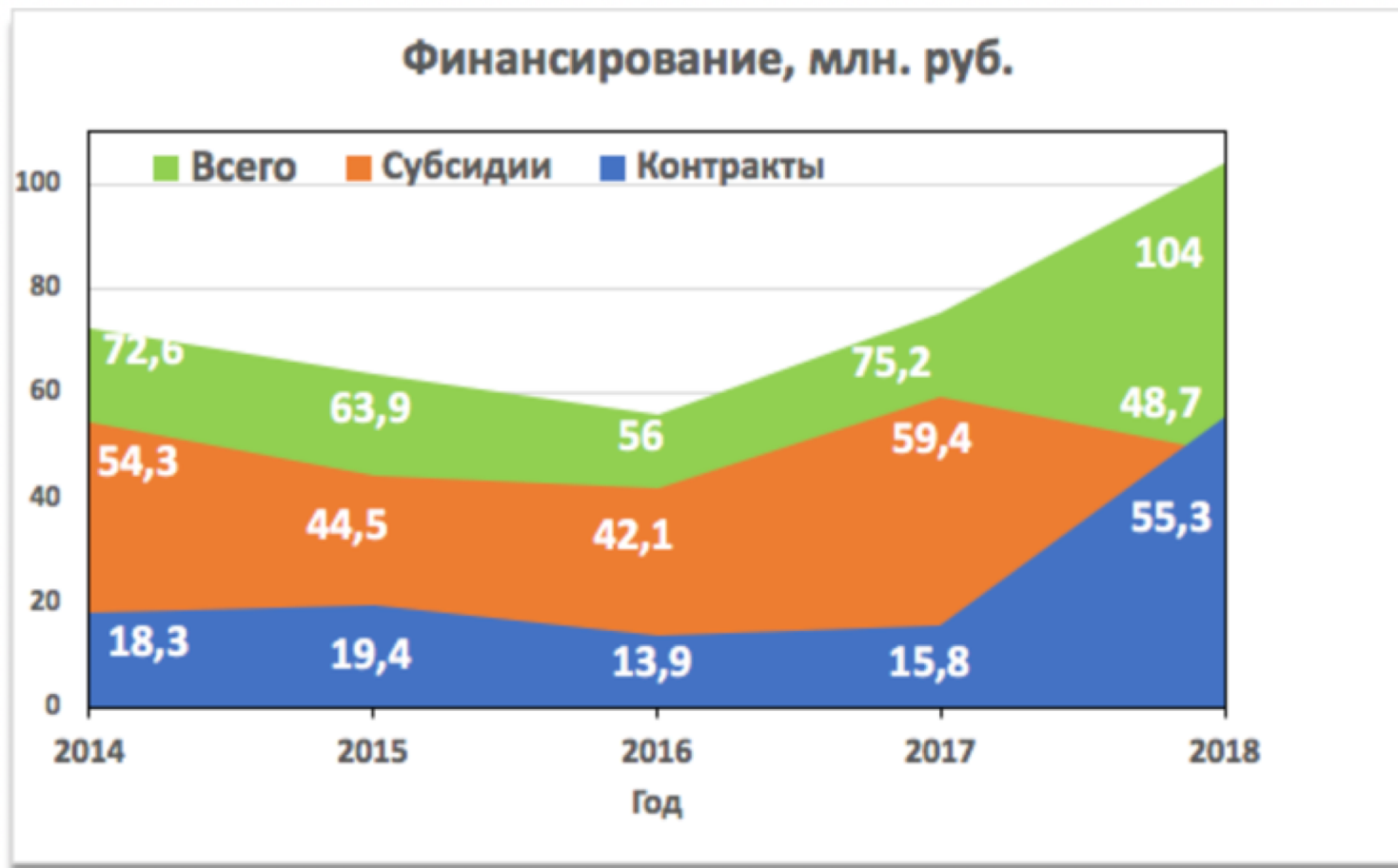
□ FAIR:

➤ Головцов В Л	173 000 €
➤ Самсонов В М	193 000 €
➤ Самсонов В М	193 000 €
➤ Крившич А Г	150 000 €

□ Субсидии на модернизацию детекторов БАК:

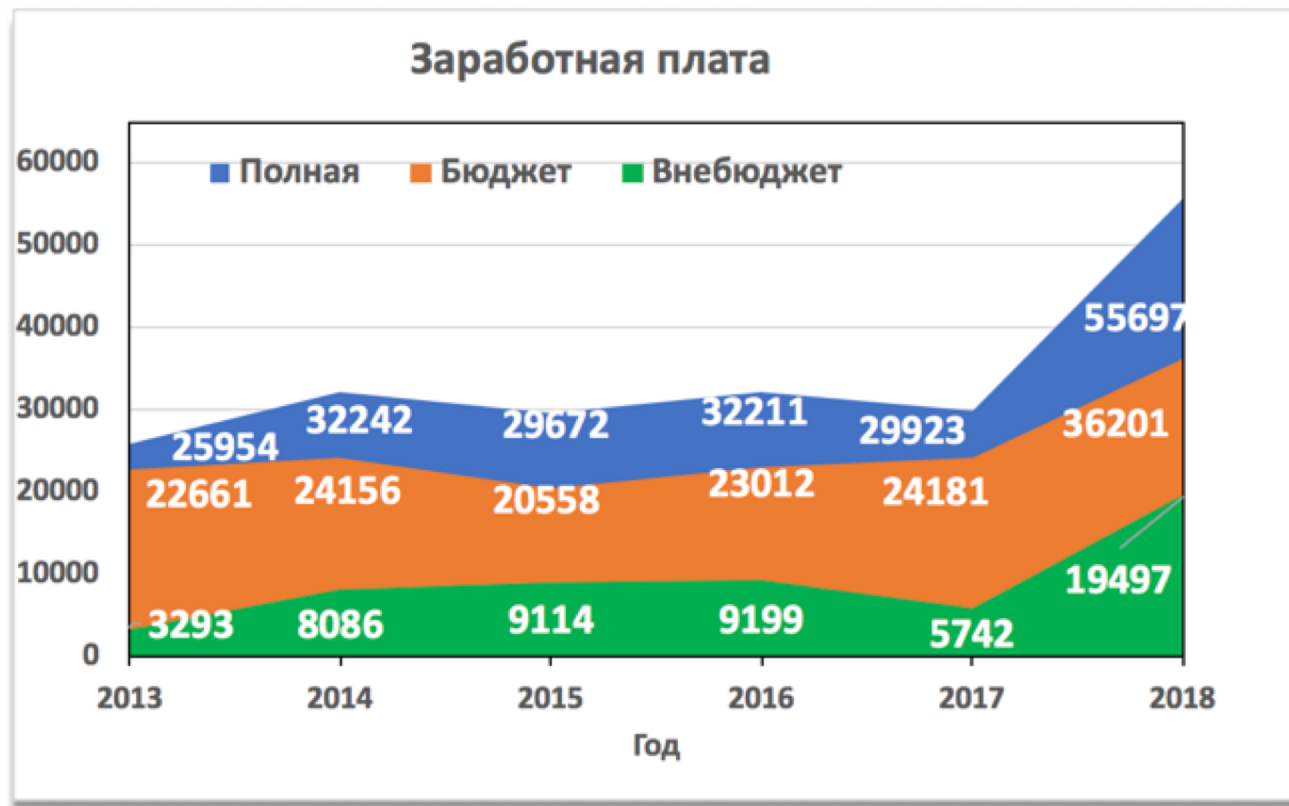
➤ LHCb	8 МР
➤ ALICE	8,5 МР
➤ ATLAS	7,3 МР
➤ CMS	4,0 МР

Итого: 83,1 МР
($\langle \text{€} / \text{Р} \rangle = 78$)
2017 59,4 МР



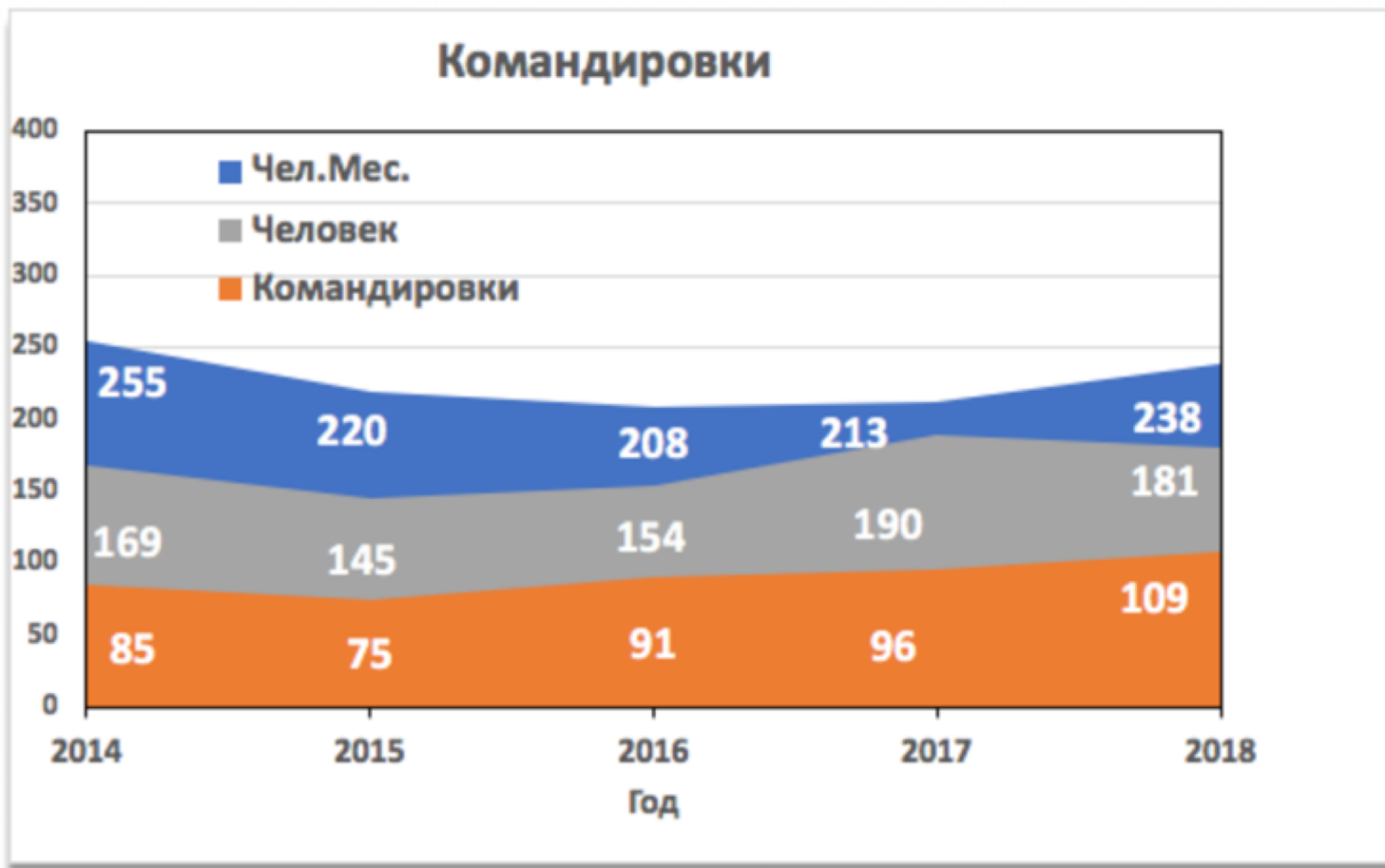


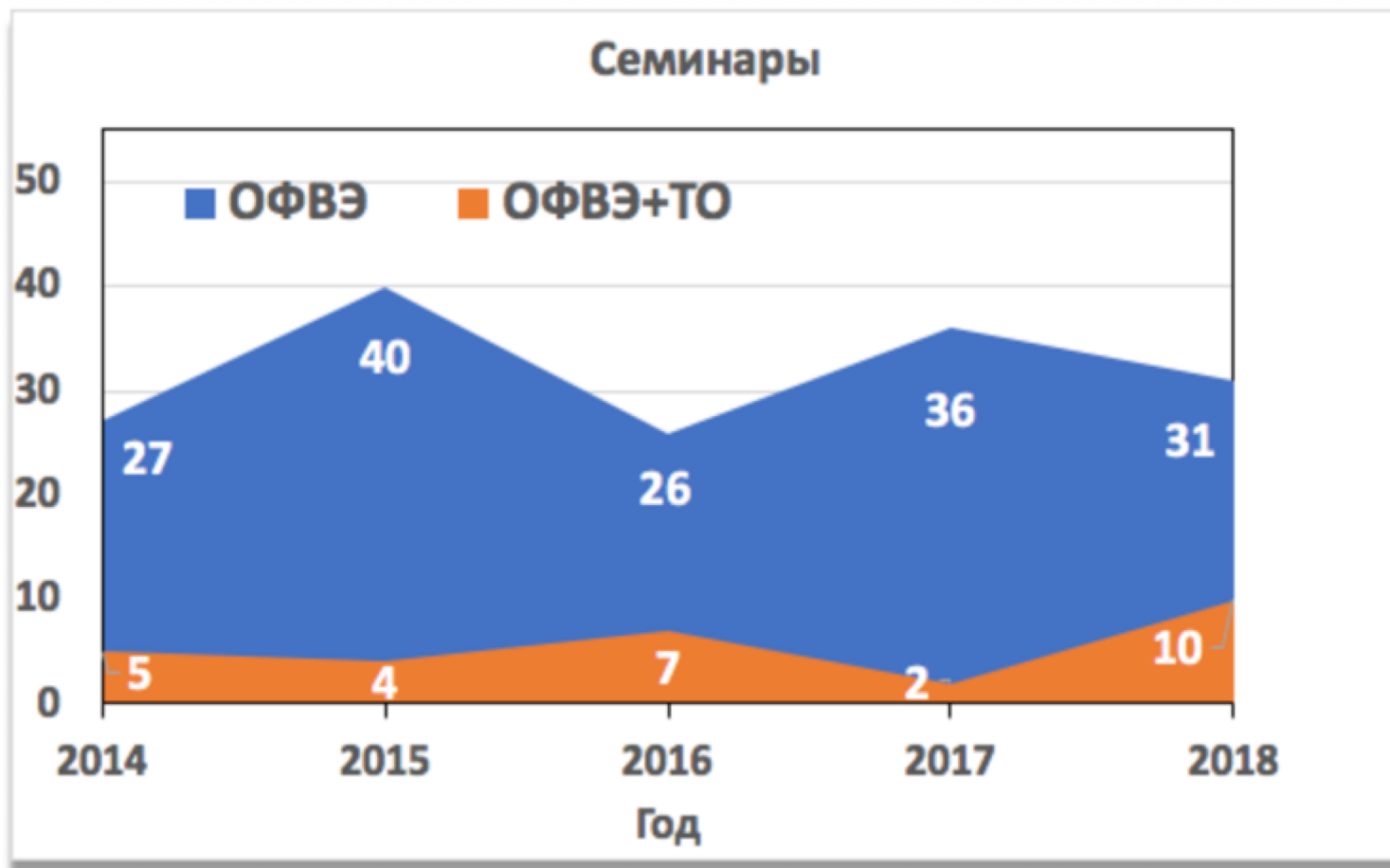
Зарботная плата

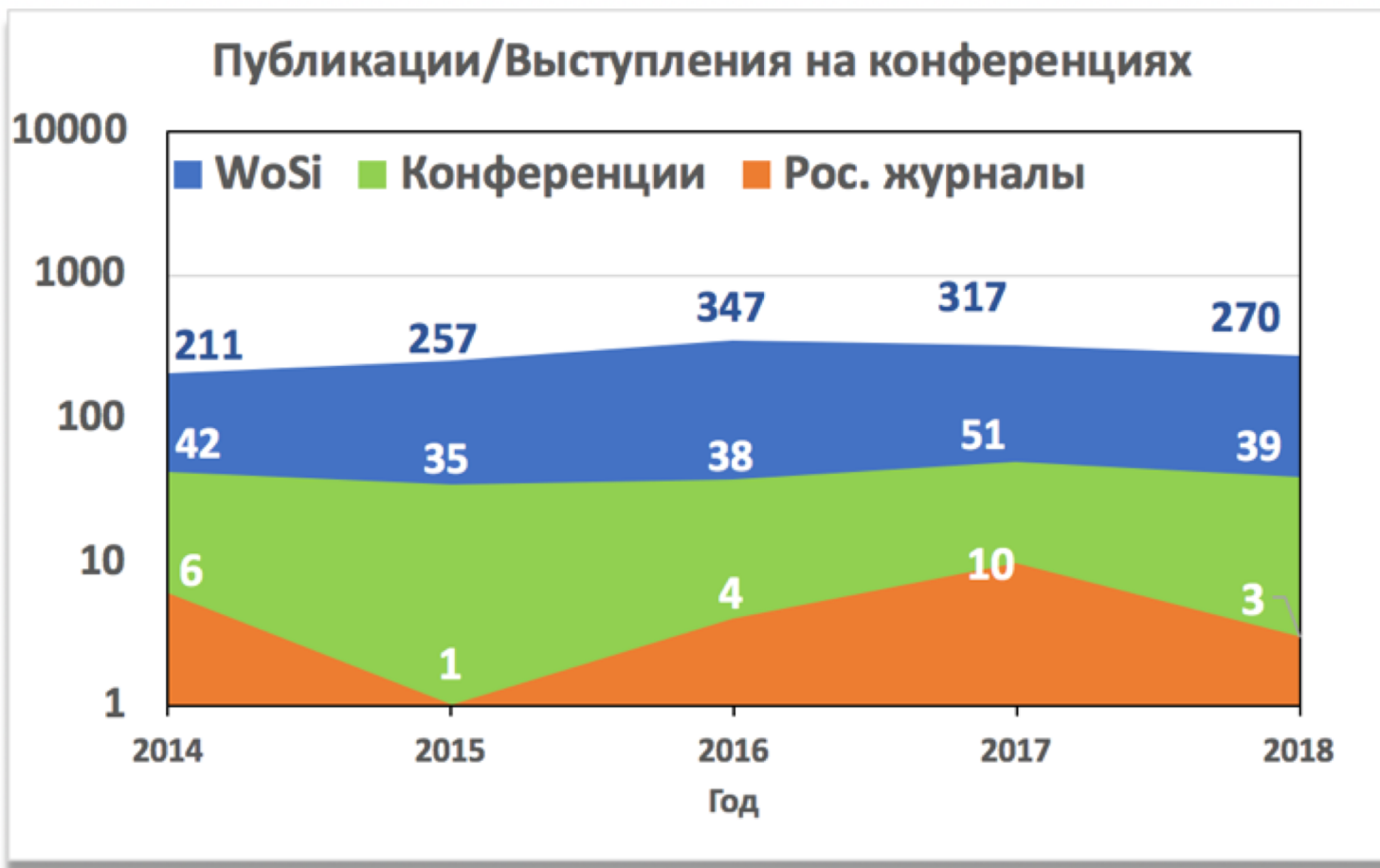




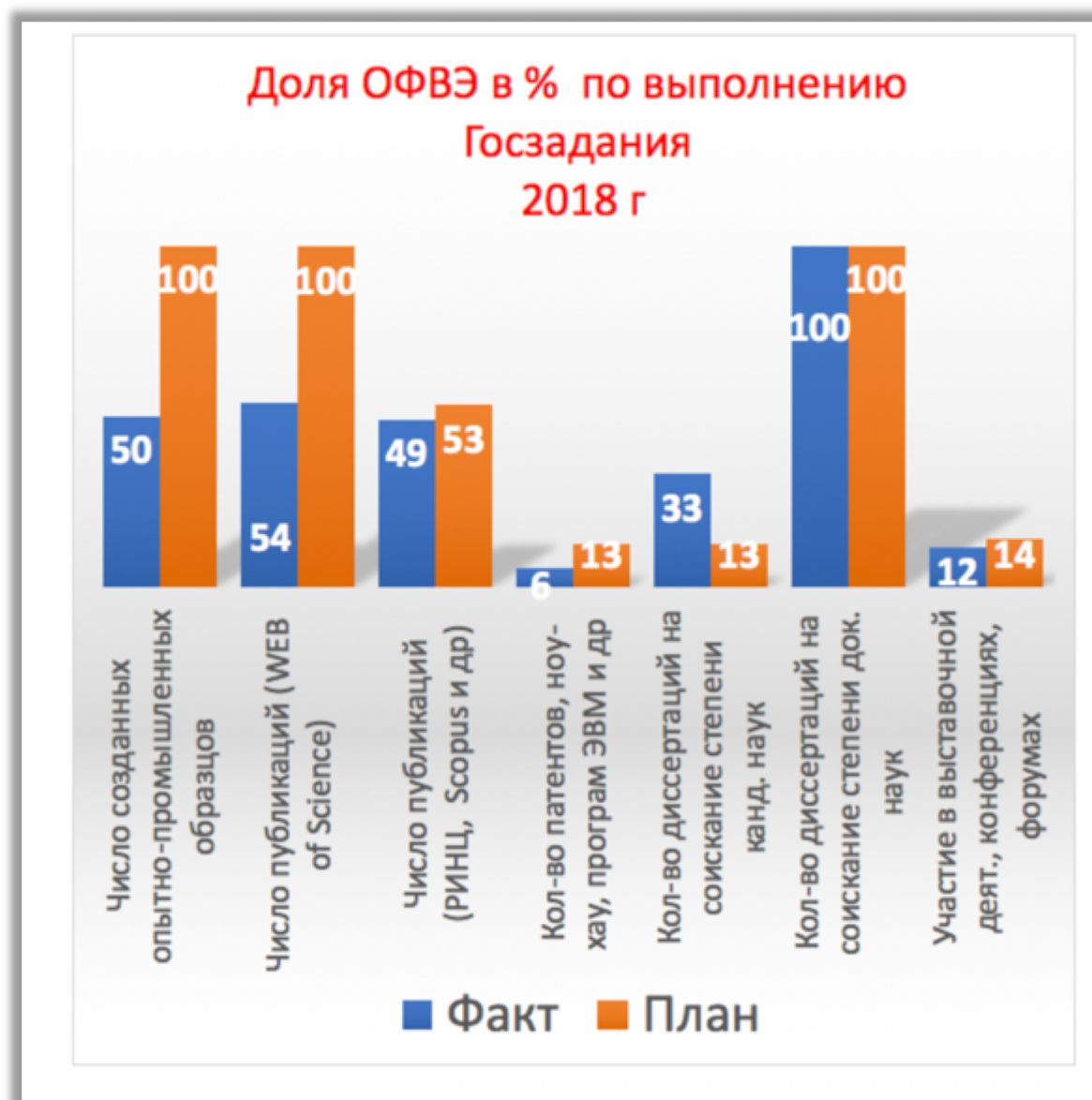
Командировки







Закончена работа по написанию статей для пятилетнего сборника достижений отделения !





Ученая степень кандидата физико-математических наук:

Филянин Павел Евгеньевич

«Измерение малых энергий β -распада нуклидов с использованием ионных ловушек Пеннинга»



П О З Д Р А В Л Я Е М !



Обещания поза-позапрошлого года

Докторские диссертации (обещания прошлого года)

Головцов Виктор Леонтьевич
«Системы считывания и отбора данных в экспериментах физики вз. »

Иванов Юрий Михайлович.
“Кристаллооптика пучков заряженных частиц высоких энергий с упругоквазимозаичными кристаллами”

Васильев Александр Анатольевич
«Криогенные мишени в ядерно-физических экспериментах»

Манаенков Сергей Иванович
«Спин-зависящее рождение векторных мезонов в эксперименте Гермес»

Диссертации:

2018: одна кандидатская и одна докторская

2017: 2 кандидатские

2016: 2 докторские и 3 кандидатские



Премии/Стипендии/Награды



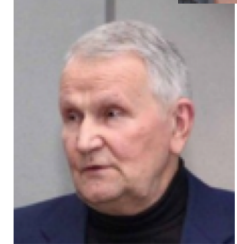
- Ежегодная награда международной коллаборации CMS за лучшую работу по детектору CMS в 2017

Кузнецовой Екатерине Владимировне



- За заслуги в области науки и техники присвоено почетное звание «Почетный работник науки и техники Российской Федерации»

Владимиру Николаевичу Пантелееву



- Почётная грамота-благодарность за добросовестный труд в связи с 75-летием НИЦ «Курчатовский институт»

Гаврилову Геннадию Евгеньевичу



Бочину Борису Васильевичу

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

Кравченко Толине Валерьевне



Селиверстов Максим Дмитриевич





Первая премия

- Обнаружение пяти новых возбужденных состояний Ω_c -бариона.
Г. Д. Алхазов, Н. Ф. Бондарь, А. А. Воробьев, А. А. Дзюба, С.Н. Котряхова, О. Е. Маев, Н. Р. Сагидова, А. Д. Чубыкин, Ю. А. Щеглов и др. (LHCb collaboration)
- Создание в рамках эксперимента MuSun хроматографического метода измерения следовых количеств примесей азота и кислорода в водороде (дейтерии) и системы прецизионной калибровки, основанной на динамическом смешении потоков определяемых веществ.
А. А. Васильев, М. Е. Взнуздаев, В. А. Ганжа, К. А. Ившин, Т. А. Кравцов, Т. В. Кравченко, В. А. Трофимов, P. Kammel, C. Petitjean, F. Wauters.

Вторая премия

- Исследование сосуществования форм ядер в области $Z=82$, $N=104$ путем анализа альфа- и бета-распадов с использованием лазерной спектроскопии.
А. Е. Барзах, Т. Л. Молканов, М. Д. Селиверстов, Д. В. Федоров и др.
- Новые методы лазерной спектроскопии на основе резонансной фотоионизации атомов.
А. Е. Барзах, Ю. М. Волков, Т. Л. Молканов, М. Д. Селиверстов, Д. В. Федоров и др.
- Извлечение отношений спиральных амплитуд из данных коллаборации HERMES по эксклюзивному электророждению p -мезонов на поперечно поляризованных протонах.
С. Л. Белостоцкий, Д. О. Веретенников, Г. Е. Гаврилов, А. А. Изотов, А. Ю. Киселев, Т. В. Кравченко, С. И. Манаенков и др. (HERMES collaboration)



Третья премия

- Наблюдение структуры в сечениях и в отношениях сечений неупругого (p, p') рассеяния на ядрах при энергии 1 ГэВ.
Г. М. Амальский, В. А. Андреев, Г. Е. Гаврилов, А. А. Жданов, А. А. Изотов, Д. С. Ильин, А. Ю. Киселев, Н. Г. Козленко, П. В. Кравченко, М. П. Левченко, Д. А. Майсузенко, О. В. Миклухо, В. И. Мурзин, Д. В. Новинский, А. Н. Трокофьев, С. И. Труги, А. В. Шведчиков
- Гало-структура ядра ${}^8\text{B}$, определенная методом измерения упругого рассеяния протонов промежуточной энергии в инверсной кинематике.
Г. Д. Алхазов, А. А. Воробьев, А. В. Добровольский, А. Г. Инглесси, Г. А. Королев, Г. Е. Петров, Л. О. Сергеев, А. В. Ханзадеев, В. И. Яцюра и др.



- СЦ ПИЯФ: ИРИС, МАТТ, μ SR, π -канал
- ПИЯФ: POLFUSION

- МАМИ(Германия): ПРОТОН

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

- PSI (Швейцария): MuSun -продолжение?

- BNL(США): PHENIX \rightarrow sPHENIX продолжение маловероятно?

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

- Jyvaskylä (Финляндия): JUFLTRAP
- Гейдельберг(Германия): PENTANRAP

- Bonn (Германия): BGO-AD

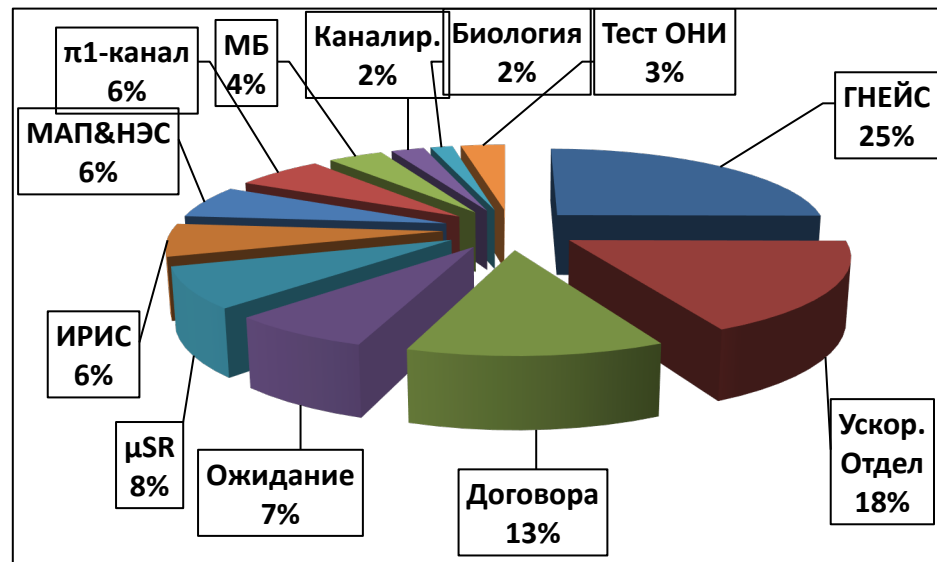


Синхроциклотрон ПИЯФ



Работа ускорителя за период с декабря 2017 по декабрь 2018: - 3058 часов (2017:3030 часов ~126 дней)

Из них ОФВЭ - 611 часов - 20% (2017: 606 часов -20%)

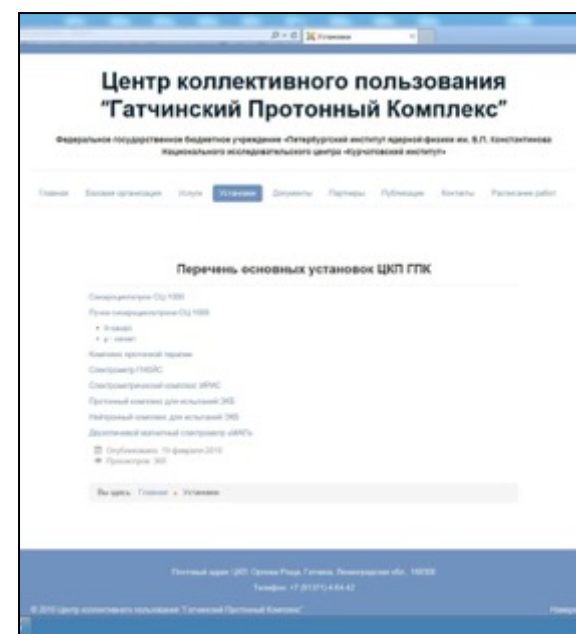


□ ПРОБЛЕМЫ:

- Продление срока эксплуатации РИ СЦ-1000 - (до марта 2020)
- Продление срока эксплуатации РИ Комплекса СЦ-1000 - (до марта 2020)
- Продление срока эксплуатации РИ ИРИС (до марта 2020)



Центр коллективного пользования
 “Гатчинский Протонный Комплекс”
<http://qpc.pnpi.nrcki.ru/>
<http://www.ckp-rf.ru/ckp/585217/>



Три заявки от ОФВЭ: π -канал, МАП и ИРИС



УО выполнил своими силами большую работу по ремонту/модернизации ускорителя



Отремонтирован высоковольтный двигатель привода электромашинного агрегата, питающего Е-9



Приобретены и заканчивается монтаж и обвязка двух новых насосов I контура



Договор с НИЦ «Курчатовский институт» - ИТЭФ.

Выполнение работ по разработке и комплексированию пакета документации, необходимого и достаточного для **конструирования, изготовления, сертификации и эксплуатации** оборудования медицинского назначения для создания исследовательского онкоофтальмологического комплекса протонной лучевой терапии на базе циклотрона Ц-80 НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ

По результатам 2018 года
в январе 2019
планируется семинар
ПИЯФ.



Разработка инновационных методов получения радионуклидов для медицины

Лаборатория короткоживущих ядер (рук. В. Н. Пантелеев)

Радионуклид	$T_{1/2}$ (период полураспада)	Мишень
Cu-64	12.7 h	Ni
* Cu-67	2.58 d	Zn
Ge-68	270.8 d	Ga
* Sr-82	25.55 d	Rb
Tc-99	6 h	Mo
In-111	2.8 d	Cd
I-123	13.27 h	Te
I-124	4.17 d	Te
Tb-149	4.1 h	Gd
* Ra-223	11.4 d	ThC
* Ra-224	3.66 d	ThC
* Ac-225	10 d	ThC

Красным и синим помечены радионуклиды, которые планируется получать инновационными масс-сепараторным и высокотемпературным методами на 1-ой и 2-ой станциях
Звездочками помечены радионуклиды, для которых разработаны новые методы выделения



Выигранные аванпроекты по использованию новых методов получения генераторных радионуклидов **Sr-82** и **Ge-68**, а также радионуклидов альфа-эмиттеров **Ra-223,224** и **Ac-225** позволяют надеяться на получение финансирования от Росатома на проектирование и строительство двух соответствующих инновационных мишенных станций.



π -мезонный канал на СЦ-1000



Изучение изотопической инвариантности в процессах образования η -мезона около порога

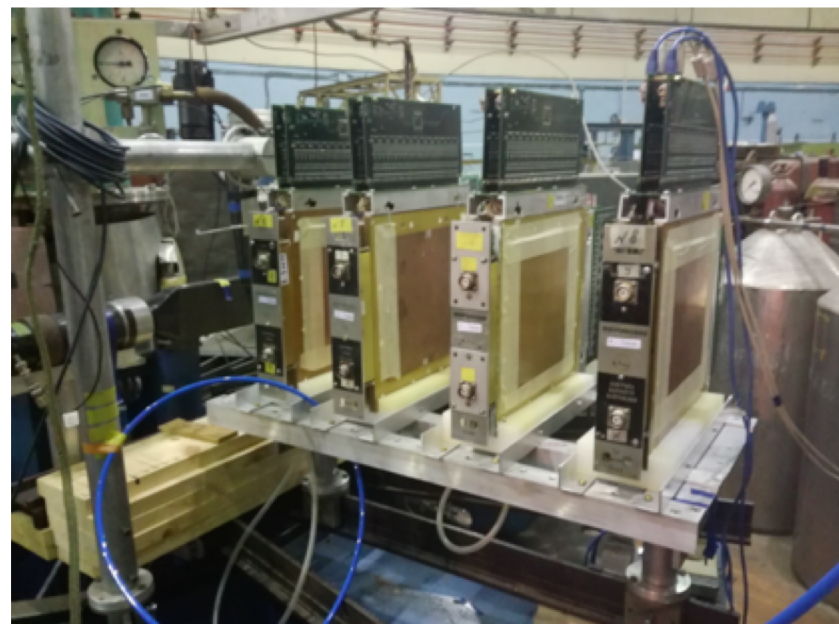


Расположение Пропорциональных Камер на π -канале

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

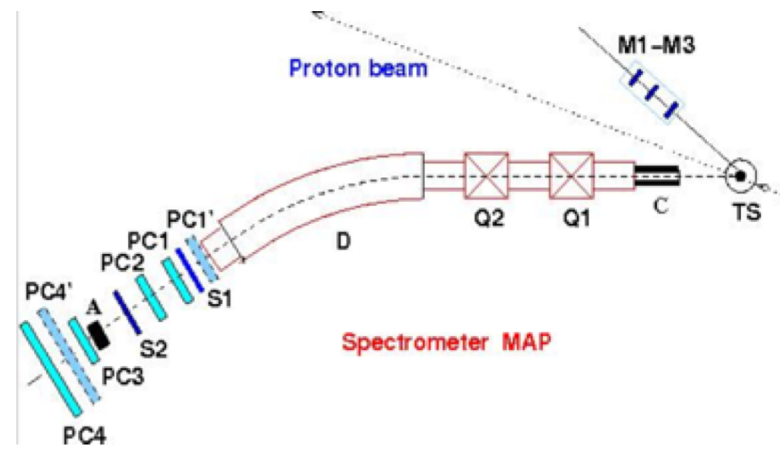
На базе π -мезонного канала синхроциклотрона СЦ-1000 ПИЯФ создается магнитный спектрометр с разрешением порядка несколько десятых процента по $\Delta P/P$.

Пропорциональные камеры установленные на π -мезонном канале СЦ-1000



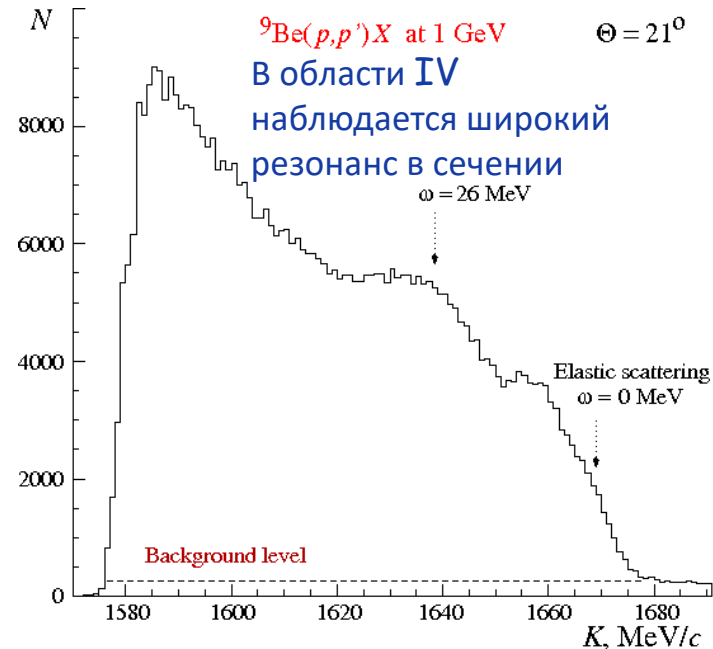
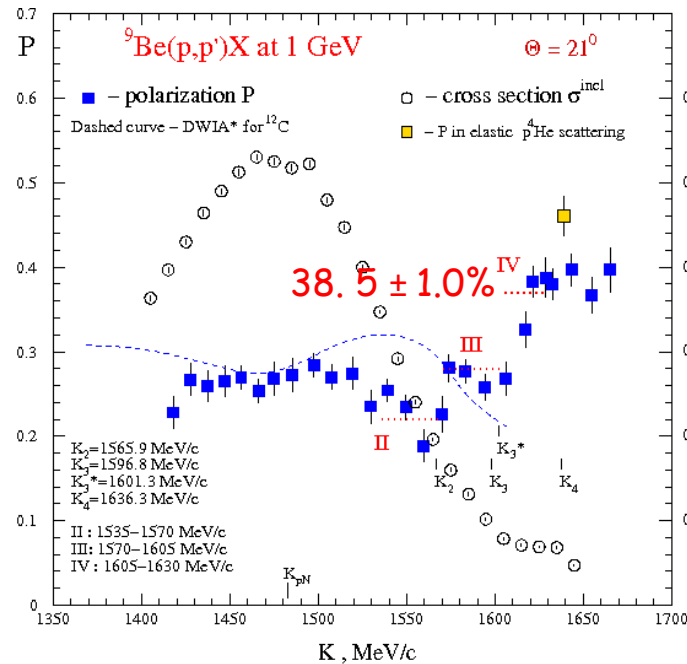


рук. работы О. В. Миклухо



- **2013-2018:** Завершены (p, p') -эксперименты 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
- **2018:** 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 2019: Восстановить работоспособность спектрометра МАП.
Планируемые (p, p') -эксперименты с ядрами при угле рассеяния $\Theta = 24.5^\circ$ – исследование ядер ${}^{12}\text{C}$ и ${}^{40}\text{Ca}$

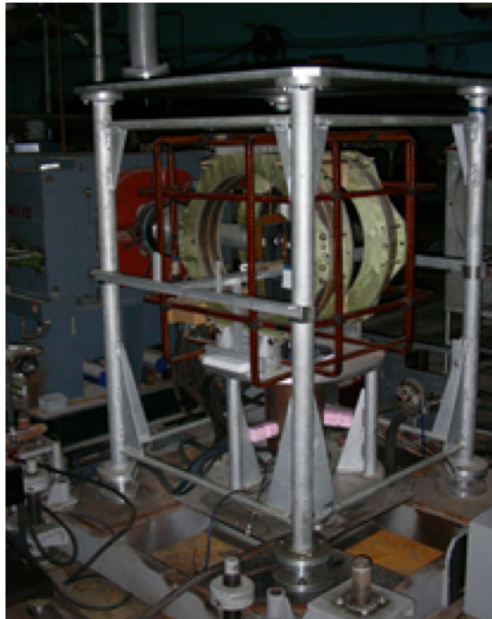
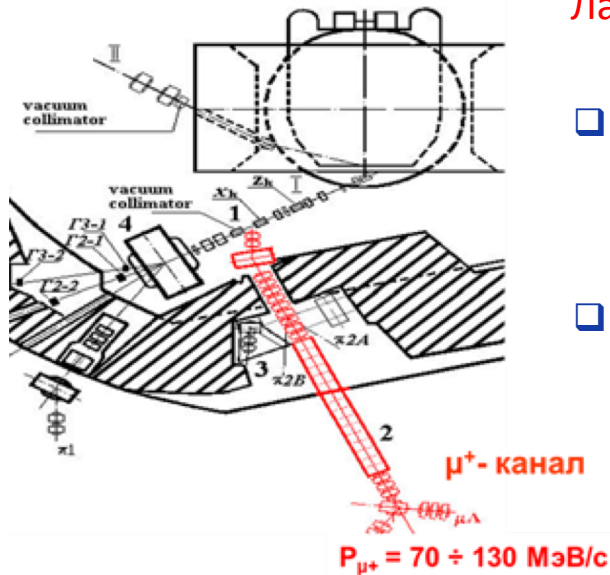




Установка μ SR



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

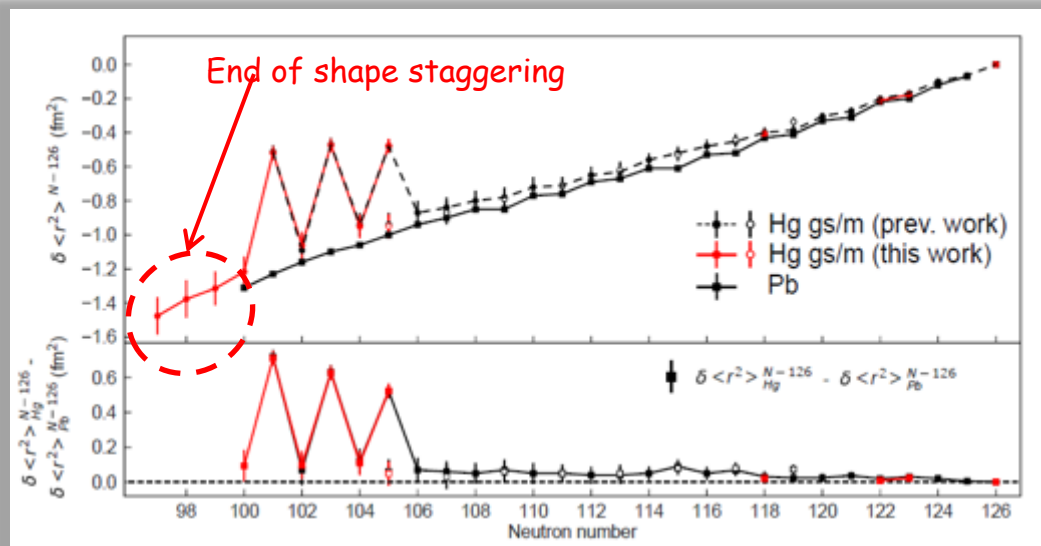


- Продолжены исследования фазовых переходов и распределения локальных внутренних магнитных полей в образцах сегнетомагнетиков: $Tb_{0,95}Vi_{0,05}MnO_3$ и $TbMnO_3$ (совместно с ФТИ РАН).
- Продолжены исследования наноструктурированных магнитных систем (совместно с ОИЯИ)
 - Проведена обработка результатов исследования феррожидкости в зависимости от концентрации магнитных наночастиц $CoFe_2O_4$ диспергированных в воде
 - Проведены предварительные эксперименты по изучению распределения магнитных одномерных наночастиц $CoFe_2O_4$ с объемной концентрацией 0%, 1%, 5%, 10% и 15% покрытых слоем додецилсульфата натрия $NaCH_3(CH_2)_{11}OSO_3$ (SDS) и слоя лауриновой кислоты $C_{11}H_{23}COOH(LA)$ в эластомерной матрице
- Получено свидетельство о государственной регистрации программы MSR2016 для набора данных μ SR-эксперимента.
- **Установке требуется глубокая модернизация:**
 - Модернизация криостата для перехода на замкнутую гелевую петлю
 - Создание электроники для считывания новых фотоумножителей (Hamamatsu)



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

Зарядовые радиусы изотопов ртути



nature physics LETTERS
<https://doi.org/10.1038/s41567-018-0292-8>

Characterization of the shape-staggering effect in mercury nuclei

B. A. Marsh^{1*}, T. Day Goodacre^{1,2,3}, S. Sels^{1,3,4}, Y. Tsunoda⁴, B. Andel⁵, A. N. Andreyev^{6,7}, N. A. Althubiti², D. Atanasov⁸, A. E. Barzakh⁹, J. Billowes², K. Blaum⁹, T. E. Cocolios^{2,3}, J. G. Cubiss¹⁰, J. Dobaczewski⁸, G. J. Farooq-Smith^{2,3}, D. V. Fedorov¹¹, V. N. Fedosseev¹², K. T. Flanagan², L. P. Gaffney^{13,10}, L. Ghys², M. Huysse², S. Kreim², D. Lunney², K. M. Lynch², V. Manea², Y. Martinez Palenzuela¹, P. L. Molkanov², T. Otsuka^{14,15,16,17}, A. Pastore⁸, M. Rosenbusch¹⁸, R. E. Rossel¹, S. Rothe^{1,2}, L. Schweikhard¹⁹, M. D. Seliverstov², P. Spagnoletti²⁰, C. Van Beveren², P. Van Duppen², M. Veinhard², E. Verstraelen², A. Welker²⁰, K. Wendt²¹, F. Wienholtz²², R. N. Wolf⁸, A. Zadvornaya¹ and K. Zuber¹⁶

In rare cases, the removal of a single proton (Z) or neutron (N) from an atomic nucleus leads to a dramatic shape change. These instances are crucial for understanding the components of the nuclear interactions that drive deformation. The mercury isotopes (Z=80) are a striking example²³: their close

the minimum-energy configuration of the nucleus to deformation. Consequently, the ground states of most isotopes in the nuclear chart are non-spherical. Most commonly they are prolate (rugby-ball) shaped, although different shapes, corresponding to alternative nucleon configurations, can coexist within the same nucleus²⁴.

- Явление **odd-even shape staggering** было открыто 40 лет назад для атомов ртути и считается **одним из самых ярких открытий в ядерной физике за последние 50 лет.**
- Такое же поведение зарядовых радиусов было обнаружено и для изотопов висмута и после измерения квадрупольного момента ядра ¹⁸⁸Bi нашими сотрудниками было доказано, что **форма ядра меняется от сферической к деформированной и обратно**



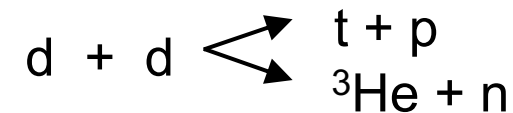
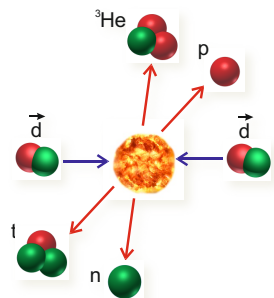
Эксперимент POLFUSION @ ПИЯФ



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

Координатор П. В. Кравченко

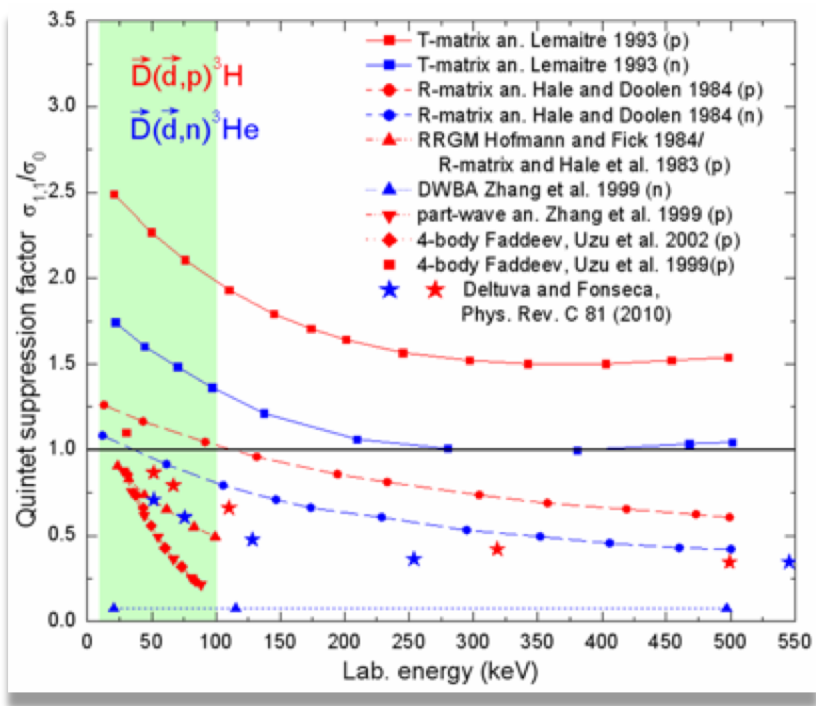
Исследование реакции слияния поляризованных дейтронов в диапазоне энергий от 10 до 100 кэВ



$QSF = \frac{\sigma_{1,1}}{\sigma_0}$ *Quintet Suppression Factor*

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

- ❑ «Лабораторный» и «домашний» эксперимент
- ❑ Продолжаются работы по запуску и модернизации установки
- ❑ Подписано соглашение о сотрудничестве между Курчатовским центром и институтом ядерной физики Феррара, Италия
- ❑ Создана коллаборация PREFER между Россией, Германией и Италией

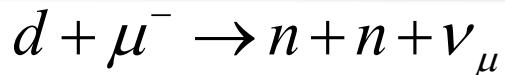




Эксперимент MuSun@PSI



рук. А. А. Воробьев



Измерение скорости захвата L_d в $d\mu(\uparrow\downarrow)$ атоме с точностью $< 1.5\%$

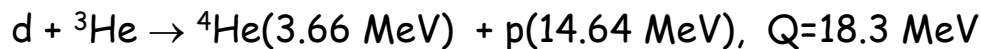
Упрощенная схема реакций мюонного катализа в HD+³He смеси

Эксперимент продолжался с 2008 г. Накоплено $\sim 0.5 \cdot 10^{10}$ остановок мюонов. В 2018 закончена обработка данных.

Ряд технологических достижений:

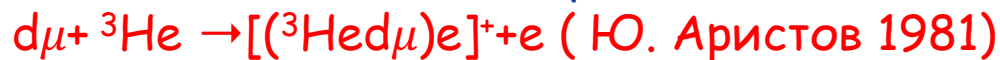
- ✓ Создана криогенная TPC (диапазон рабочих температур T= 25K - 350K)
- ✓ Криогенные предусилители
- ✓ Система охлаждения TPC
- ✓ Изотопная и химическая очистка дейтерия в системе

Возможное продолжение эксперимента - поиск $d\mu$ ³He-синтеза



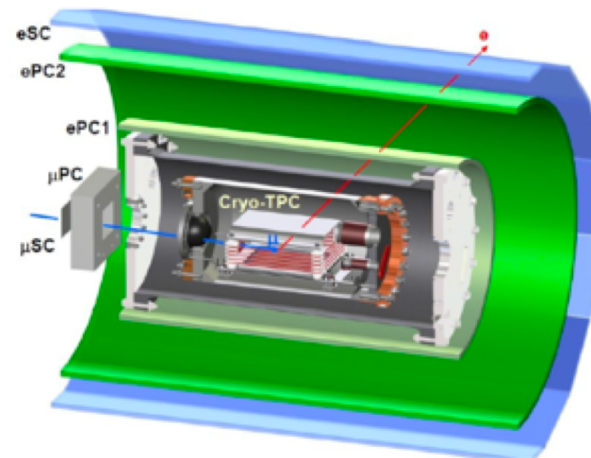
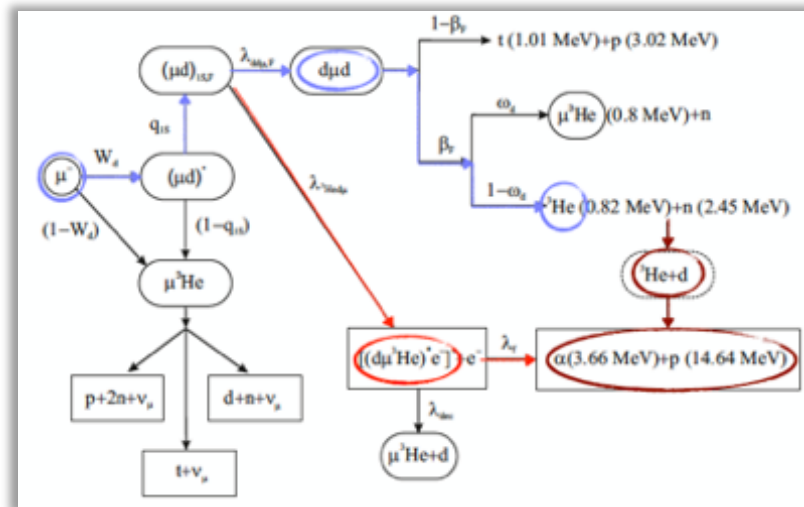
Основной идеей эксперимента является регистрация ядра ⁴He(3.66 MeV) и трека от длиннопробежного протона (14.64 MeV) от $d\mu$ ³He-синтеза.

Образование ³He $d\mu$ осуществляется через столкновение медленных $d\mu$ атомов с ³He:



Экспериментальная ситуация:

- 1990-1997: PNPI-PSI (HD+³He(5,6%)) - $\lambda_f(\text{eff}) < 6 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$
- 1998: JINR-PSI (D₂+³He(5%)) - $\lambda_f(\text{eff}) \sim 5 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$





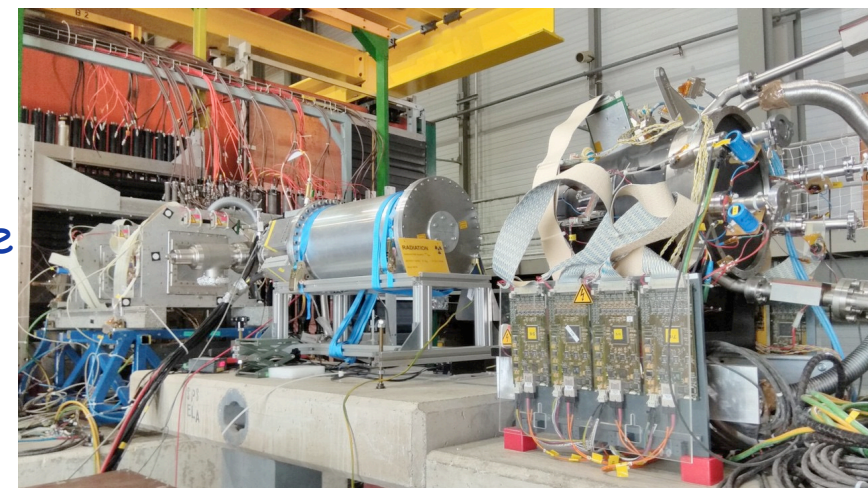
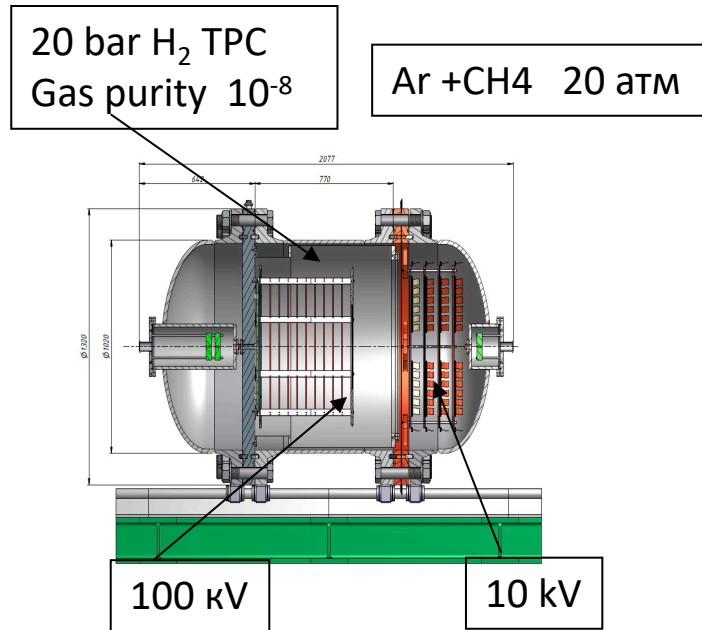
Эксперимент ПРОТОН



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 (μp 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 $d\sigma/dt$
- Начато изготовление основных узлов детектора и электроники
 - отправка основных узлов в Майнц - конец 2019
 - Полная сборка детектора - конец 2020 - начало 2021
 - Первый тестовый сеанс на пучке МАМИ - 2021
- Коллаборация **COMPASS** внесла предложение о проведении эксперимента по измерению радиуса протона в упругом μp рассеянии с использованием активной мишени



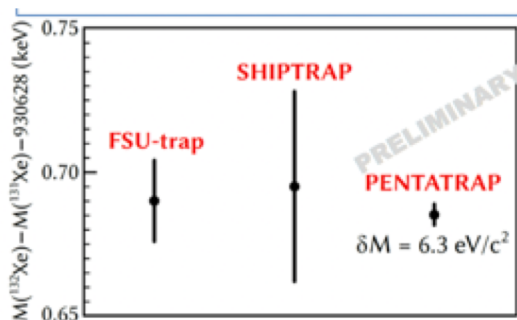
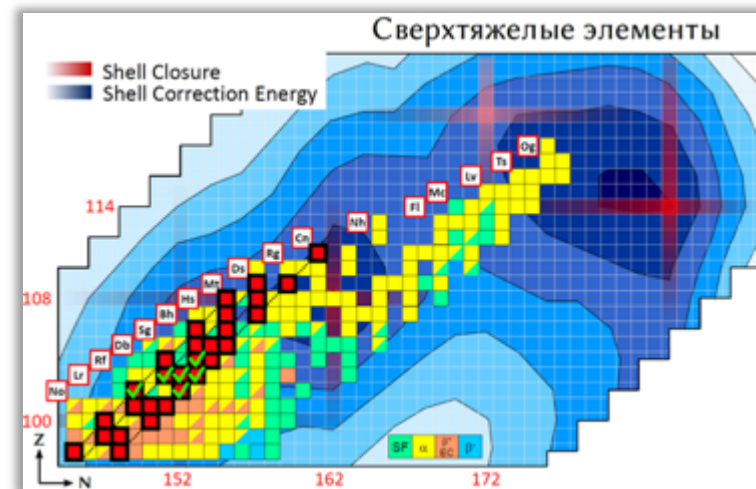


Эксперименты на ионных ловушках

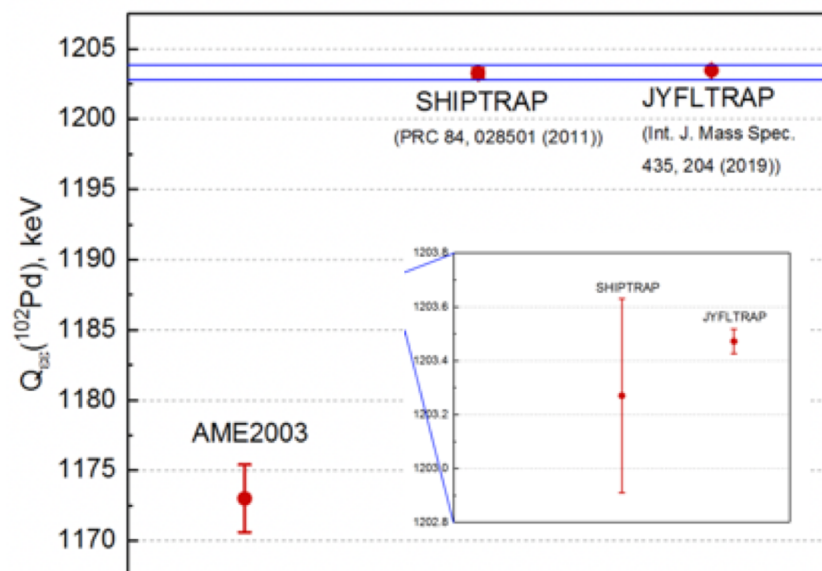


Лаборатория физики экзотических ядер (рук. проф. Ю. Н. Новиков)

- SHIPTRAP- на линейном ускорителе UNILAC (GSI, Дармштадт)
 - Прямые измерения масс нуклидов сверхтяжелых ядер с целью получения массового ландшафта сверхтяжелых элементов для определения остовов стабильности
- PENTATRAP -на электронной пучке MPIK (Heidelberg)
 - задача -разность масс $^{163}\text{Ho}^{40+} - ^{163}\text{Dy}^{40}$ (измерение массы нейтрино)
 - 2018: Измерена разница масс $M(^{132}\text{Xe}) - M(^{131}\text{Xe})$. Достигнута беспрецедентная точность измерения масс средне-тяжелых ядер $\sim 3 \cdot 10^{-11}$



$$\frac{\Delta M}{M} : \begin{matrix} 2.2 \cdot 10^{-11} \text{ (stat)} \\ < 1 \cdot 10^{-11} \text{ (syst)} \end{matrix}$$



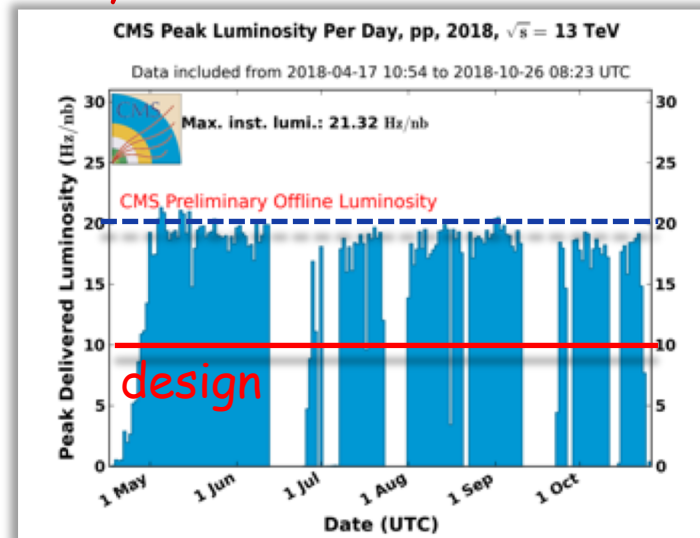
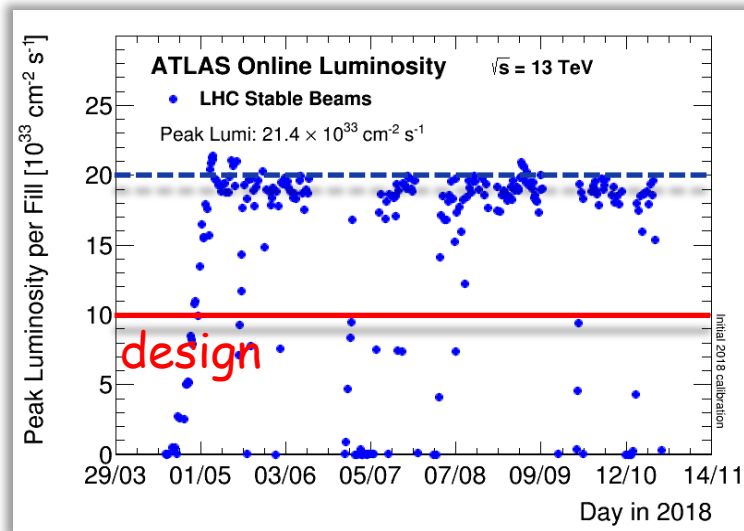
- JYFLTRAP - на циклотроне в Ювяскюля
 - Измерение порога реакции захвата нейтрино в ^{71}Ga (проблема «солнечных» и «галлиевых» аномалий)
 - Измерение Q-величин для β^- и $\beta\beta^-$ распадов ^{96}Zr
 - 2018: проверка достоверности метода ловушек как такового - высокопрецизионные измерения разности масс ^{102}Pd и ^{102}Ru



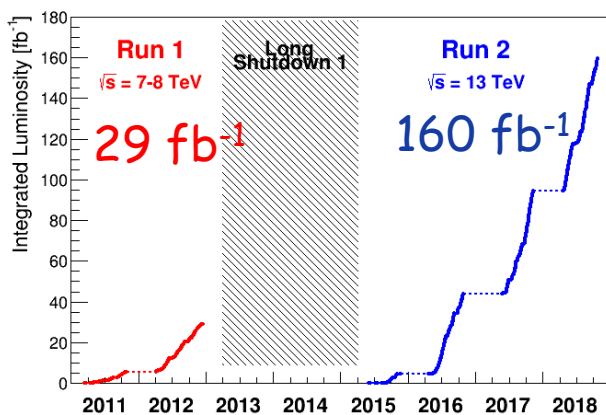
LHC эксперименты



Детекторы продолжают успешно работать! Пиковая светимость в 2018 году составила: ATLAS $21,4 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ c}^{-1}$ CMS $21,3 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ c}^{-1}$



- Integrated luminosity Run 2: 160 fb^{-1}
- LHC total integrated proton- proton luminosity: 189 fb^{-1}



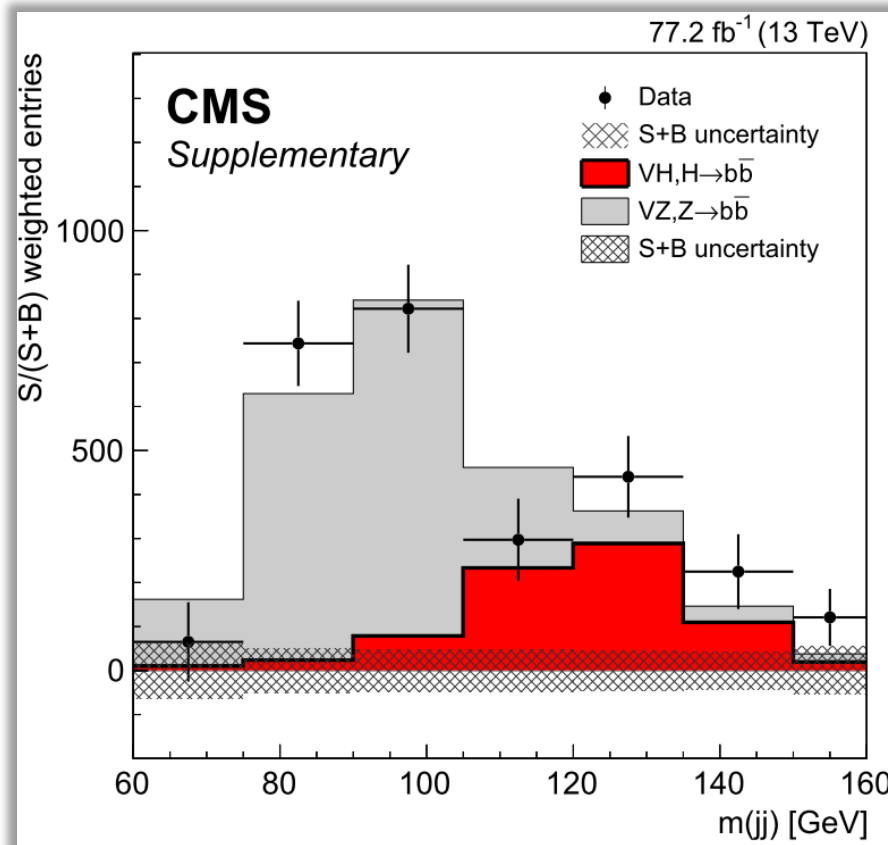
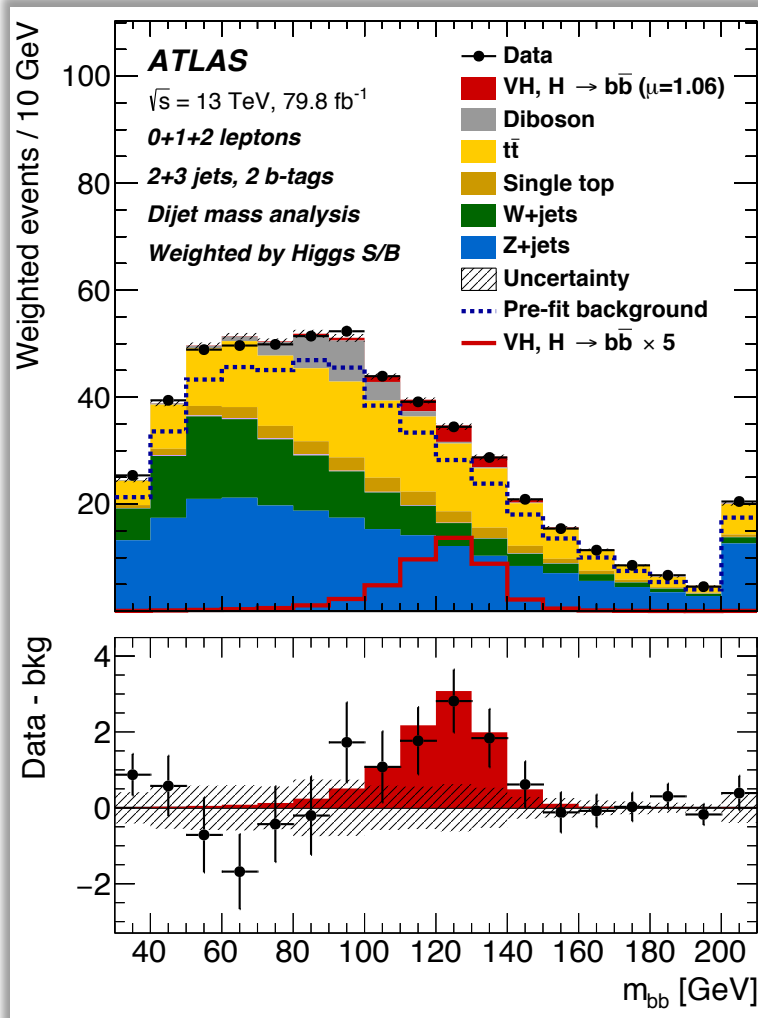
Period	Int. Luminosity [fb ⁻¹]
Run 1	29.2
Run 2: 2015	4.2
Run 2: 2016	39.7
Run 2: 2017	50.2
Run 2: 2018	66
Total Run 1+ 2	189



Распад бозона Хиггса в b-кварки @CMS&ATLAS



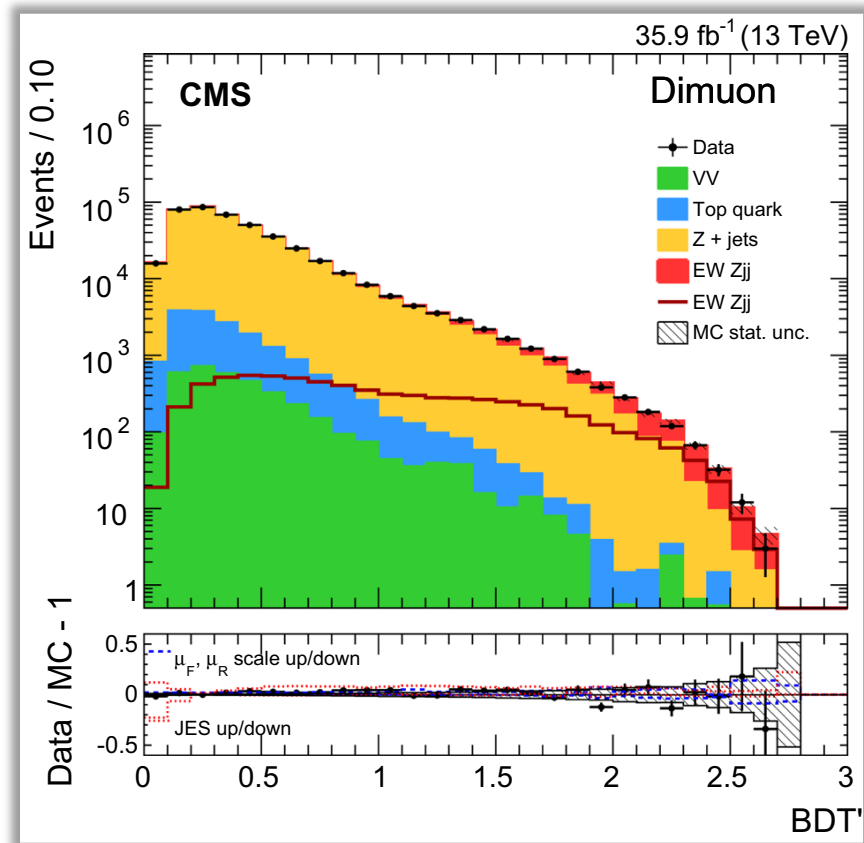
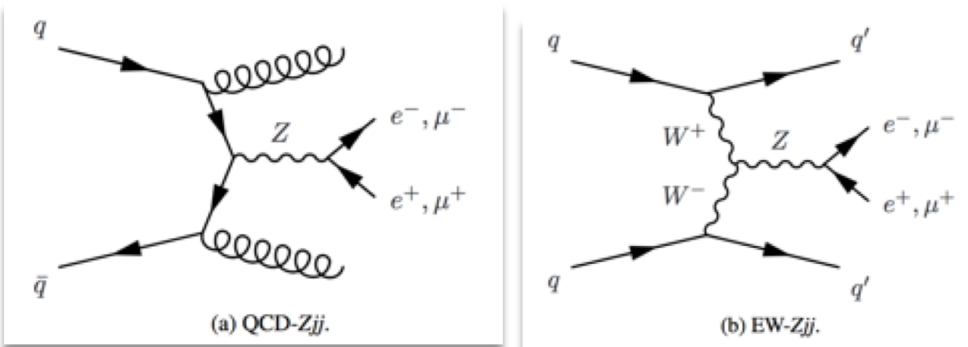
- Первое наблюдение распадов бозона Хиггса в b-кварки в экспериментах CMS и ATLAS
- Первое прямое наблюдение взаимодействия бозона Хиггса с кварками !



ATLAS: $\sigma = 5,4 \mu=1,01\pm 0,20$

CMS: $\sigma = 5,6 \mu=1,04\pm 0,20$

Измерение сечения электрослабого ассоциированного рождения Z-бозона с адронными струями при энергии 13 ТэВ

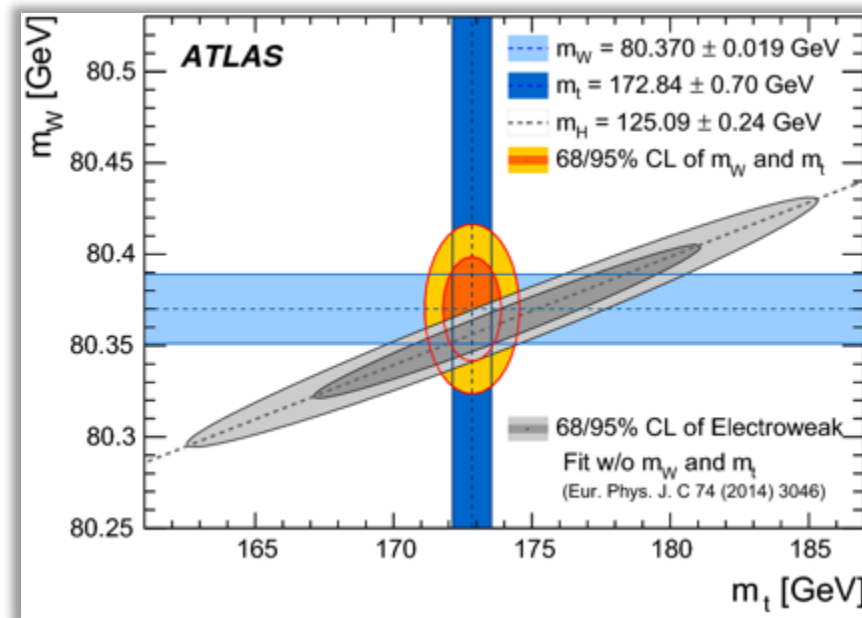
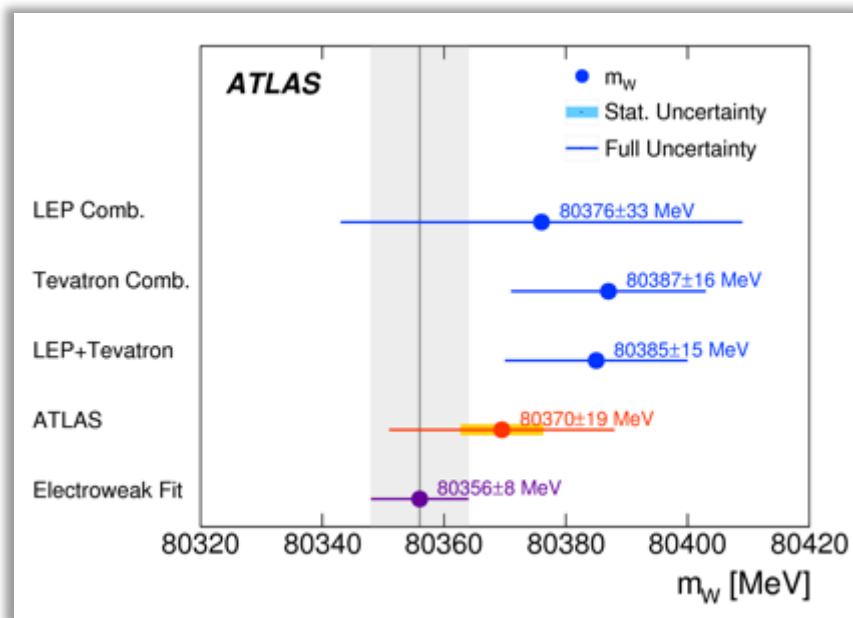


Eur.Phys.J. C78 (2018) 589

$$\sigma(\text{EW } \ell\ell jj) = 534 \pm 20 (\text{stat}) \pm 57 (\text{syst}) \text{ fb} = 534 \pm 60 (\text{total}) \text{ fb}$$

SM prediction $\sigma_{\text{LO}}(\text{EW } \ell\ell jj) = 543 \pm 24 \text{ fb}$

Прецизионное измерение массы W - бозона



- Измерена масс W -бозона : $m_W = 80370 \pm 19$ МэВ
- Измерена разность масс W^+ и W^- : $m_{W^+} - m_{W^-} = -29 \pm 28$ МэВ

Eur.Phys.J. C78 (2018) no.2, 110
Eur.Phys.J. C78 (2018) no.11, 898

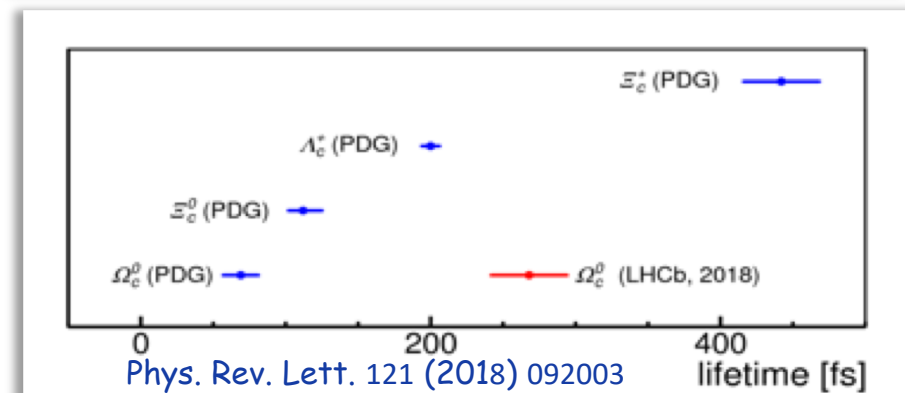
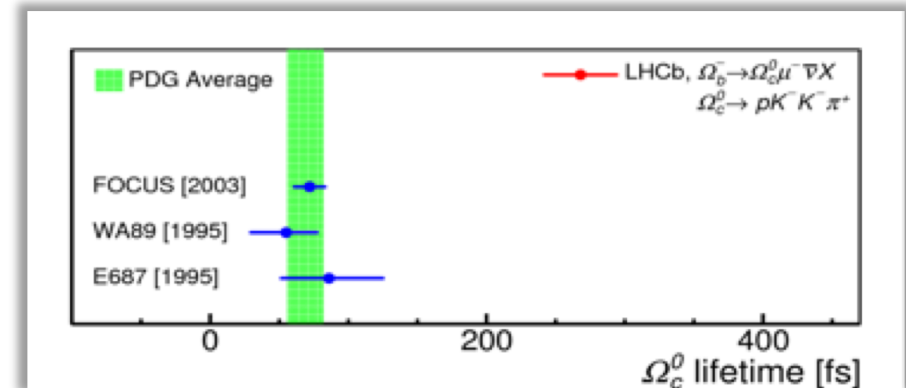
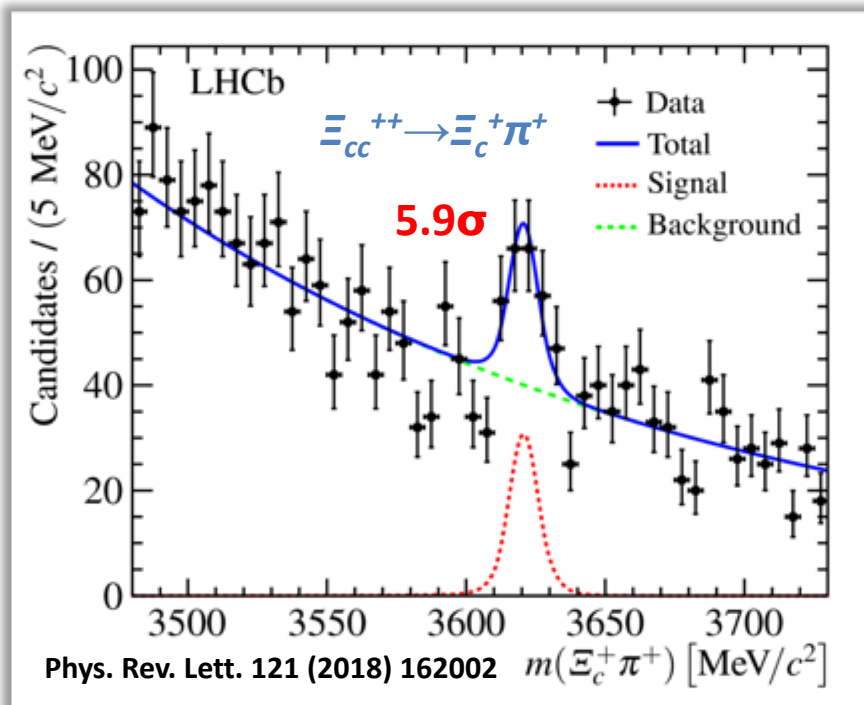


Спектроскопия очарованных барионов

рук. группы в LHCb А. А. Воробьев

- Барионы с двойным очарованием были открыты в LHCb в 2017 г. в распаде $\Xi_{cc}^{++} \rightarrow \Lambda_c^+ \pi^+ \pi^+ K^-$
- В 2018 г. впервые измерено время жизни частицы с двойным очарованием в распаде $\Xi_{cc}^{++} \rightarrow \Lambda_c^+ \pi^+ \pi^+ K^-$ (кварковый состав ccu , слабый распад): $256_{-22}^{+24}_{\text{стат}} \pm 14_{\text{сист}} \text{ фс}$.
- Открыт еще один канал распада $\Xi_{cc}^{++} \rightarrow \Xi_c^+ \pi^+$ на уровне $5,9$.

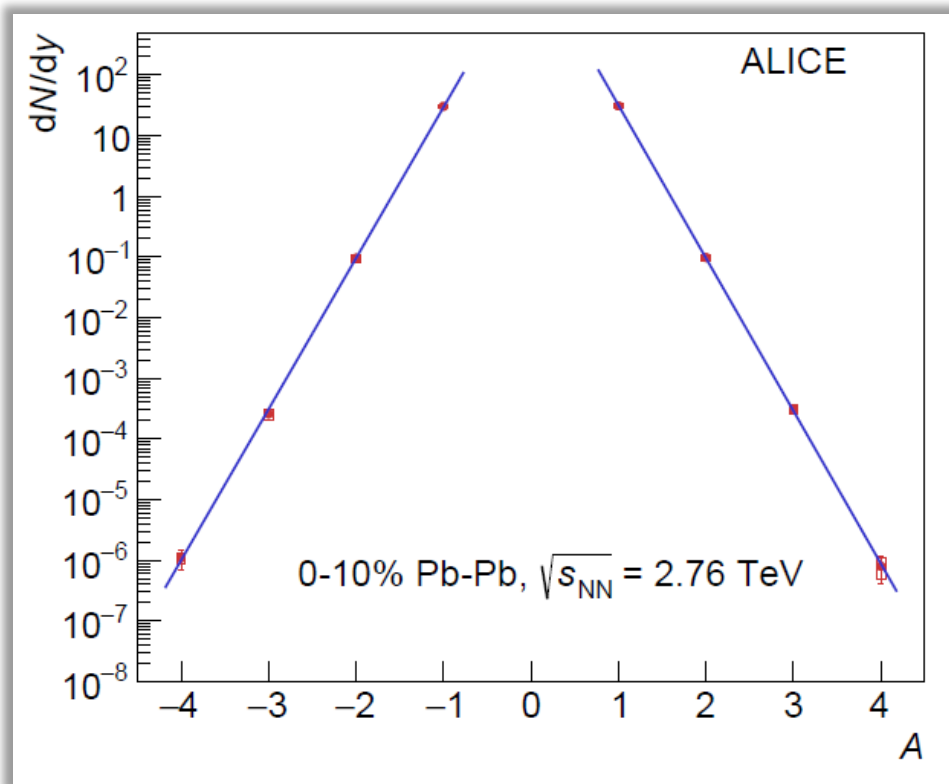
- Очарованные барионы Ω_c образуются в распадах прелестных барионов $\Omega_b^- \rightarrow \Omega_c^0 \mu^- \nu X$
- Было измерено время жизни Ω_c : $268 \pm 24_{\text{стат}} \pm 10_{\text{сист}} \text{ фс}$, которое оказалось примерно в четыре раза больше предыдущих измерений





Nucl.Phys.A971 (2018) 1

рук. группы в ALICE В. М. Самсонов



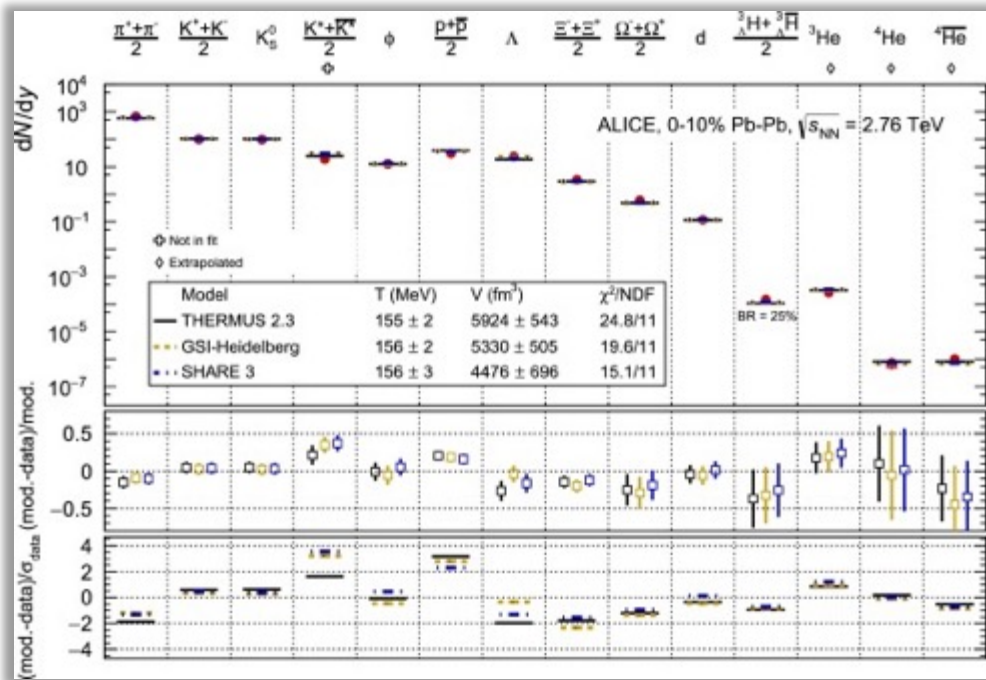
- Впервые на LHC в столкновениях ядер свинца были зарегистрированы 14 событий рождения антиядер ${}^4\text{He}$.
- Ранее эти антиядра были зарегистрированы в эксперименте STAR на ускорителе RHIC@BNL
- В настоящее время это самое тяжелое ядро антиматерии которое было создано в лаборатории

Определено отношение:

$$R = \frac{N(\overline{{}^4_2\text{He}})}{N({}^4_2\text{He})} = 1.4 \pm 0.8(\text{stat}) \pm 0.5(\text{syst})$$



рук. группы в ALICE В. М. Самсонов



Анализ данных в рамках статистической тепловой модели (СТМ): три параметра - температура, хим. потенциал и объем системы

$$N_i = \frac{g_i V}{(2\pi)^3} \int d^3p \text{EXP} \left[-\frac{E_i - \mu_i}{T} \right] = g_i V m_i^2 T K_2(m_i T) e^{-\frac{\mu_i}{T}}$$

□ Результат:

- Анализ всех доступных данных полученных в эксперименте ALICE от легких адронов до ядер гелия дает **температуру химической заморозки** всех частиц от легких адронов до ядер гелия **~156 МэВ**
 - Эта температура близка к оценки температуры конфайнмента **~170 МэВ** (из LQCD)
 - Анализ выходов только ядер и антиядер ${}^4\text{He}$ в рамках различных моделей дает температуру от 135 до 177 МэВ
- После анализа данных Run2 число событий утроится, **После Run3 ожидается ~5500 событий** с рождением ядер и антиядер ${}^4\text{He}$. Это позволит измерить спектр по p_T

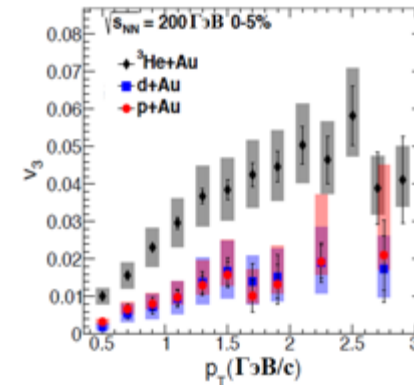
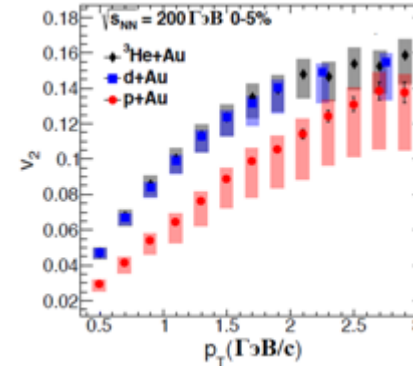
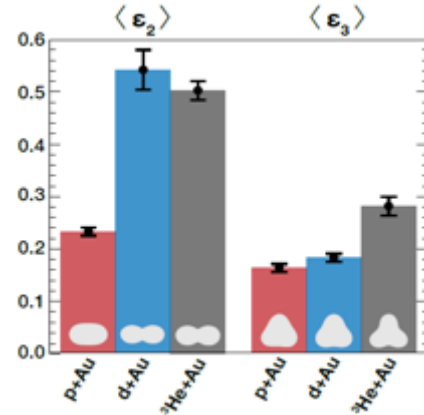


Коллективные потоки частиц, рождающихся в столкновениях тяжелых ионов, являются одним из признаков образования сильновзаимодействующей КГП, обладающей свойствами практически идеальной жидкости

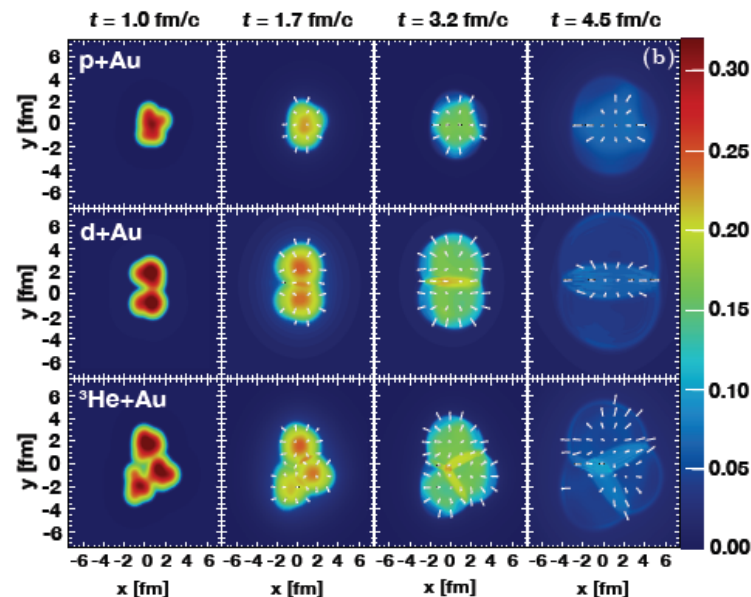
Лаборатория релятивистской ядерной физики (рук. В.М. Самсонов)

Расчет эксцентриситетов $\langle \epsilon_i \rangle$ по Глаубер-МС

Эллиптический поток, v_2 Триангулярный поток, v_3



Моделирование гидродинамика - SONIC



- В эксперименте PHENIX проведена программа в рамках которой изучались столкновения p+Au, d+Au и $^3\text{He}+\text{Au}$ при одной и той же энергии взаимодействия $\sqrt{s_{NN}} = 200$ ГэВ.
- Начальная пространственная анизотропия области перекрытия ядер трансформируется в импульсную анизотропию адронов в конечном состоянии, описываемую с помощью коэффициентов v_2 и v_3 .
- Полученные результаты указывают на образование «капель» КГП в нуклон-нуклонных столкновениях с высокой множественностью при взаимодействии малых ядерных систем с тяжелыми ядрами при $\sqrt{s_{NN}} = 200$ ГэВ. В процессе эволюции отдельные капли сливаются, сохраняя анизотропию.



Эксперимент UA9

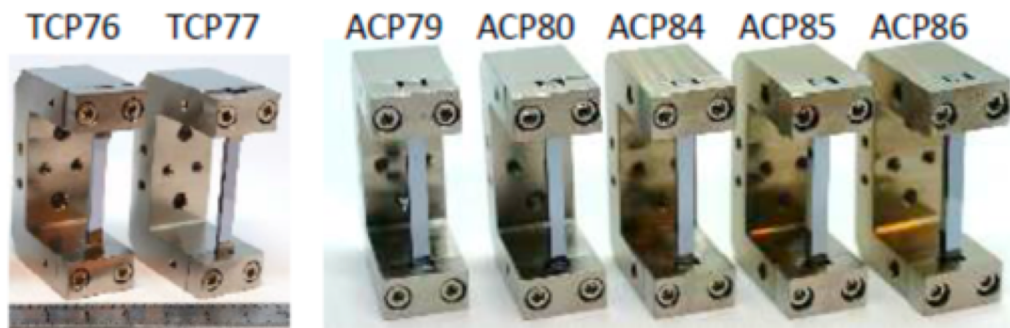
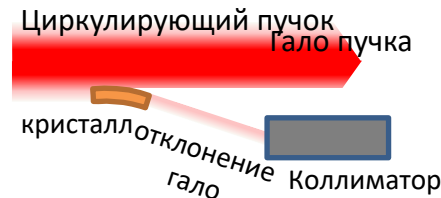


Лаборатория кристалло-оптики зар. частиц (рук. Ю. М. Иванов)

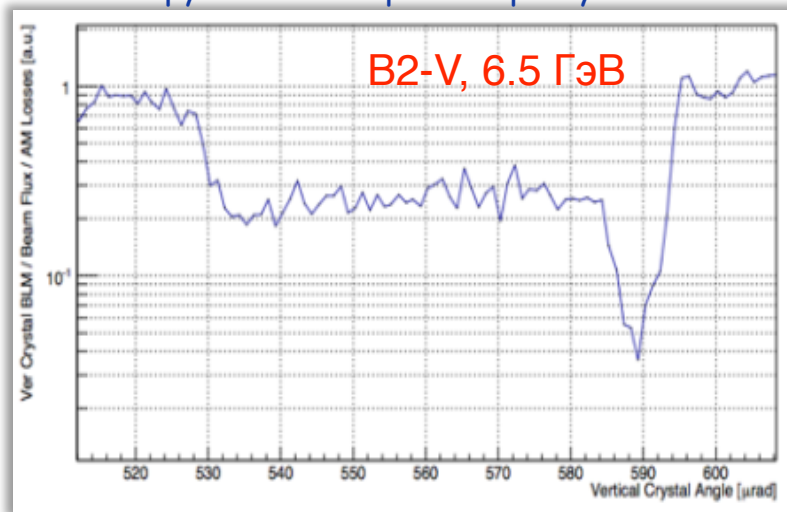
2017-2018: Разработана новая серия антикластических (полосковых) кристаллов для SPS и LHC, включая широкоапертурный кристалл для эксперимента по двойному каналированию на ускорителе SPS в ЦЕРН.

2017-2018: Применение кристаллов позволяет эффективно снизить потери пучка при энергии инжекции 450 ГэВ и на максимальной энергии 6,5 ТэВ

Кристаллическая коллимация



Загрузка монитора потерь пучка



Угол поворота кристалла, мкрад

Beam 1		Beam 2	
Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
Strip-INFN	QM-PNPI	N.A.	N.A.
Strip-INFN	QM-PNPI	QM-PNPI	QM-PNPI
Strip-INFN	QM-PNPI	Strip-PNPI	QM-PNPI

Complete layout to allow thorough investigations and operational tests

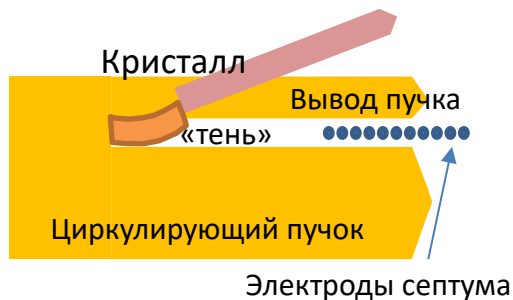
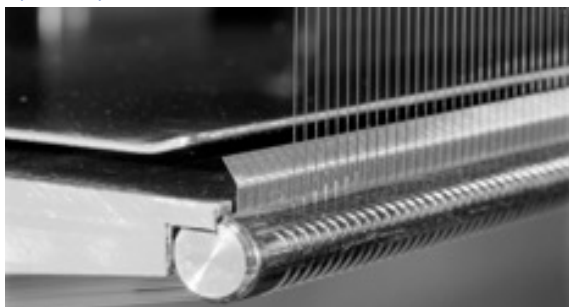




Коллимация пучков ЛНС с помощью кристаллов



Задача: снизить потери пучка на «деликатных» электродах электростатического септума в ускорителе SPS

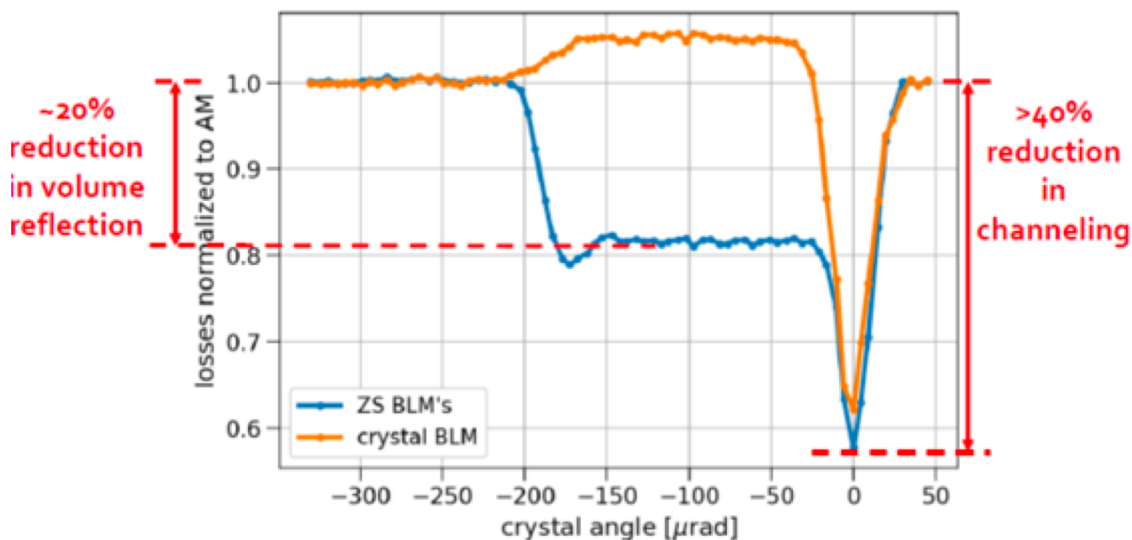


Лаборатория кристалло-оптики заряженных частиц (рук. Ю. М. Иванов)

- **Решение:** Отклонение узкой области пучка кристаллом, для создания «тени» в области электродов септума.
- Создание кристаллов с заданными параметрами в ПИЯФ:
 - Угол отклонения - 175 мкрад
 - Ширина 0.775 мм
 - Длина 2 мм



Продемонстрировано сокращение потерь ~20% в режиме полного внутреннего отражения и ~40% в режиме каналирования



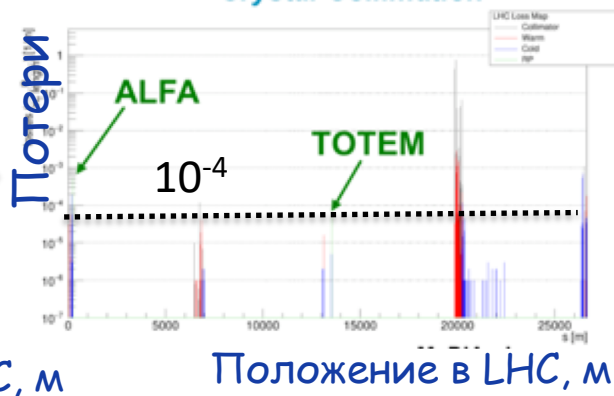
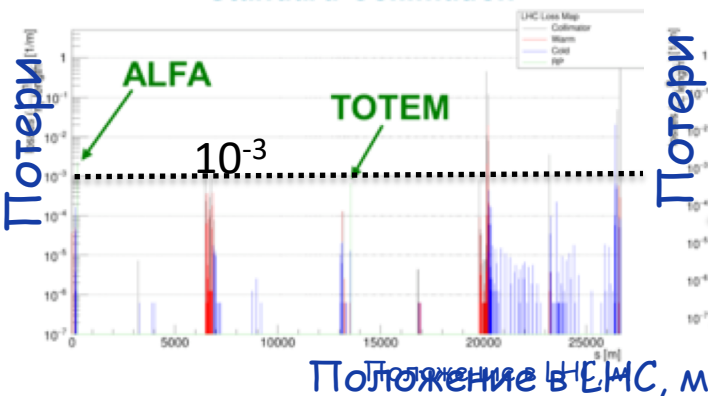


Коллимация пучков LHC с помощью кристаллов



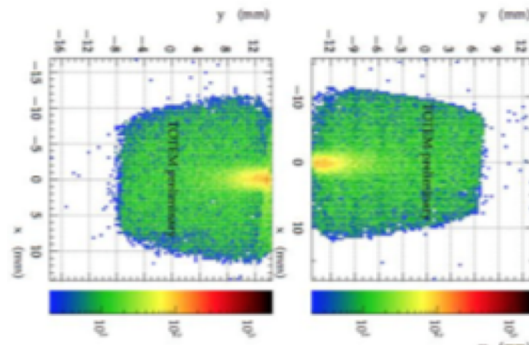
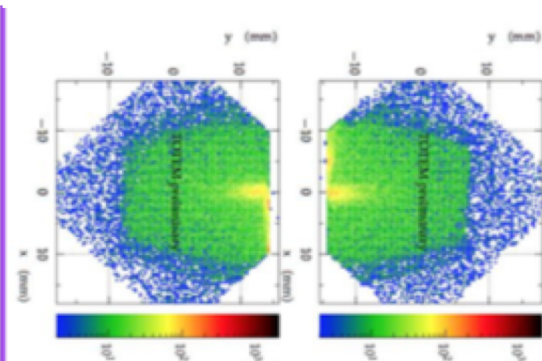
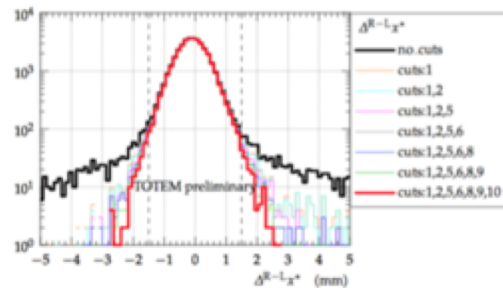
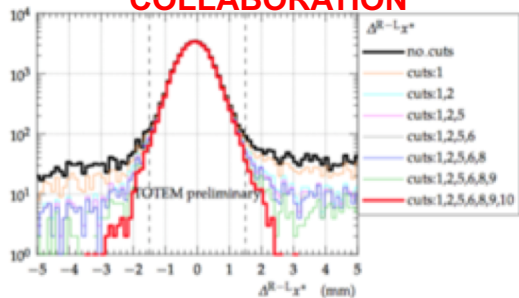
Standard Collimation

Crystal Collimation



- Main goal of forward physics experiments: total p-p cross section measurement
- Key measurement: elastic cross section at small scattering angle
- Main requirements: $\sqrt{s} = 900$ GeV, large β^* and Roman Pots at 3σ
- Very high background in 2017 and May 2018 tests - Impossible to make measurements

PRELIMINARY DATA COURTESY OF J. CASPAR FOR THE TOTEM COLLABORATION

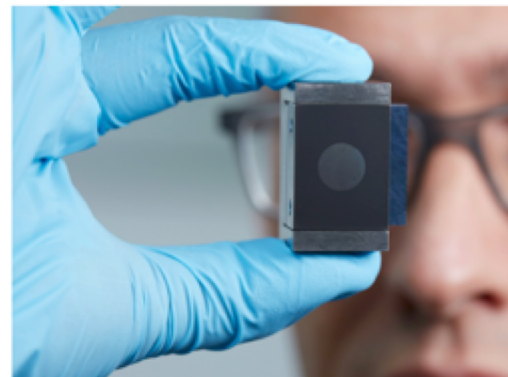


Mais en français

Crystal cleaning the LHC beam

In October, for the first time, crystal collimators were used to improve the performance of the beam cleaning process at the LHC during a physics run

27 NOVEMBER, 2018 | By Abha Eli Phoboo



A crystal developed under the aegis of the LHC collaboration to improve collimation in the LHC. (Image: Andrew Russell/CERN)

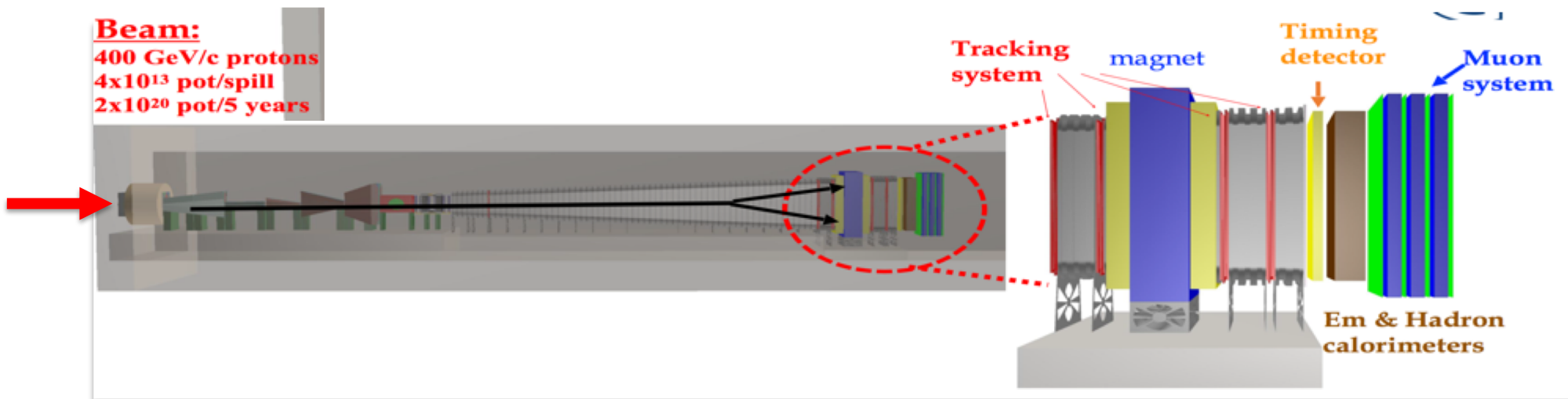
Beams travel inside the LHC at close to the speed of light and cleaning out particles that fly too far from the main path is not an easy feat. More than 200 collimators punctuate the ring at specific locations to make sure



Search for Hidden Particles

Status: R&D Midterm Preparation

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

□ 2019 - 2020 can be approved

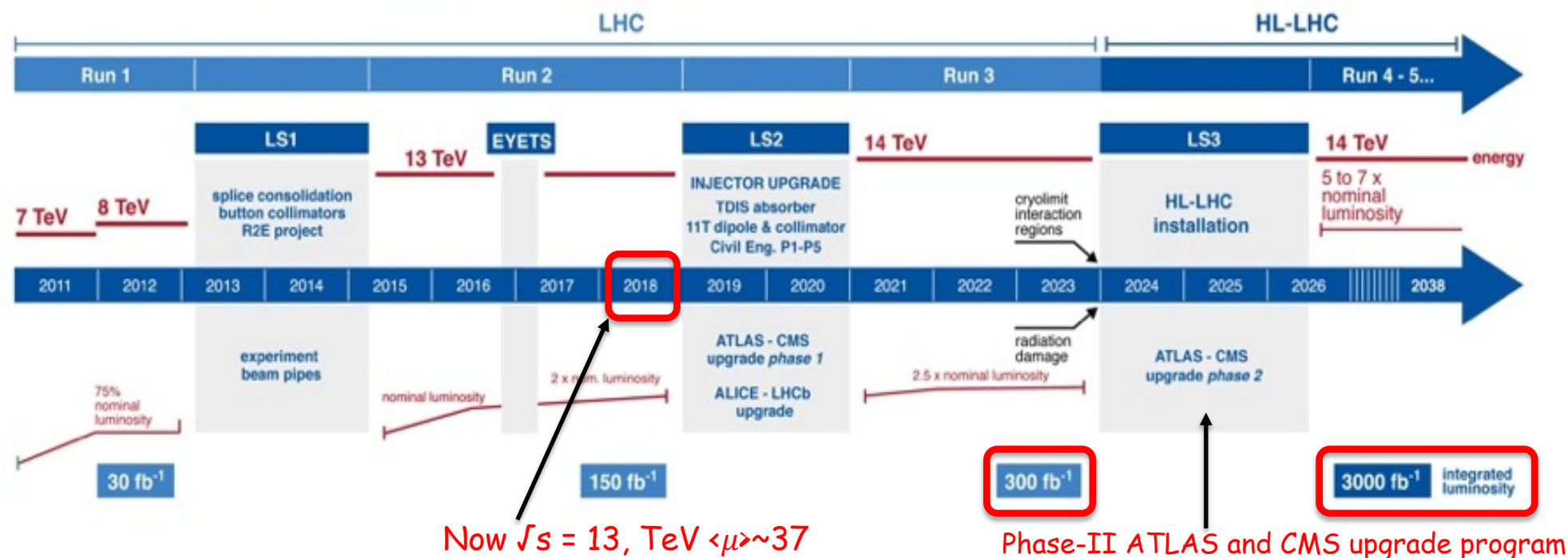


План работы ускорителя LHC



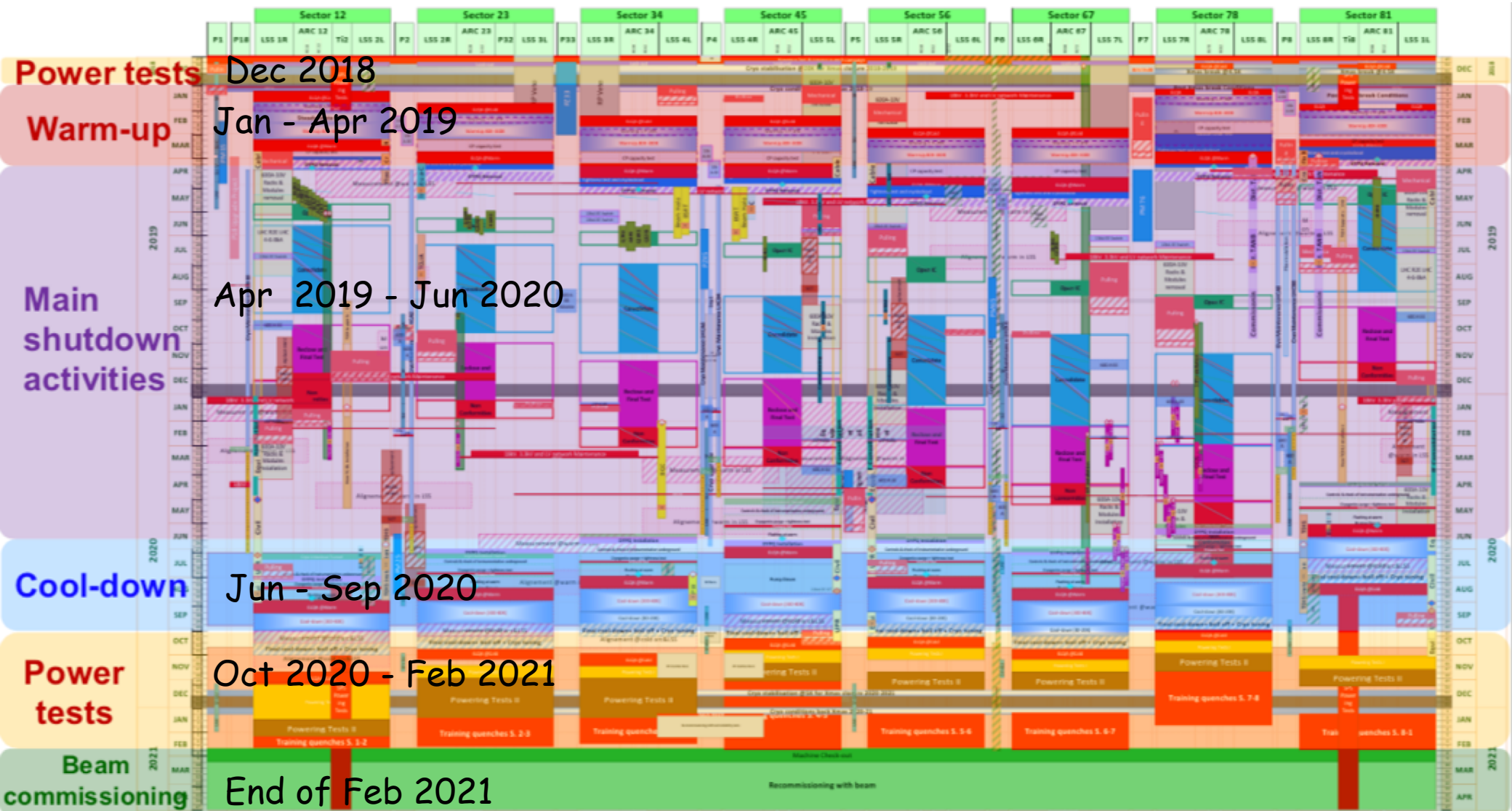
The High-Luminosity LHC program

LHC / HL-LHC Plan





Остановка LHC Dec 2010 - Feb 2021 (LS2)

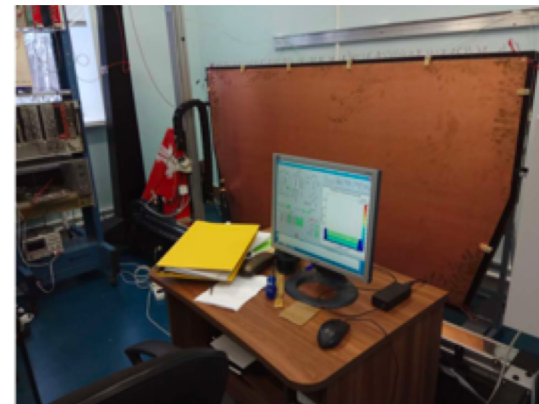


First Run 3 physics expected in May-June 2021



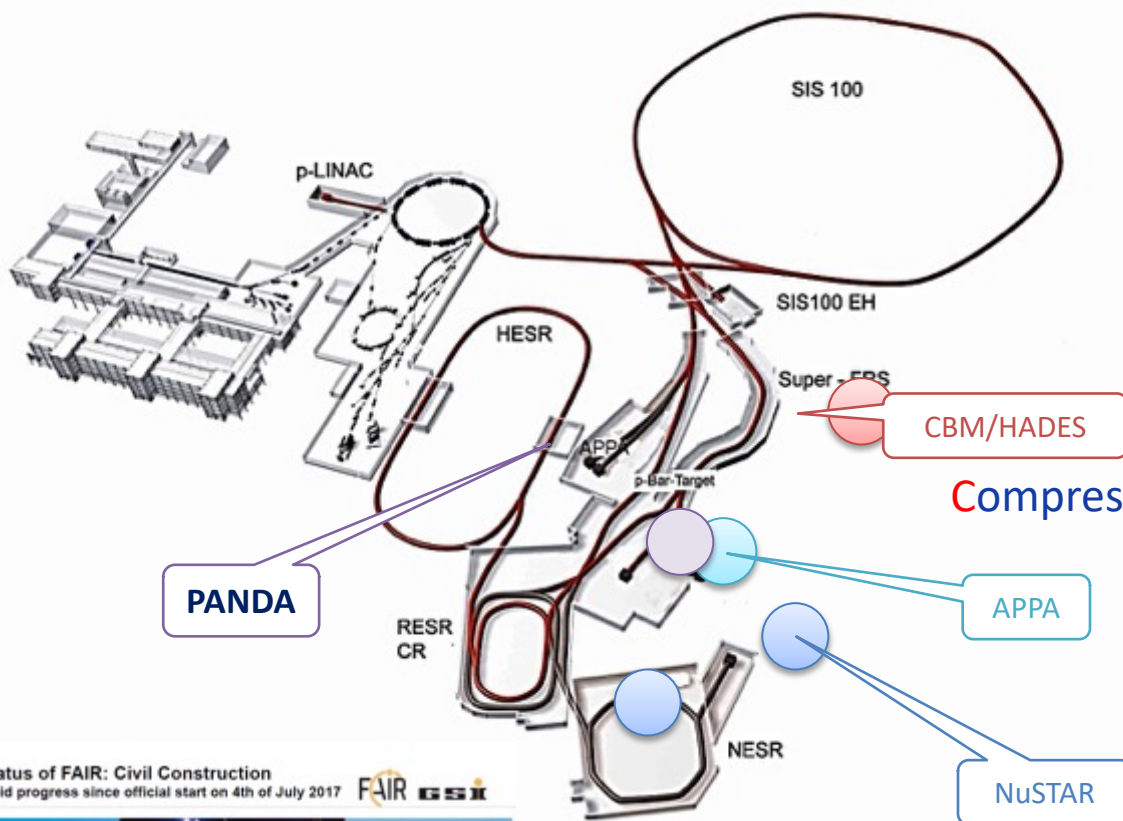
- **ATLAS:** модернизация передней части мюонного спектрометра - проект New Small Wheels. Создание тонкоззорных камер
- **CMS:** модернизация передней части мюонного спектрометра. Система источников высоковольтного питания станций ME2-ME4 CMS
- **LHCb:** модернизация мюонного спектрометра. Высоковольтная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

Испытания ТЗК мюонных камер для детектора ATLAS



Стенд для испытаний мюонных камер для детектора LHCb в ЦЕРН



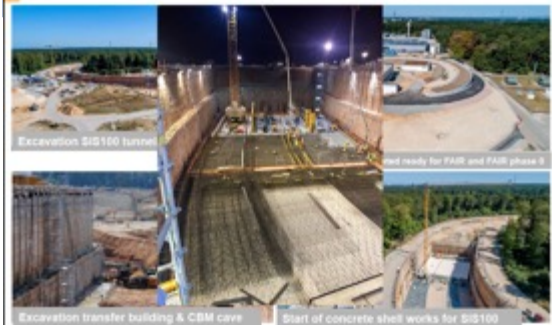


Compressed Baryonic Matter

Nuclear Structure, Astrophysics, and Reactions

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

Status of FAIR: Civil Construction rapid progress since official start on 4th of July 2017 FAIR GSI





Эксперимент PANDA@FAIR

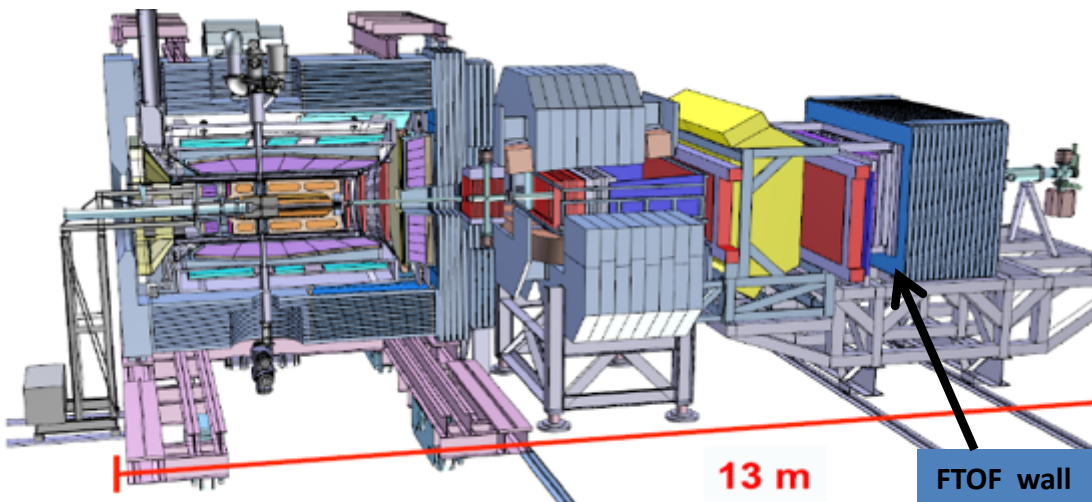


Panda detector at HESR. Momentum range from 1.5 to 15 GeV
 HL mode $dp/p=10^{-4}$ $1.6 \times 10^{32} / \text{cm}^2 \text{s}$ about 10^7 int./s
 HR mode $dp/p=10^{-5}$ $1.6 \times 10^{31} / \text{cm}^2 \text{s}$ up to 8.9 GeV (15GeV)

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

Charmonium Spectroscopy.

Precise study of all states below and above the open charm threshold.



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,

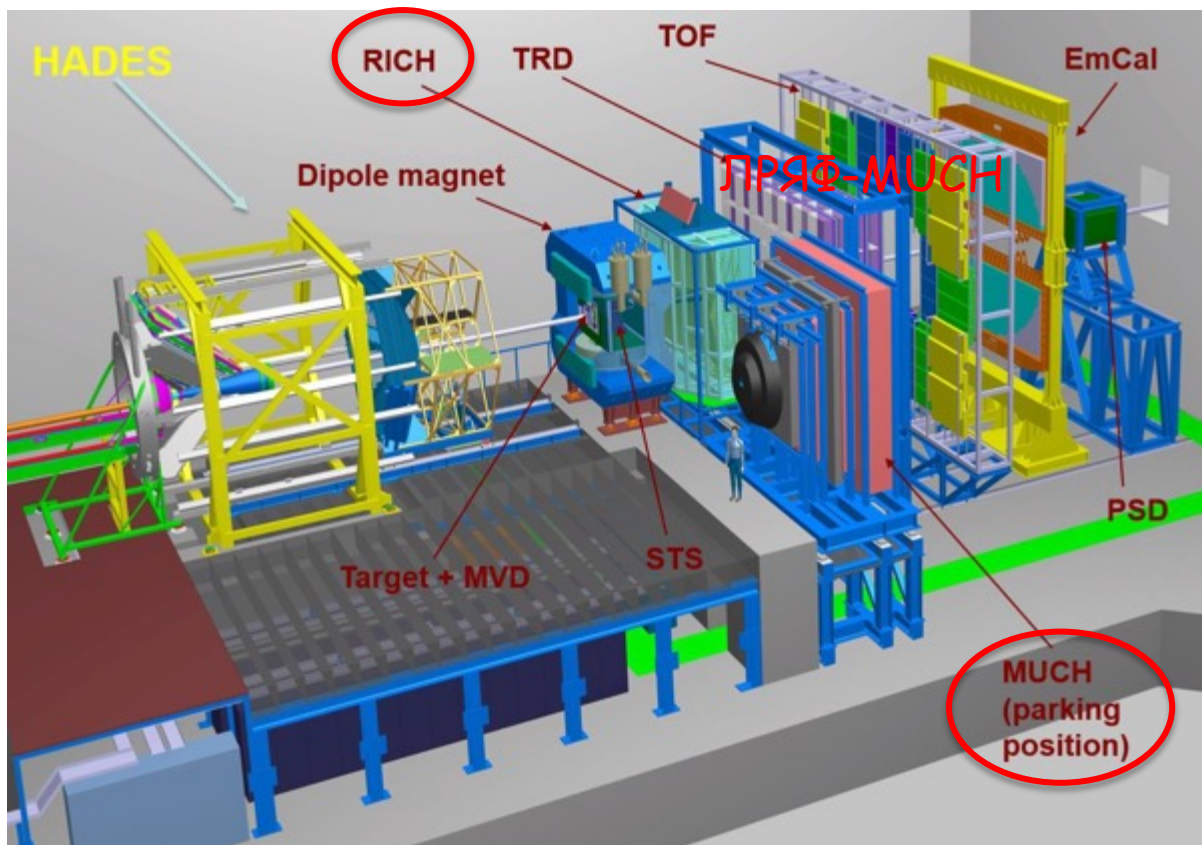
FT reconstruction $\delta L_{\text{track}} \sim \text{few mm}$



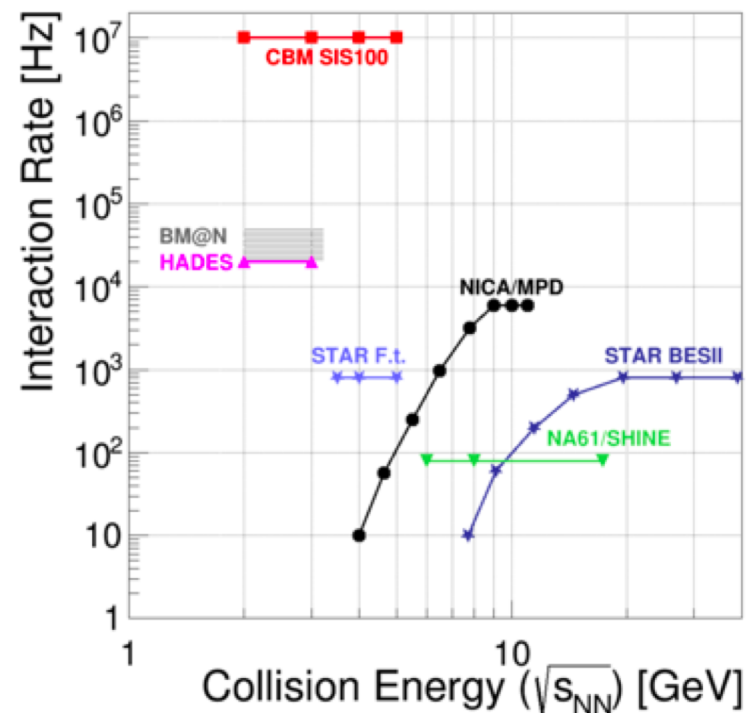


Лаборатория релятивистской ядерной физики (рук. В.М. Самсонов)

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

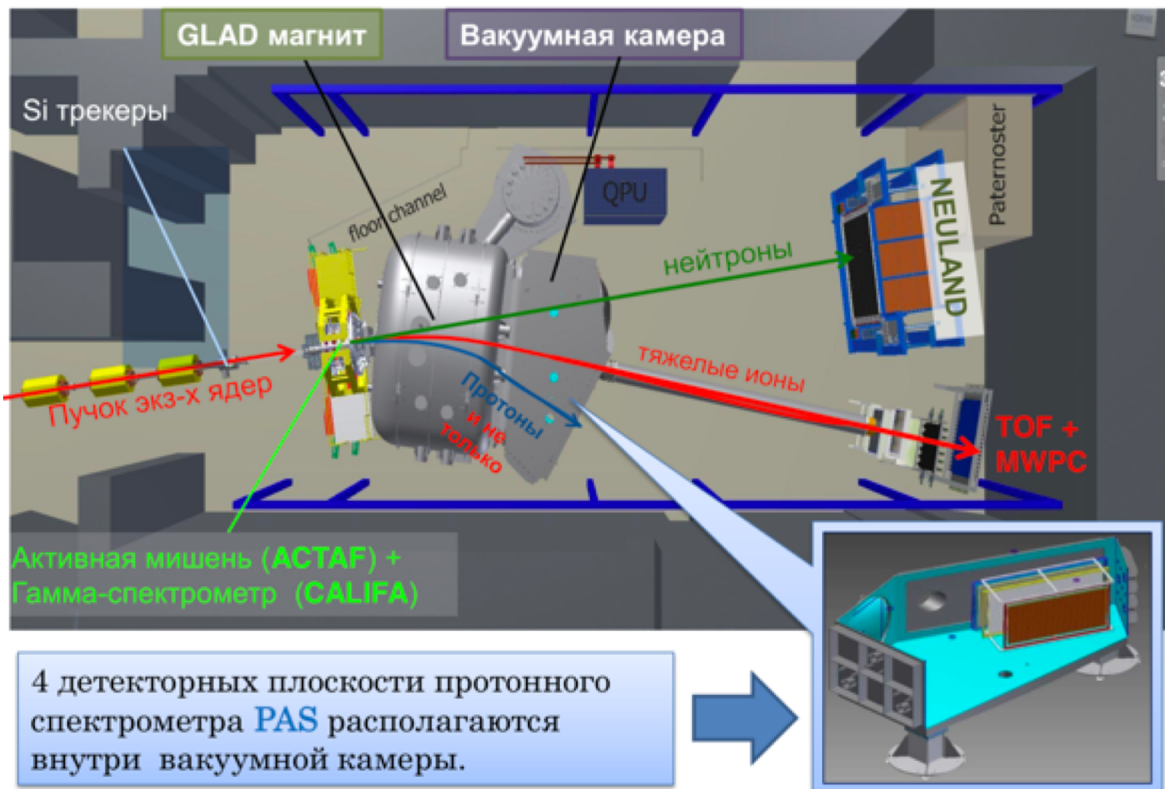


- Продолжена работа над проектом механической конструкции детектора RICH (координатор Ю. Г. Рябов):
- Продолжена работа по созданию механической системы мюонного детектора МУСН (координатор А. В. Ханзадеев):

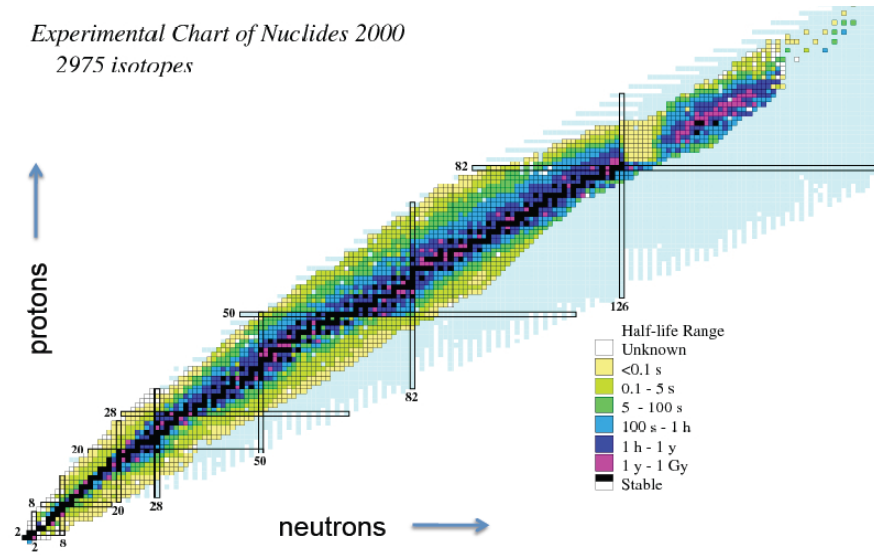




R3B – Reactions with Relativistic Radioactive Beams



Experimental Chart of Nuclides 2000
2975 isotopes



Прототип камеры АКТАФ2



Участие ОФВЭ в R3B:

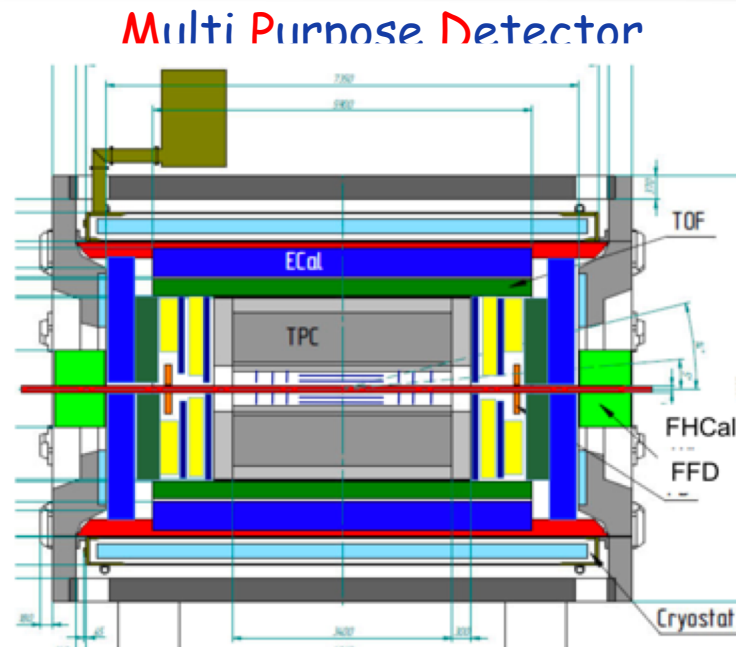
- neutron detector NeuLAND (HV system)
- proton tracking detector (PAS)
- active target(s) (AKTAF).



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**



- 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)

С НОВЫМ ГОДОМ!

С Новым
Годом!

© MARY BELL
1988



55 лет ОФВЭ

