

# ОТДЕЛЕНИЕ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

# 2016

А.А.Воробьев    сессия УС    ОФВЭ    29.12. 2016

## *Администрация ОФВЭ*

- **А.А. Воробьев** - руководитель ОФВЭ
- **Г.Д. Алхазов** - зам. руководителя по научной работе
- **В.Т. Ким** - зам. руководителя по научной работе
- **А.А. Васильев** - зам. руководителя по научной работе
- **И.А. Логинова** - зам. руководителя по общим вопросам
- **В.В. Саранцев** - учёный секретарь
- **Г.Е. Гаврилов** - главный инженер
- **Л.Ф. Никитина** - помощник руководителя по научным связям
- **А. А. Дзюба** - помощник руководителя по молодежи

# **Структура ОФВЭ**

**Лаб. физики элементарных частиц**

***Г.Д.Алхазов***

**Лаб. мезонной физики конденс. сред**

***С.И.Воробьев***

**Лаб. релятивистской ядерной физики**

***В.М.Самсонов***

**Лаб. короткоживущих ядер**

***В.Н.Пантелеев***

**Лаб. мезонной физики**

***В.В.Сумачев***

**Лаб. малонуклонных систем**

***С.Л.Белостоцкий***

**Лаб. адронной физики**

***О.Е.Федин***

**Лаб. физики экзотических ядер**

***Ю.Н.Новиков***

**Лаб. криогенной и сверхпровод. техники**

***А.А.Васильев***

**Лаб. кристаллооптики заряженных частиц**

***Ю.М.Иванов***

**Отдел радиоэлектроники**

***В.Л.Головцов***

**Отдел трековых детекторов**

***А.Г.Крившич***

**Отдел вычислительных систем**

***А.Е.Шевель***

**Отдел мюонных камер**

***В.С.Козлов***

**Опытное производство ОФВЭ**

***В.И.Ясюкевич***

# Состав ОФВЭ

- На декабрь 2016 года в ОФВЭ 246 человек: (247)
- Научных сотрудников 147
- Научно-технических работников 77
- Рабочих 22
- Докторов физ.-мат. наук 13
- Кандидатов физ.-мат. наук 67
- Аспирантов 8
- 42 человека в возрасте до 35 лет (45)
- 153 человека от 35 - 70 лет
- 48 человек старше 70 лет

# Финансирование

* Субсидии на выполнение госзадания	<b>8 000 000 руб.</b>
Оборудование, материалы, услуги	3 000 000
Командировочные расходы	5 000 000
* РНФ	<b>5 000 000.</b>
* РФФИ (О.Л.Федин, А.Б.Гриднев)	<b>868 000</b>

---

**ВСЕГО: 13 868 000 руб. (19 000 000)**

# Договора

МИНОБРНАУКИ РФ (2016 год)

- CMS 9 000 000 руб.
  - LHCb 10 570 000 руб.
  - ALICE 7 000 000 руб.
  - ATLAS 8 700 000 руб.
- ИТОГО: **35 570 000 руб. (44 500 000)**

Контракт 335К-300 **83 655 ЕВРО**

Договор ЛКСТ 300 000 руб.

# *Командировки*

- Швейцария 50 человек
- Германия 27 человек
- США 8 человек
- Италия, Болгария, Румыния, Австрия,  
Черногория, Финляндия 6 человек

Всего командировок	154	(145)
Всего человек	91	(75)
Всего ч.мес	208	(220)

# ***Заработная плата***

- Средняя заработная плата сотрудников по штатному расписанию **23 012 рублей**
- Средняя заработная плата с учётом надбавок по договорам **32 211 рублей**



## ***СЕМИНАРЫ***

ОФВЭ	26	(40)
ОФВЭ + ТО	7	(4)
Сессия УС ОФВЭ		

## ***ПУБЛИКАЦИИ***

- в иностранных журналах 347 (257)
- в российских журналах 4 (1)
- доклады на конференциях 38 (35)

Рабочее совещание R3B в ПИЯФ  
19-23 сентября 2016

50 участников из 12 стран  
60 докладов

Конференция HSQCD'2016 в ПИЯФ  
27 июня — 1 июля 2016

85 участников из 14 стран  
55 докладов

# ***Защита диссертаций***

Учёная степень доктора физико-математических наук

**СЕМЕНЧУК Геннадий Георгиевич**

**ЕЛИСЕЕВ Сергей Александрович**

Учёная степень кандидата физико-математических наук

**МАЛАЕВ Михаил Владимирович**

**СМИРНОВ Михаил Владимирович**

**ЧЕНМАРЁВ Станислав Валерьевич**

**ПОЗДРАВЛЯЕМ!**

## Докторские диссертации (обещания прошлого года)

- + **Семенчук Геннадий Георгиевич.**  
«Экспериментальное исследование процесса мюонного катализа dd-синтеза в газах D<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> + D<sub>2</sub> и HD».
  
- Головцов Виктор Леонтьевич**  
«Системы считывания и отбора данных в экспериментах физики вэ. »
  
- Иванов Юрий Михайлович.**  
«Кристаллооптика пучков заряженных частиц высоких энергий с упругоквазимозаичными кристаллами»
  
- + **Елисеев Сергей Александрович.**  
«Разработка высокопрецизионных методов измерения масс нуклидов ловушками Пеннинга для задач фундаментальной физики»
  
- Васильев Александр Анатольевич**  
«Криогенные мишени в ядерно-физических экспериментах»
  
- Манаенков Сергей Иванович**  
«Спин-зависящее рождение векторных мезонов в эксперименте Гермес»

# Премии

- Премия имени И.В. Курчатова НИЦ КИ

## В области научных исследований:

1. А.Е. Барзах, Д.В.Фёдоров, М.Д. Селиверстов, П.Л. Молканов, В.Н. Пантелеев.

«Исследования запаздывающего деления и сосуществования форм ядра методом резонансной ионизации в лазерном ионном источнике».

2. С.А.Елисеев.

«Высокопрецизионные измерения масс нуклидов ловушками Пеннинга для широкого спектра задач фундаментальной физики».

# Премии

## Премия имени И.В. Курчатова НИЦ КИ

### Студенческие работы:

1. Л.Д. Ельцов.  
«Разработка и введение в эксплуатацию системы измерения тока банчируванного пучка на ускорителе COSY».
2. М.В.Мальков.  
«Каналирование и объёмное отражение протонов с энергией 1 ГэВ в изогнутых кристаллах кремния».
3. Н.С.Мартынова.  
«Низкоэнергетичная ядерная изомерия»

# Конкурс лучших работ ПИЯФ НИЦ КИ 2016

## Первая премия

«Прямое прецизионное измерение разности масс  $^{163}\text{Ho}$ - $^{163}\text{Dy}$  в ионной ловушке».

*С.А. Елисеев, Д.А.Нестеренко, Ю.Н. Новиков, П.Е.Филянин,  
С.В.Ченмарёв и др.*

## Вторая премия

«Разработка мишеней для получения медицинских радионуклидов  $\text{Sr-82}$ ,  $\text{Ra-223,224}$  на радиоизотопном комплексе РИЦ-80».

*В.Н.Пантелеев, А.Е.Барзах, Л.Х.Батист, Ю.М.Волков, В.С.Иванов,  
П.Л.Молканов, Ф.В.Мороз, С.Ю.Орлов, Д.В.Фёдоров.*

## Третья премия

«Наблюдение поляризационной структуры в реакции  $^{40}\text{Ca}(p,p?)X$  при энергии 1 ГэВ».

*Г.М.Амальский, В.А.Андреев, Г.Е.Гаврилов, А.А.Жданов, А.А.Изотов,  
А.Ю.Киселёв, Н.Г.Козленко, П.В.Кравченко, М.П.Левченко,  
О.В.Миклухо, Д.В.Новинский, А.Н.Прокофьев, С.И.Труш,  
А.В.Шведчиков.*

## Идущие эксперименты

СЦ ПИЯФ ( ИРИС, МАП,  $\mu$ SR,)

CERN ( CMS, ATLAS, LHCb, ALICE, UA9, ISOLDE )

PSI (Швейцария) (MuSun)

BNL(США) (PHENIX)

Bonn (Германия) (BGO-AD, Crystal Barrel)

GSI (Германия) ( ShipTrap)

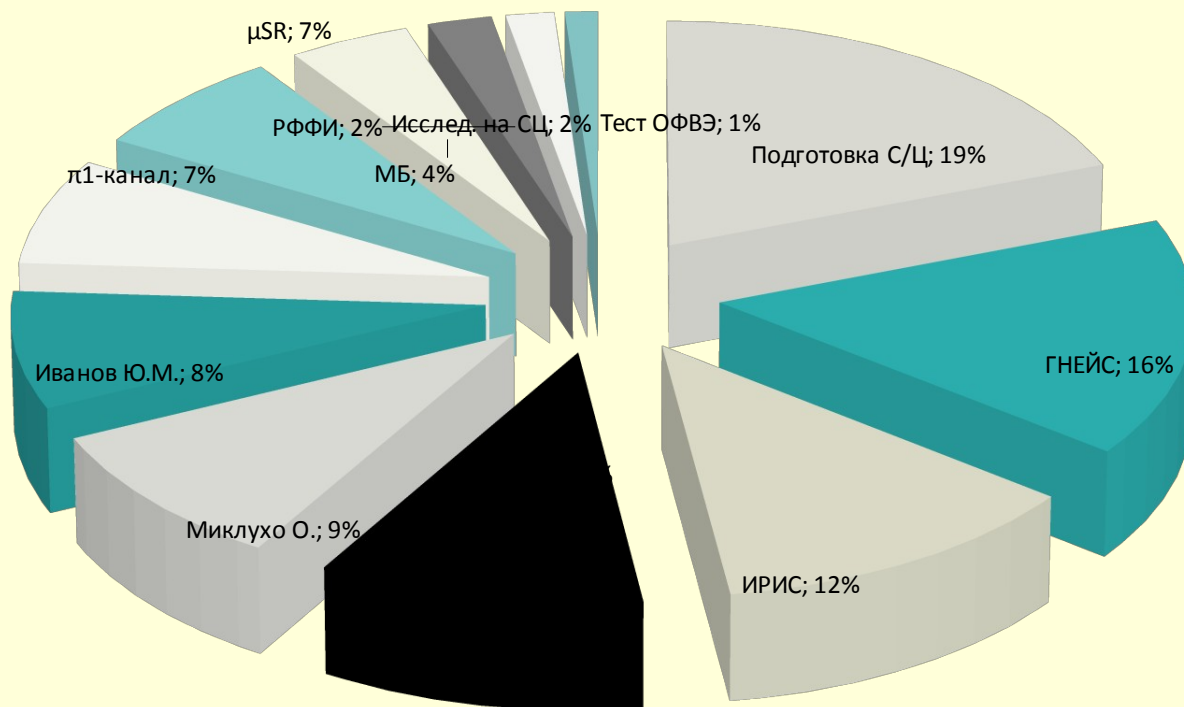


# ***Синхроциклотрон ПИЯФ***



# Синхроциклотрон

3225 час (1844 час в 2015)



ОФВЭ 39% 1250 час

# Запуск Циклотрона Ц-80



## **$E=75$ МэВ**

- Ток источника – 800 мкА;
- Частота импульсов – 100 Гц
- Длительность имп. - 0,5 мксек
- Ток в импульсе – 75 мкА  
(банчер вкл.)

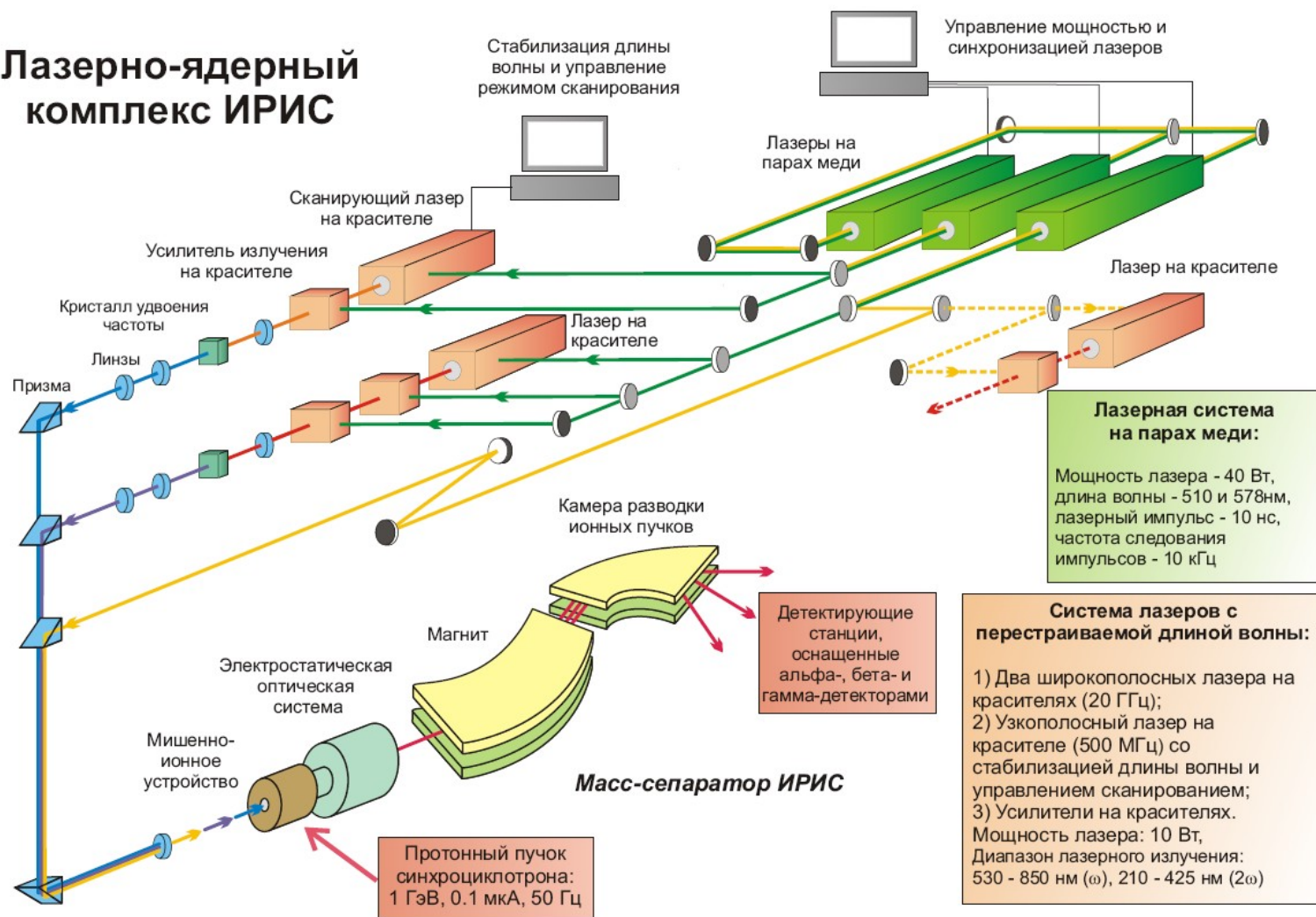
## **$E=50$ МэВ**

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

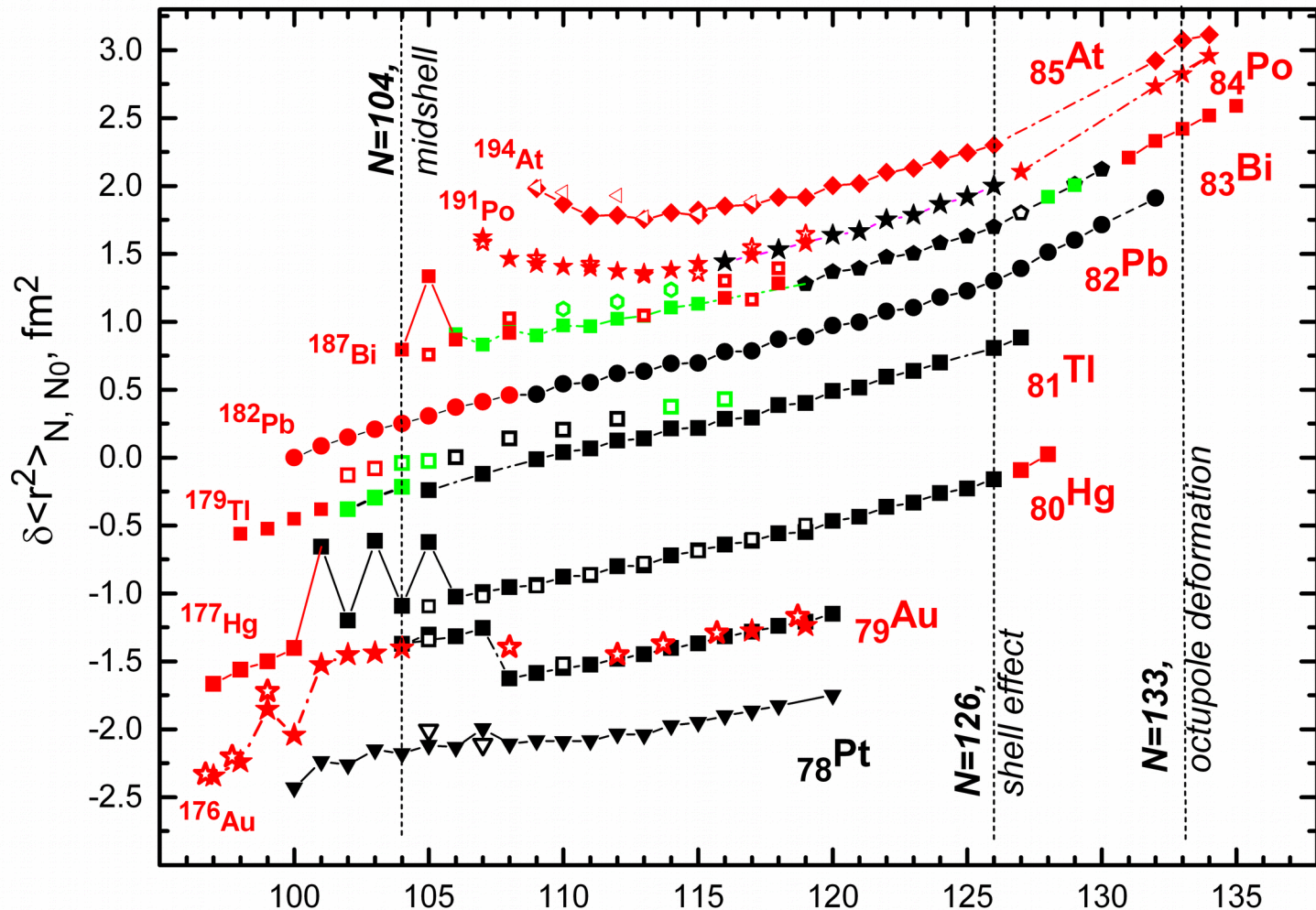




# Лазерно-ядерный комплекс ИРИС





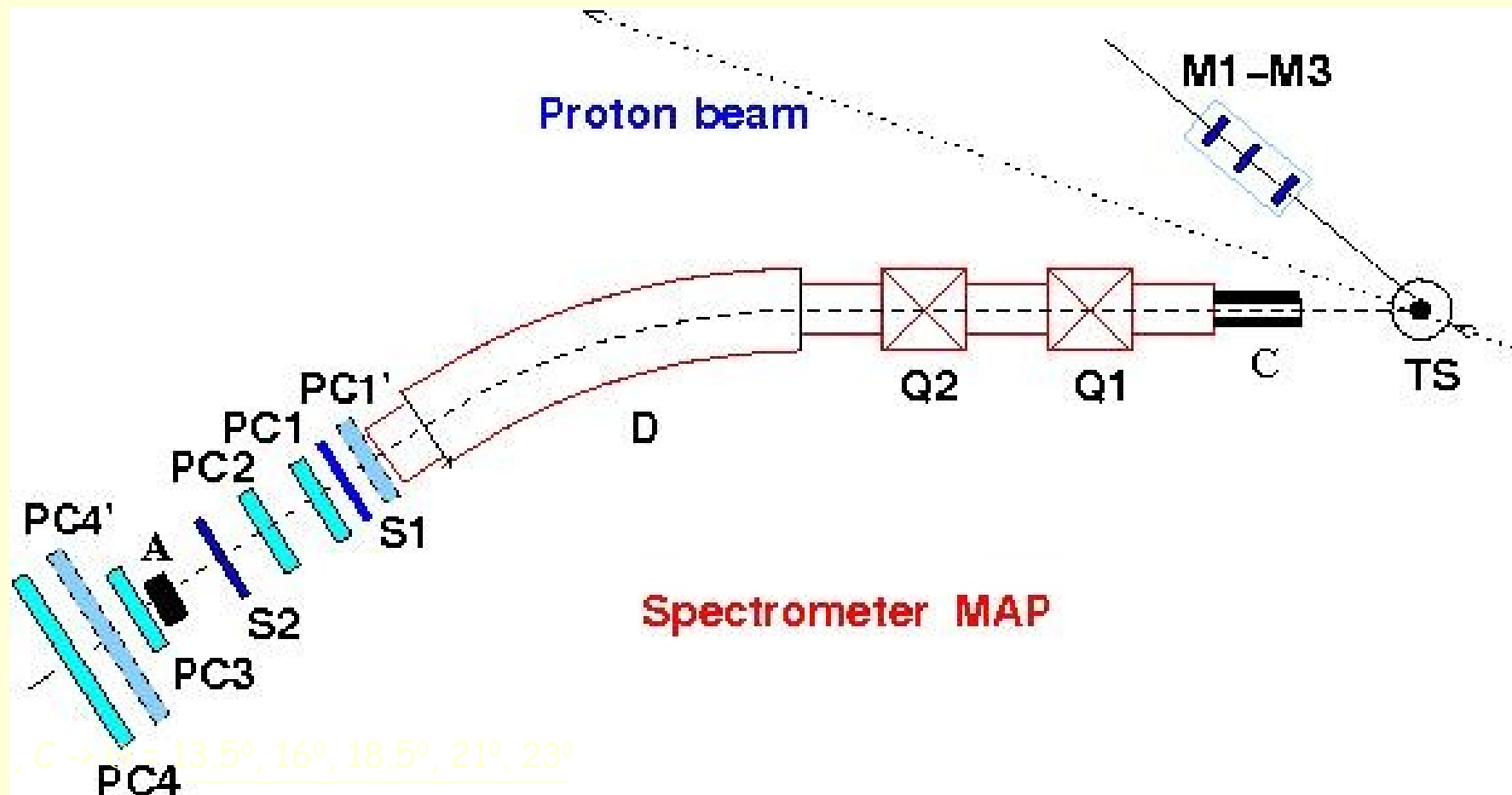


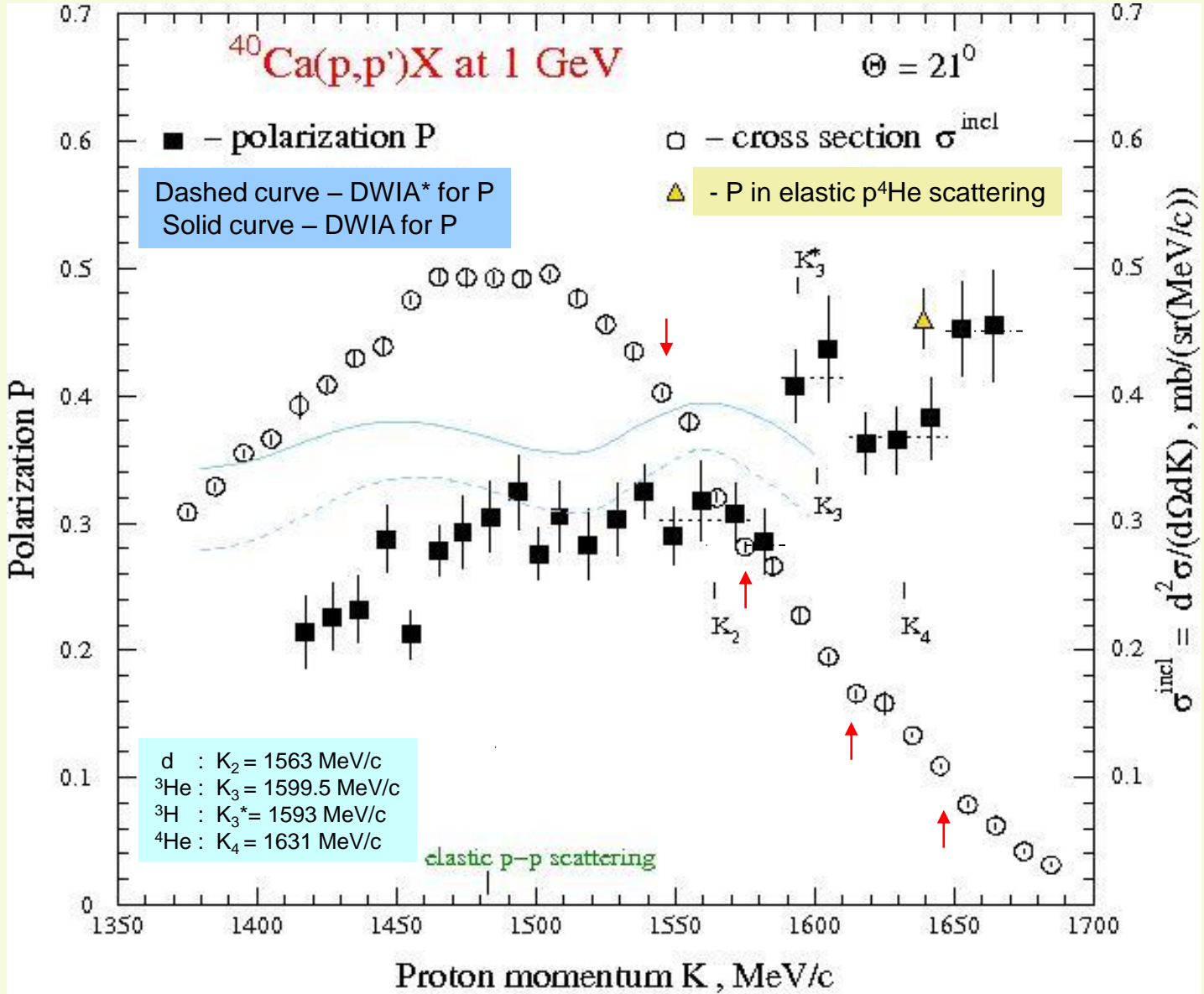
more than 120 isotopes/isomers were studied

# Поляризация протонов в рассеянии на ядрах

Эксперимент на СЦ ПИЯФ

О.Миклухо







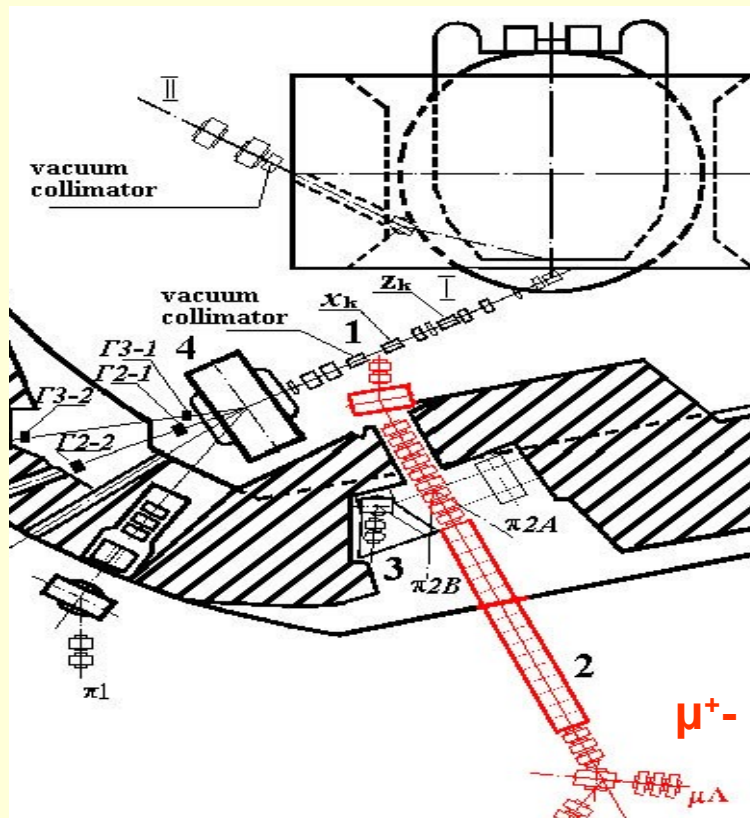
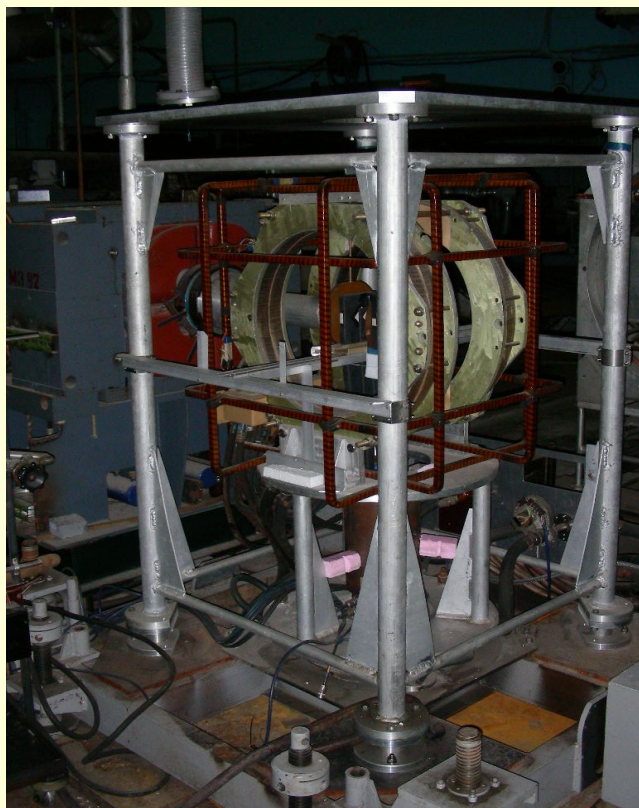
Лаб. С.И.Воробьева

**I.  $\mu$ SR- исследования на СЦ-1000 ПИЯФ.**

**II. Сотрудничество с ИКР (FZ-Juelich).**

# Эксперимент $\mu$ SR на синхроциклотроне ПИЯФ

Лаб. С.И.Воробьева



$\mu^+$ - канал

$P_{\mu^+} = 70 \div 130 \text{ МэВ/с}$

**1. Завершен анализ экспериментальных данных по исследованию магнитных фазовых переходов, и распределению локальных магнитных полей в мультиферроиках  $\text{Eu}_{0.8}\text{Ce}_{0.2}\text{Mn}_2\text{O}_5$  и  $\text{EuMn}_2\text{O}_5$ .**

*(Совместно с ФТИ, Санкт-Петербург).*

Статья в журнале «ЖЭТФ».

**2. Продолжался анализ данных и набор статистики по исследованию образца перовскитной керамики  $\text{Tb}_{0.95}\text{Bi}_{0.05}\text{MnO}_3$  и манганита  $\text{TbMnO}_3$ .**

*(Совместно с ФТИ, Санкт-Петербург).*

**3. Проводился анализ накопленных данных и проведен очередной цикл исследований образца феррожидкости на основе  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  диспергированных в воде  $\text{H}_2\text{O}$ .**

*(Совместно с ОИЯИ, Дубна;*

*Horia Hulubei National Institute of Physics and Nuclear Engineering, Bucharest, Romania;*

*Politehnica University of Bucharest, Romania).*

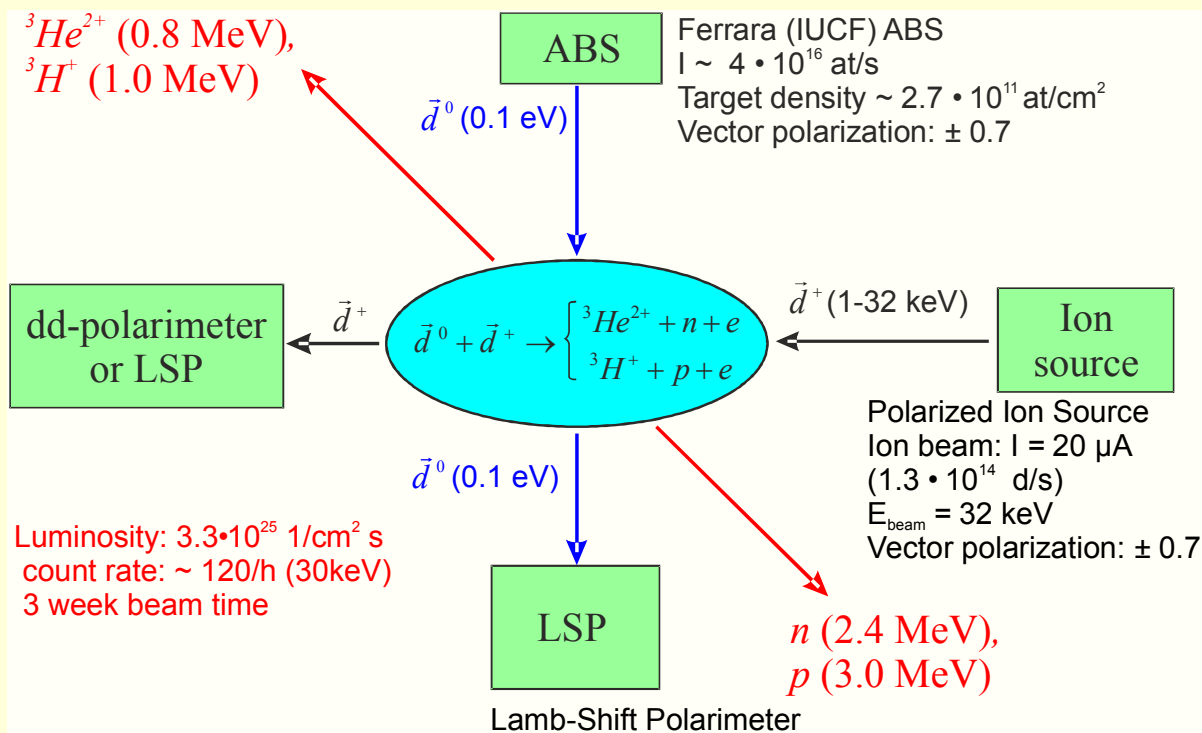
**4. Продолжалась модернизация  $\mu$ SR-установки.**

*(Совместно с ЛКСТ ОФВЭ).*

# Эксперимент POLFUSION

Исследование реакции слияния поляризованных дейтронов

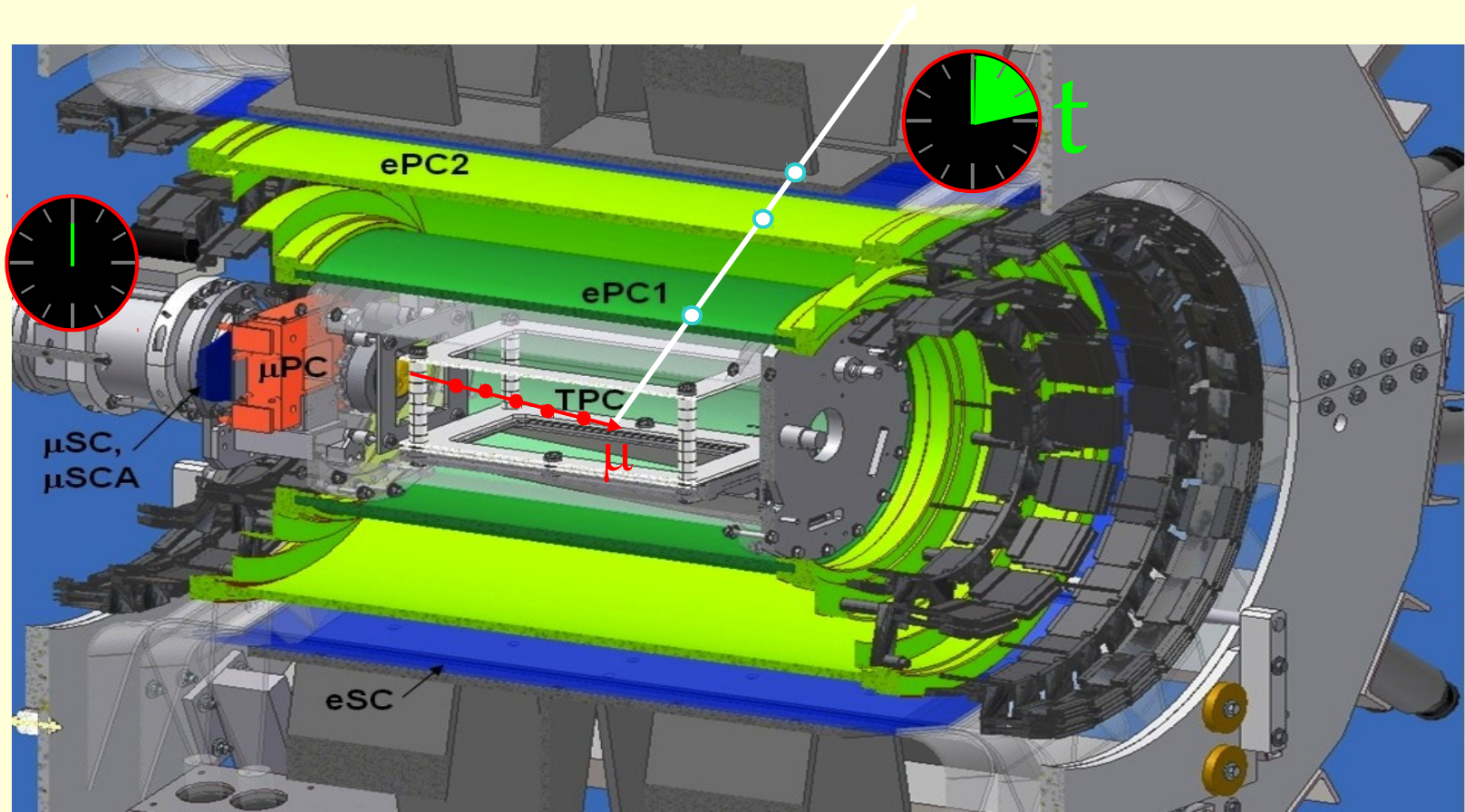
Лаб. А.Васильева



# Эксперимент MuSun

*Прецизионное измерение скорости  $\mu$ -захвата*

Рук. группы А.Васильев



Завершен набор статистики  $10^{10}$  событий  
2000 час пучкового времени в 2015

## Эксперимент MuCAP/MuSUN

$$d + \mu^{-} \rightarrow n + n + \nu_{\mu}$$

Phys. Lett. B 417, 224 (1998).

$$d + \mu^{-} \rightarrow n + n + \nu_{\mu}$$

Phys.Rev.Lett.110,022504 (2013).

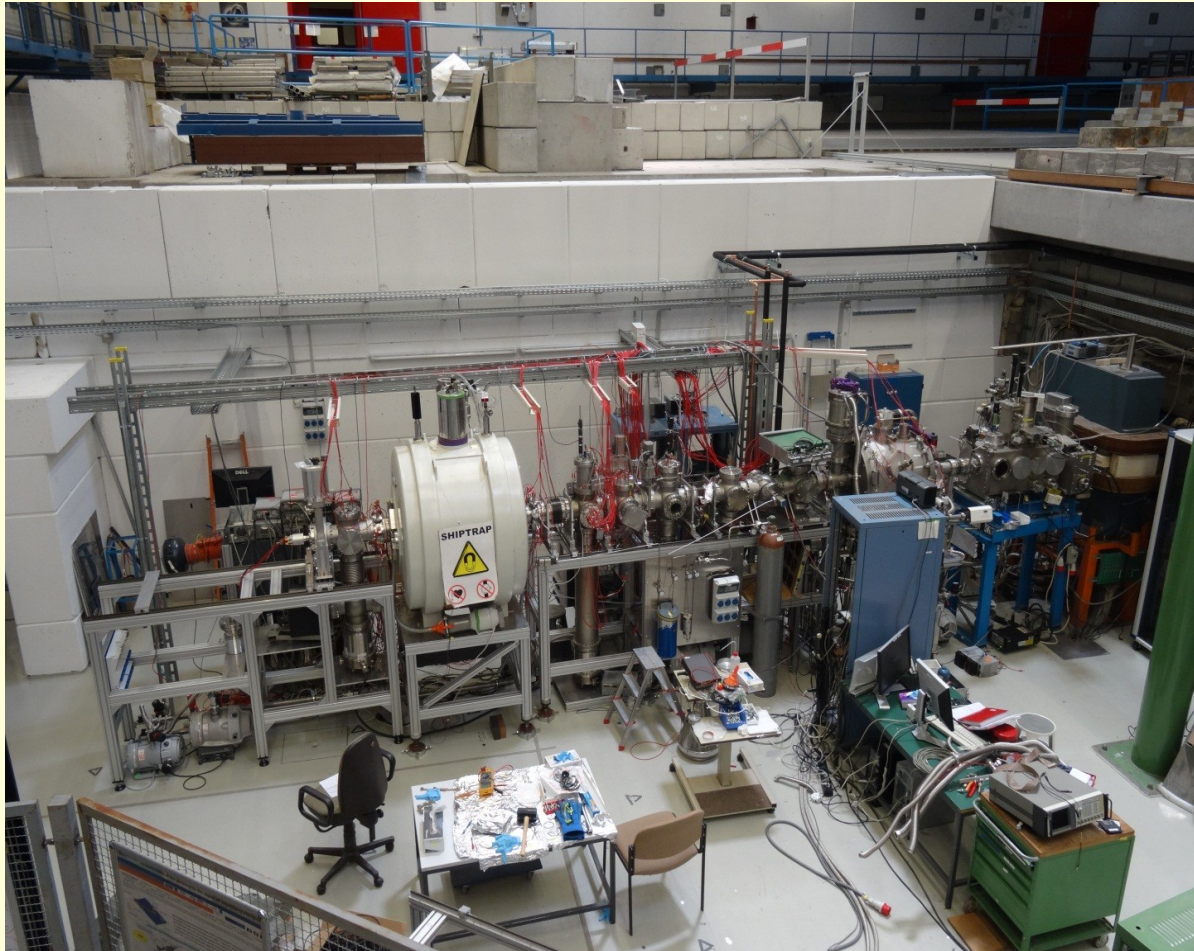
$$d + \mu^{-} \rightarrow n + n + \nu_{\mu}$$

MuSUN experiment



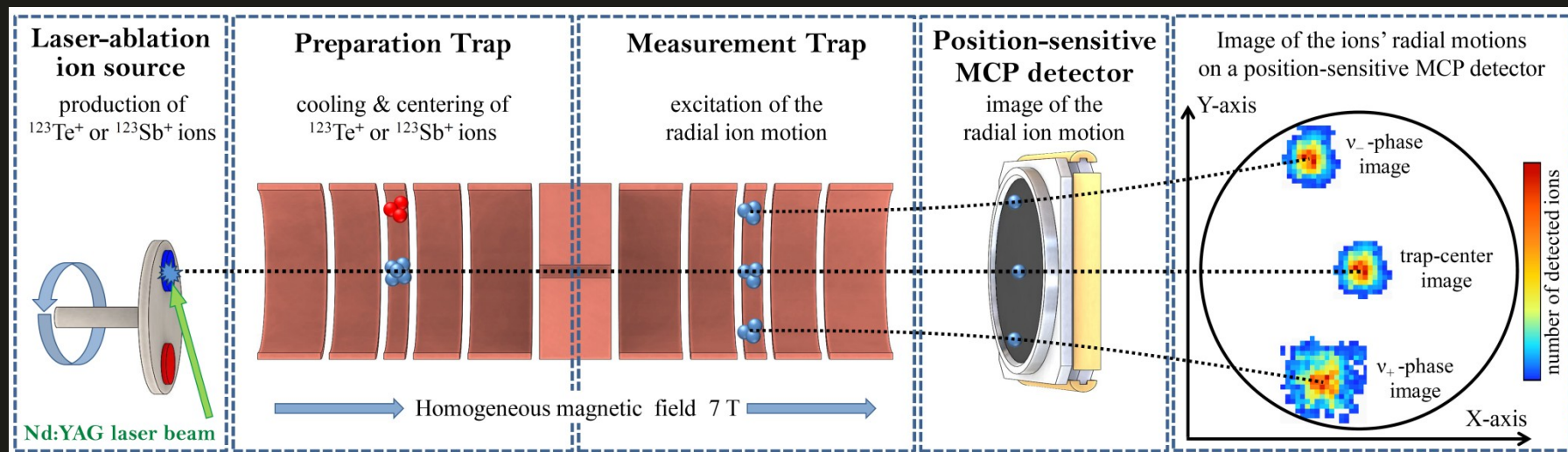
# SHIPTRAP

*прецизионное измерение масс короткоживущих ядер*



Установка SHIPTRAP в GSI  
создана при активном участии группы Ю.Н.Новикова

С помощью масс-спектрометра SHIPTRAP (ГСИ, Германия) было выполнено достоверное и точное измерение разности масс нейтральных атомов  $^{123}\text{Te}$  и  $^{123}\text{Sb}$



Полученное нами прямым методом значение  $Q_{\text{neut}} = 51.912 \pm 0.067$  кэВ хорошо подтверждает литературное косвенное значение  $52.7 \pm 1.6$  кэВ

- 1) P. Filianin, S. Schmidt, K. Blaum, M. Block, S. Eliseev, F. Giacoppo, M. Goncharov, F. Lautenschlaeger, Yu. Novikov, K. Takahashi. "The decay energy of the pure s-process nuclide  $^{123}\text{Te}$ " Physics Letters B 758 (2016) 407–411

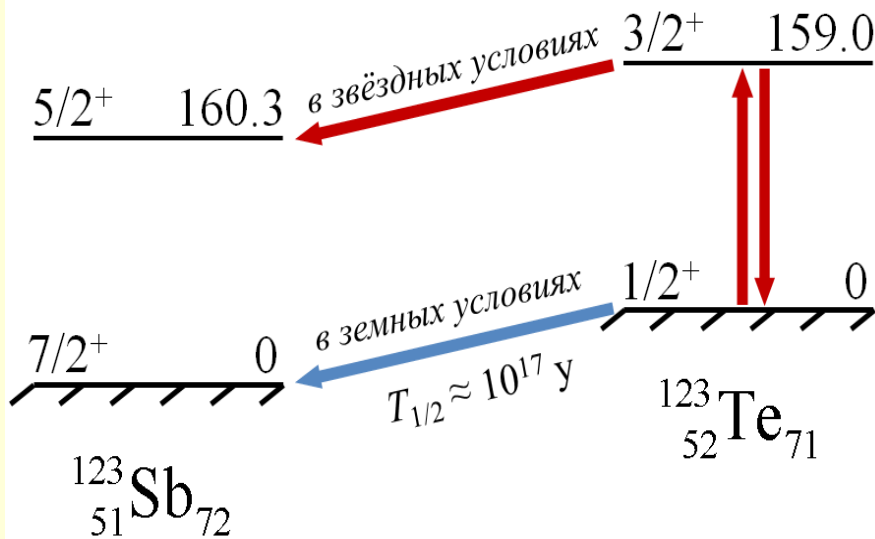




# $^{123}\text{Te}$ КАК АСТРОФИЗИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ – ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ПРОДУКТ S-ПРОЦЕССА

Cs122 21.18 с 1+	Cs123 5.88 м 1/2+	Cs124 30.9 с 1+	Cs125 46.7 м 1/2(+)	Cs126 1.64 м 1+	Cs127 6.25 с 1/2+	Cs128 3.66 м 1+	Cs129 32.05 ч 1/2+	Cs130 29.21 м 1+	Cs131 9.689 дн 5/2+
Xe121 40.1 м (9/2+)	Xe122 20.1 ч 0+	Xe123 2.08 ч (1/2)+	Xe124 0.095 1.8E14 л $\geq$ 2с 0+	Xe125 16.9 ч 1/2(+)	Xe126 0.089 0+	Xe127 36.4 дн 1/2+	Xe128 1.910 0+	Xe129 26.40 1/2+	Xe130 4.071 0+
I120 81.6 м 2-	I121 2.12 ч 5/2+	I122 3.63 м 1+	I123 13.2235 ч 5/2+	I124 4.1760 дн 2-	I125 59.400 дн 5/2+	I126 12.93 дн 2-	I127 100 5/2+	I128 24.99 м 1+	I129 1.57E7 л 7/2+
Te119 16.05 ч 1/2+	Te120 0.09 0+	Te121 19.16 дн 1/2+	Te122 2.85 0+	Te123 0.89 9.2E16 л $>$ 1/2+	Te124 4.74 0+	Te125 7.07 1/2+	Te126 18.84 0+	Te127 9.35 ч 3/2+	Te128 31.74 8.8E18 л $2\beta^-$ 0+
Sb118 3.6 м 1+	Sb119 38.19 ч 5/2+	Sb120 15.89 м 1+	Sb121 57.21 5/2+	Sb122 2.7238 дн 2-	Sb123 42.79 7/2+	Sb124 60.20 дн 3-	Sb125 2.7886 л 7/2+	Sb126 12.35 дн (8-)	Sb127 3.85 дн 7/2+
Sn117 7.68 1/2+	Sn118 24.22 0+	Sn119 8.89 1/2+	Sn120 32.58 0+	Sn121 27.03 ч 3/2+	Sn122 4.63 0+	Sn123 129.2 дн 11/2-	Sn124 5.79 0+	Sn125 9.64 дн 11/2-	Sn126 2.30E5 л 0+
In116 14.10 с 1+	In117 43.2 м 9/2+	In118 5.0 с 1+	In119 2.4 м 9/2+	In120 3.08 с 1+	In121 23.1 с 9/2+	In122 1.5 с 1+	In123 6.17 с (9/2)+	In124 3.12 с (1)+	In125 2.36 с 9/2+

- $^{123}\text{Te}$  образуется в медленном s-процессе захвата нейтронов в звёздах при температурах  $\approx (3-5) \cdot 10^8$  К. Возможность его образования после взрывного r-процесса экранировано стабильностью  $^{123}\text{Sb}$ ,
- Из-за большой разницы спинов и предполагаемой малой энергии бета-переход между основными состояниями запрещён, и время жизни в земных условиях достигает  $\sim 10^{17}$  лет,
- В звёздных условиях, благодаря заселённости уровня 159 кэВ в  $^{123}\text{Te}$ , открывается канал его разрешённого бета-перехода, что на много порядков величины должно изменить эффективное время жизни  $^{123}\text{Te}$ ,
- Так как бета-переходы представляют собой захват электронов, то их вероятность во многом определяется энергией перехода, то есть разностью масс.



# Барионная спектроскопия

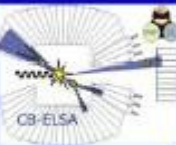
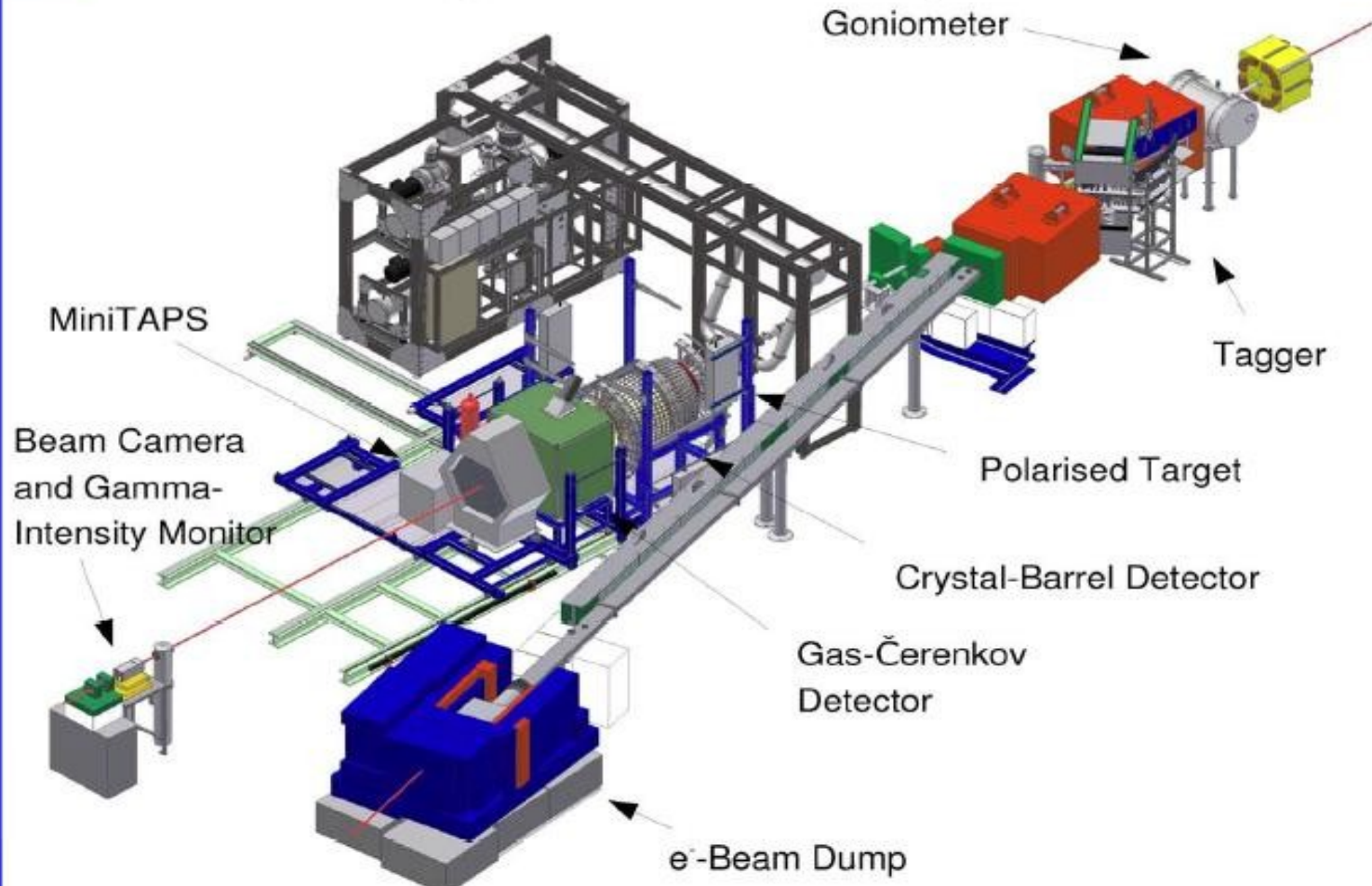
В.Сумачев, А.Гриднев, А Кузнецов

**CB-ELSA** (Бонн), **BGO-OD** (Бонн)  
**Эпекур** (ИТЭФ), **GRAAL** (Гренобль)

Схема установки СВ-ELSA

universität **bonn**

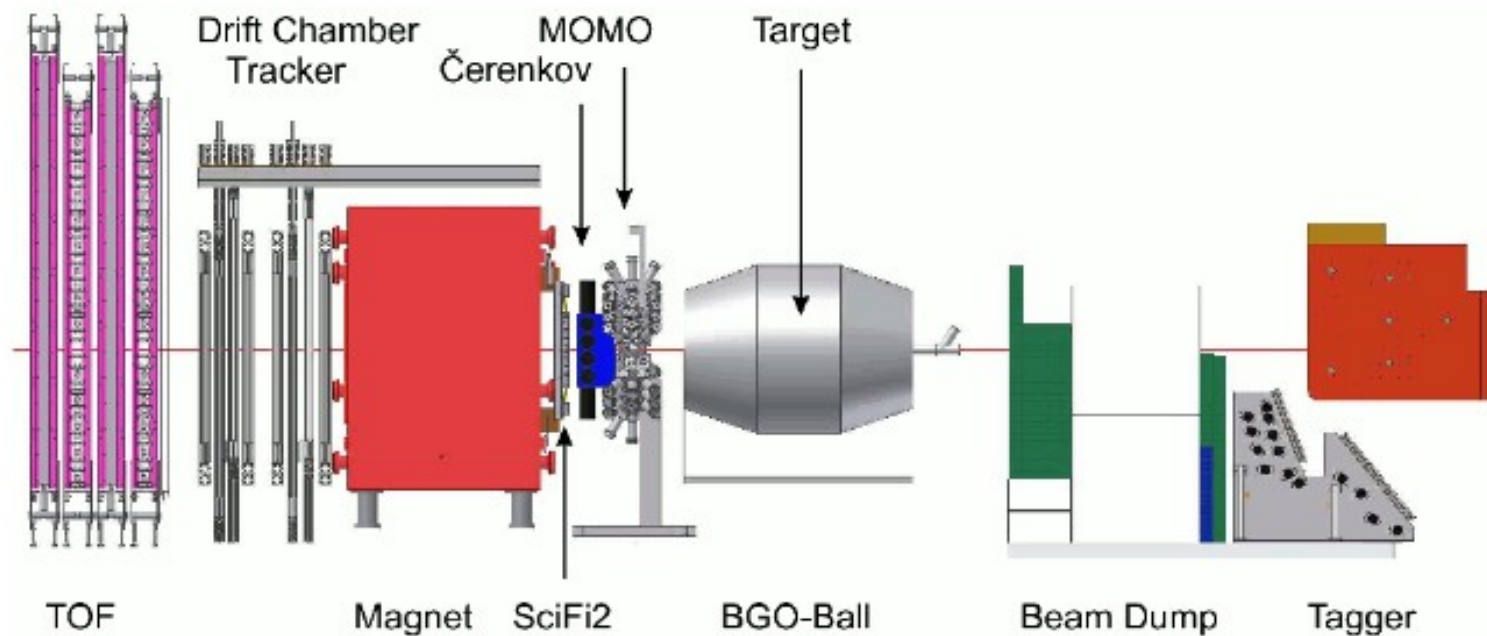
# The Crystal-Barrel Experiment



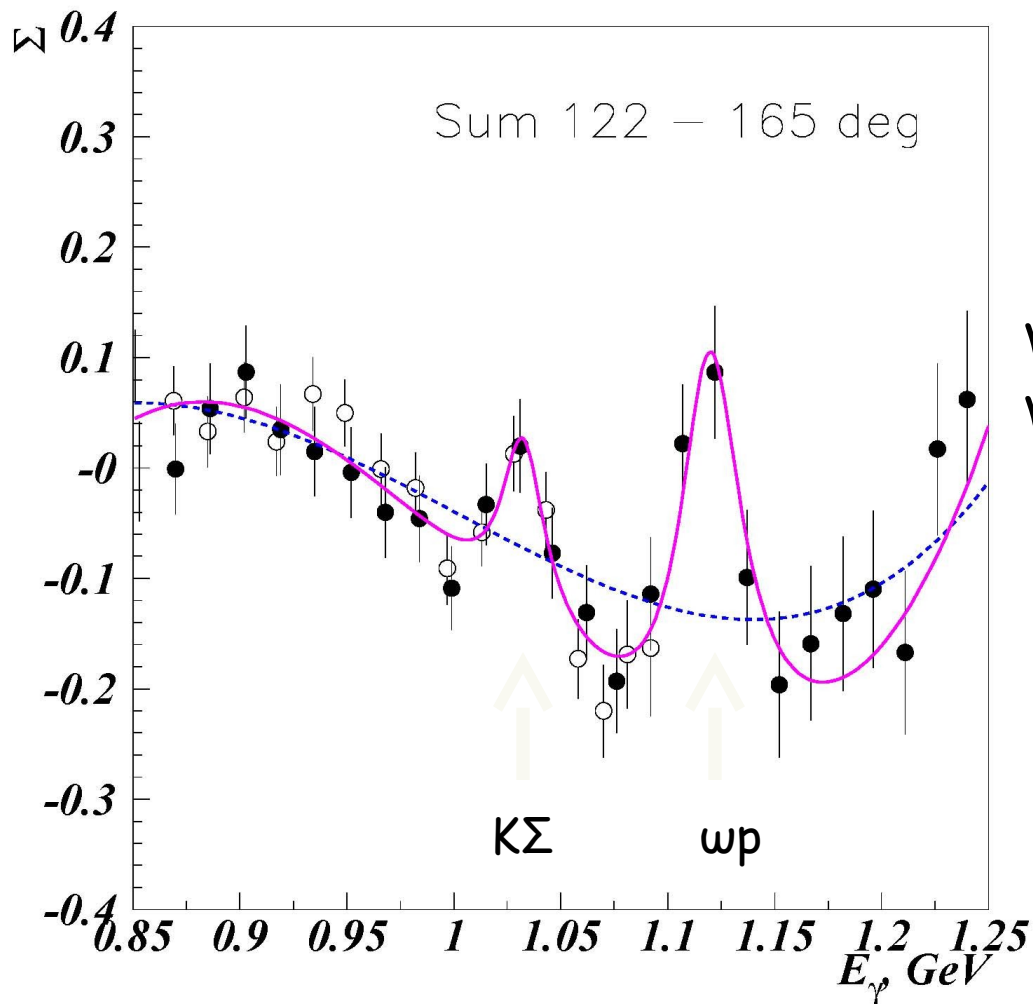
## Commissioning of the BGO-Open Dipole setup at beamline S of ELSA.

### experimental setup

general information



*Two narrow ( $\Gamma \sim 20$  MeV) structures at  $W \sim 1.68$  and  $W \sim 1.72$  GeV in the beam asymmetry data for Compton scattering off the proton at GRAAL*



$$W_1 = 1681 \pm 1 \text{ MeV}$$
$$W_2 = 1726 \pm 1 \text{ MeV}$$

# Эксперимент PHENIX (Брукхэвен, США)

Исследование столкновений релятивистских ядер



14 публикаций в 2015

В.Баублис

Я.Бердников

Д.Иванищев

Б.Комков

Д.Котов

В.Рябов

Ю.Рябов

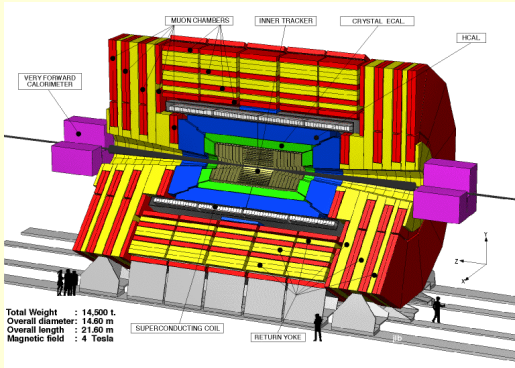
В.Самсонов

А.Ханзадеев

Phys.Rev.Lett. 115, 142301 (2015)

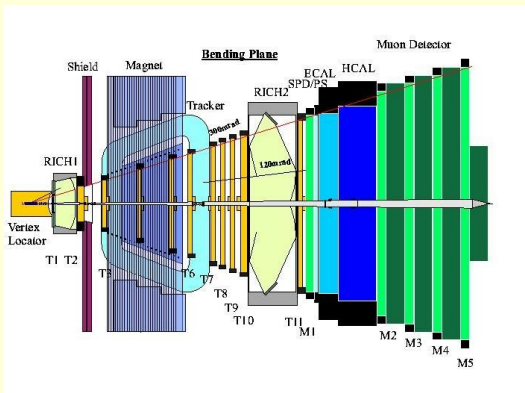
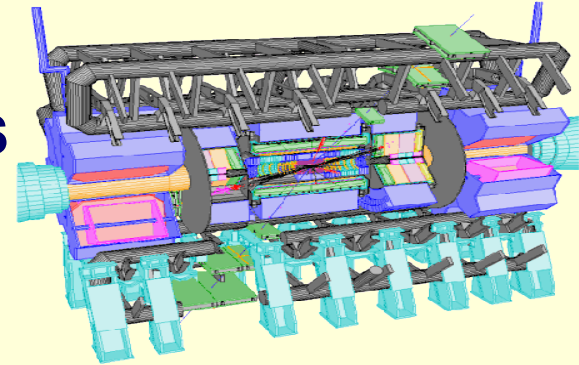
$\sqrt{s_{NN}} = 200 \text{ GeV}$      $p + Au$ ,    $d + Au$ ,    $^3\text{He} + Au$





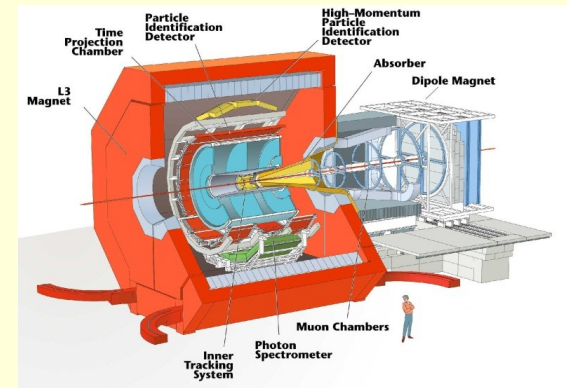
**CMS**

**ATLAS**



**LHCb**

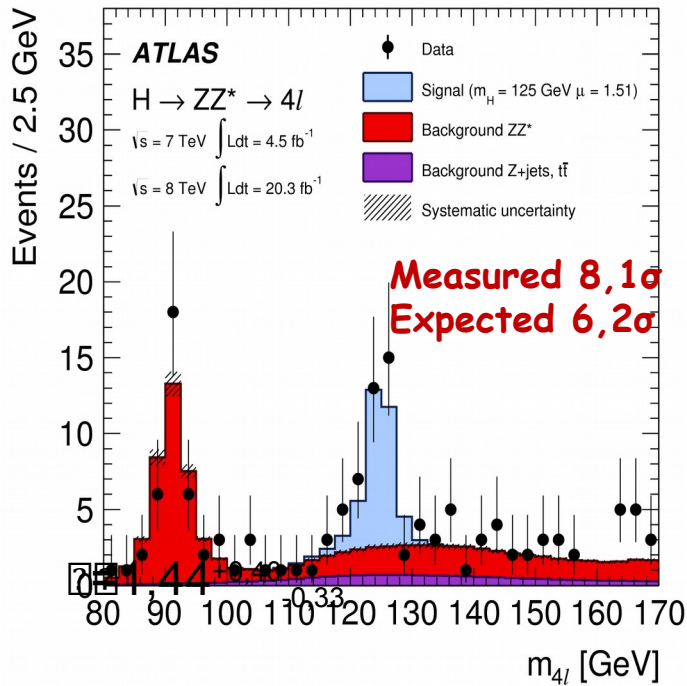
**ALICE**



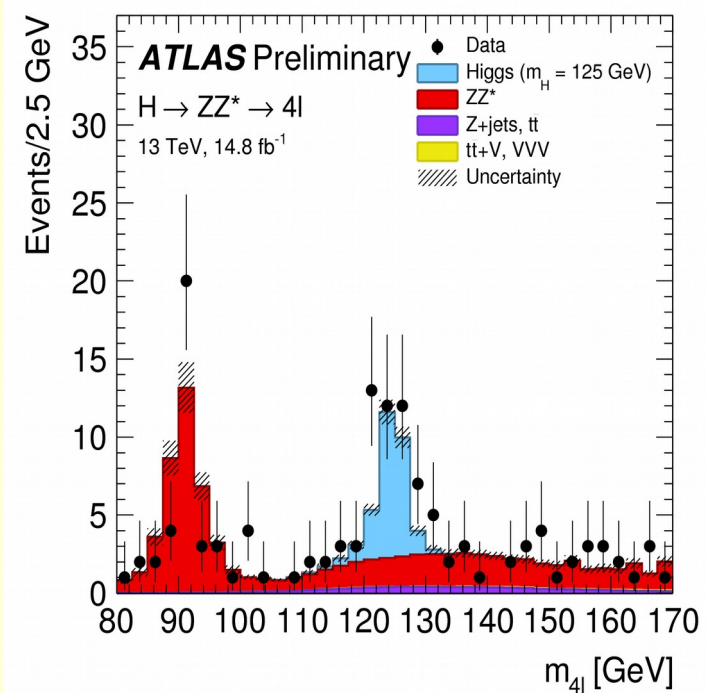
Все детекторы функционируют нормально.

# $H \rightarrow ZZ \rightarrow 4l$

## Run I



## Run II

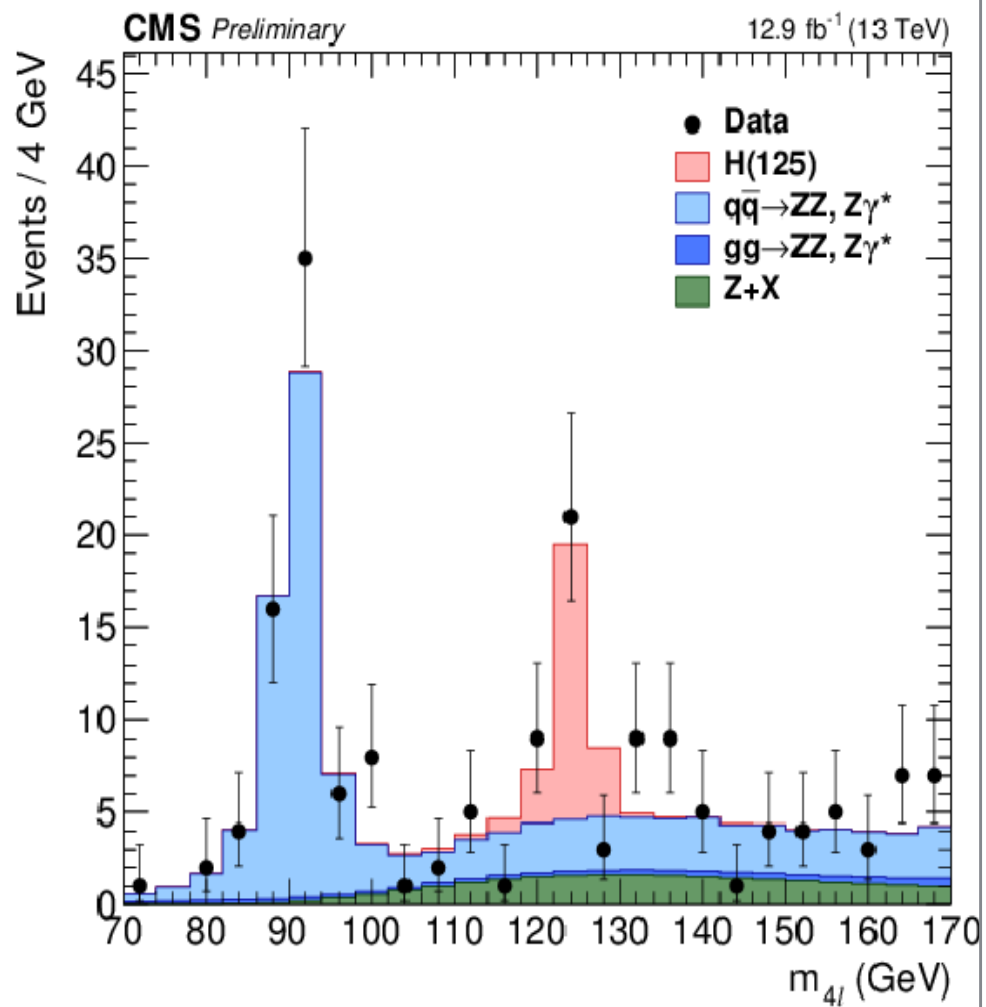
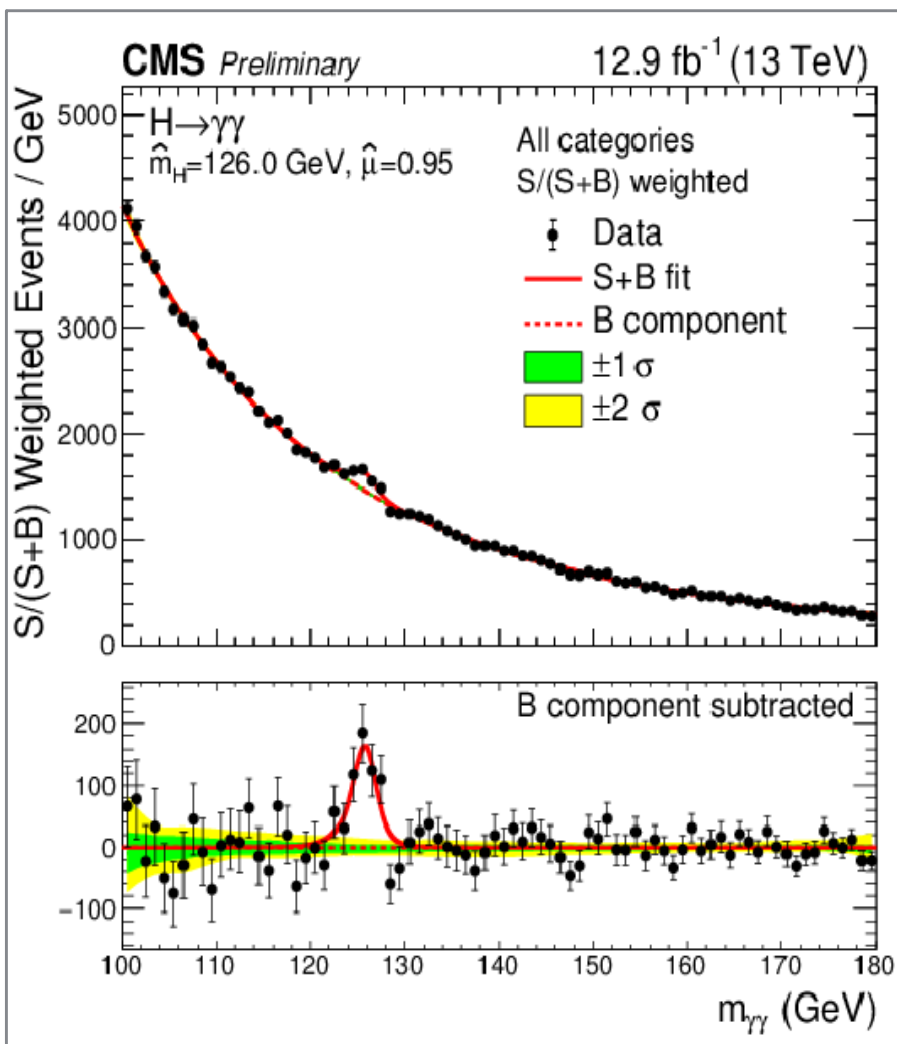


37 events observed in 120-130 GeV  
 Expected background:  $10,3 \pm 0,4$  events  
 Expected signal at 125 GeV: 16,2 events

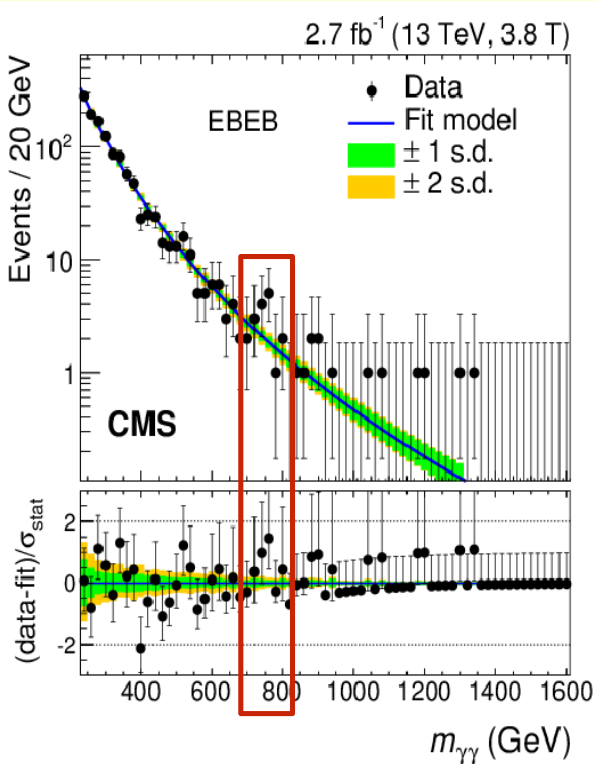
44 events observed in 118-129 GeV  
 Expected background:  $9,7 \pm 0,8$  events  
 Expected signal at 125 GeV: 22,3 events



# CMS: переоткрытие бозона Хиггса при 13 ТэВ



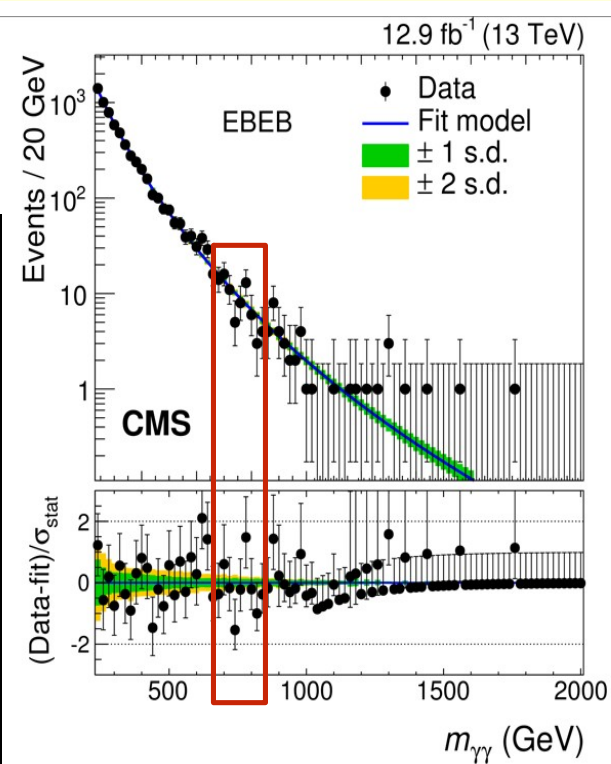
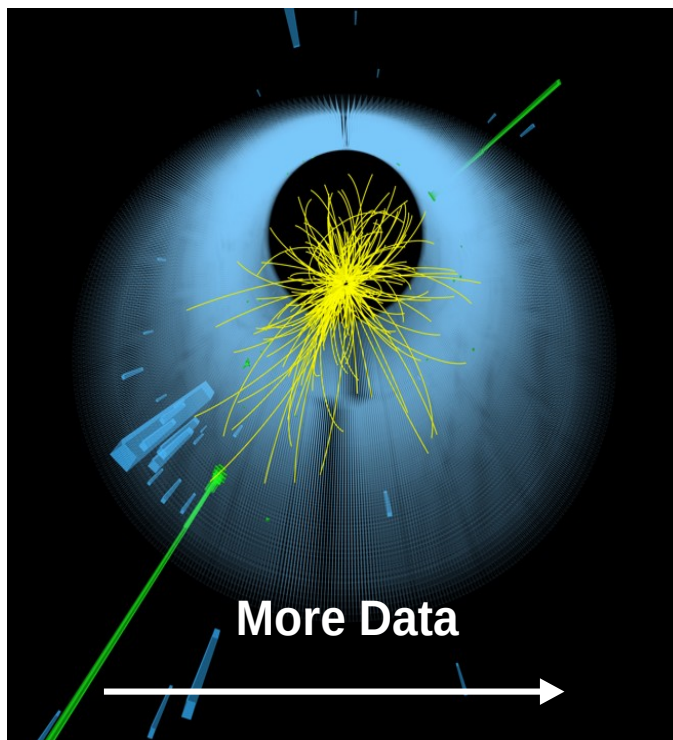
# CMS: резонанс при 750 ГэВ !?



Late 2015

“Birth” of 750 GeV bump

We were excited about the possibility  
of a NEW particle at 750 GeV!  
Nature wasn't that kind ...



Mid 2016

“Death” of 750 GeV bump

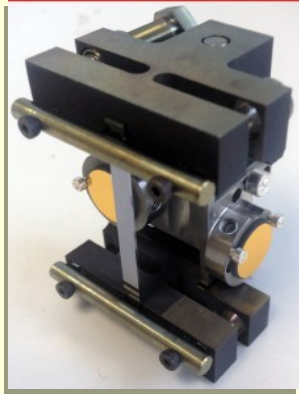


# LHC: The Observations of Crystal Channeling at 6.5 TeV



Run July 29<sup>th</sup> 2016

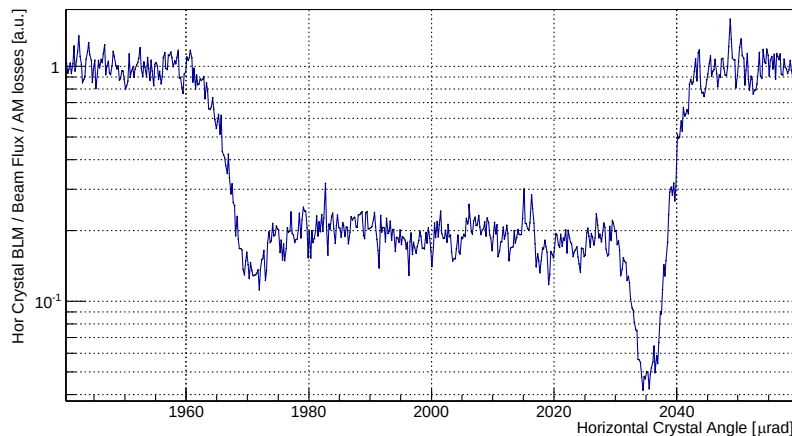
- The Crystals in Horizontal and Vertical collimation planes have been tested during the run.
- The **Channeling** has been successfully **observed** for both Crystals **at 6.5 TeV**
- Loss maps with H and V crystals in Channeling orientation have been measured.



**BLM loses vs. Crystal orientation**

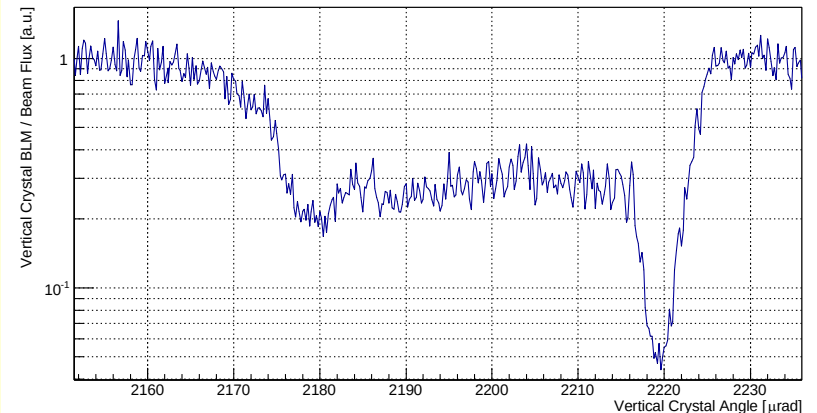
## Crystal in Horizontal plane

Horizontal Crystal Angular Scan @ 6500 GeV 2016-07-29 15:49:00

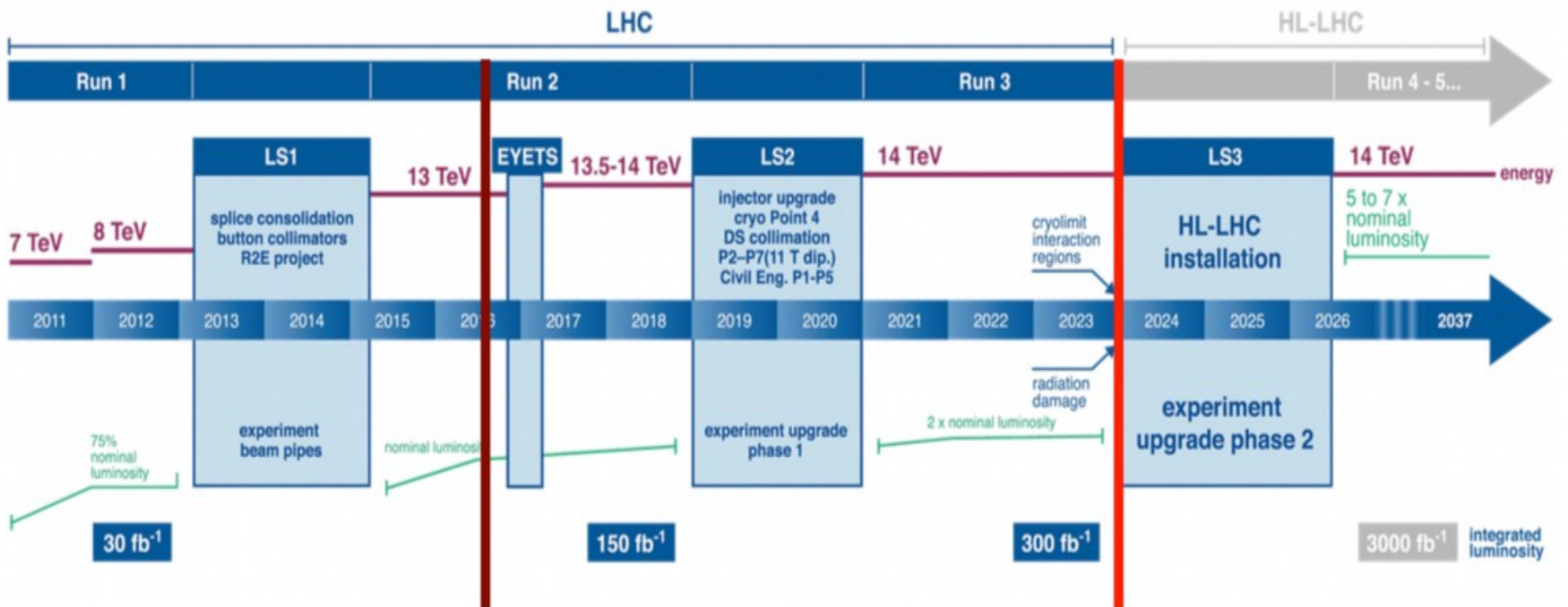


## Crystal in Vertical plane

Vertical Crystal Angular Scan at Flat Top



# LHC / HL-LHC Plan



# ОФВЭ in UPGRADES

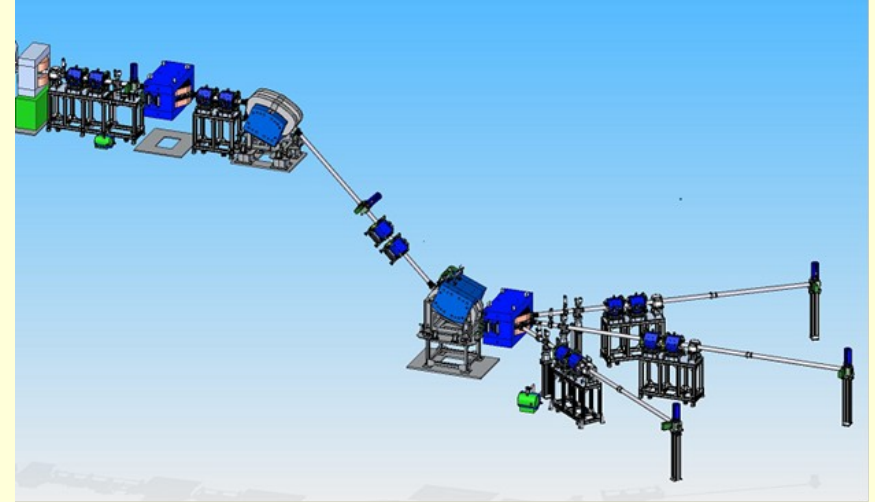
Контракты с Министерством образования и науки

- 2014-2016      128 млн.руб  
CMS, ATLAS, LHCb, ALICE
- 2017-2019      стадия согласования проектов

# Новые проекты

**Производство  
медицинских радиоизотопов  
на Ц-80**





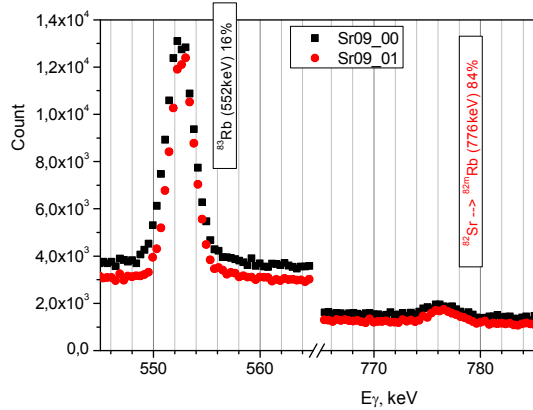
Нижний уровень  
экспериментального зала.  
Производство изотопов.



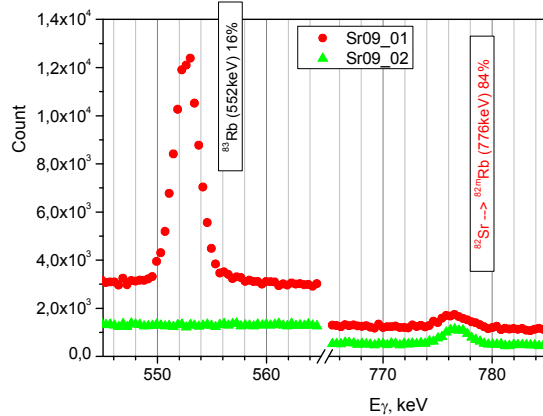




# Новый метод выделения $^{82}\text{Sr}$ из мишенного вещества $\text{RbCl}$ ,



Гамма-спектры капсулы с облученным мишенным веществом до нагрева и после нагрева в вакууме при низкой температуре



Гамма-спектры капсулы с мишенным веществом до нагрева и после нагрева при температуре выше температуры возгонки мишенного вещества



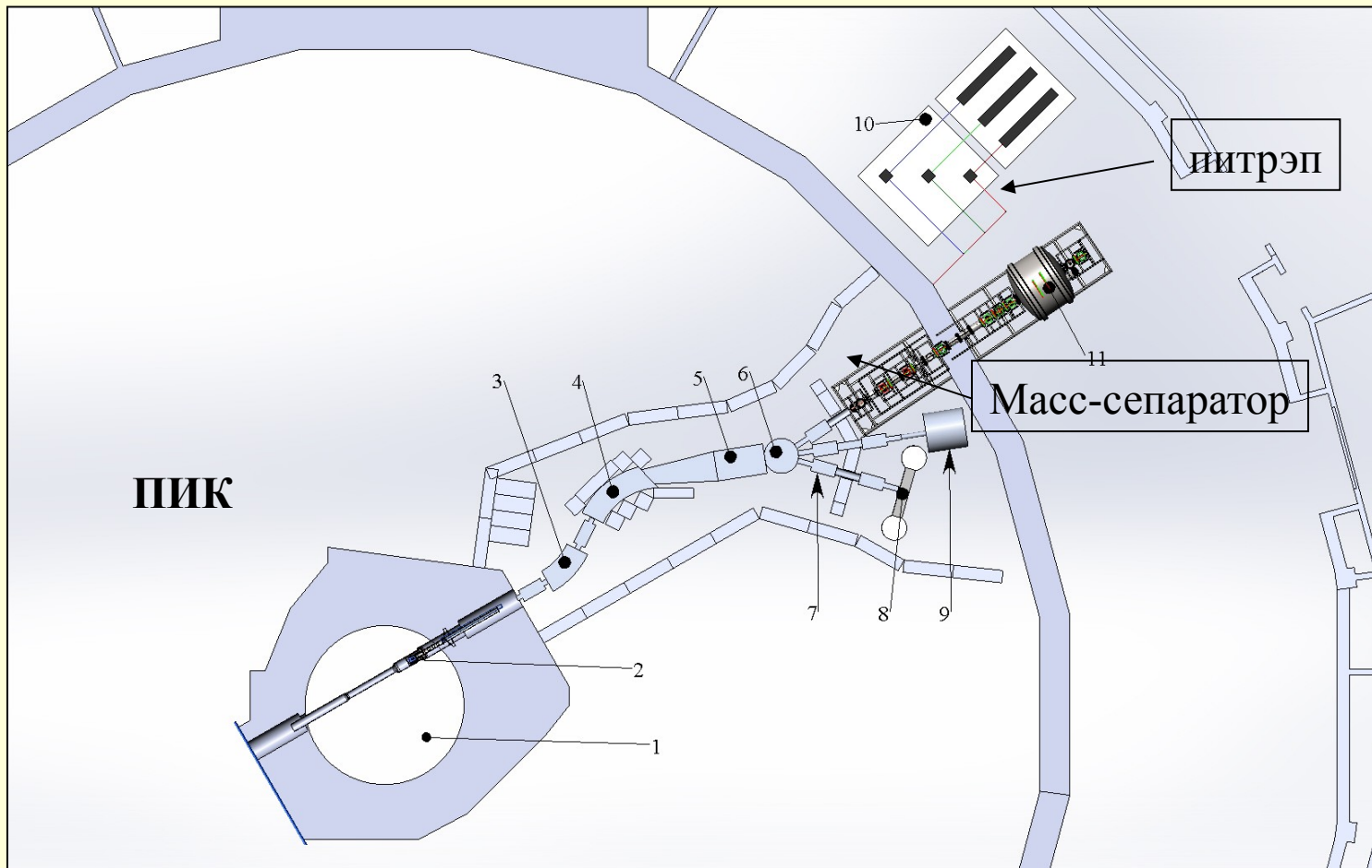
Капсула с мишенным веществом до и после нагрева при низкой температуре



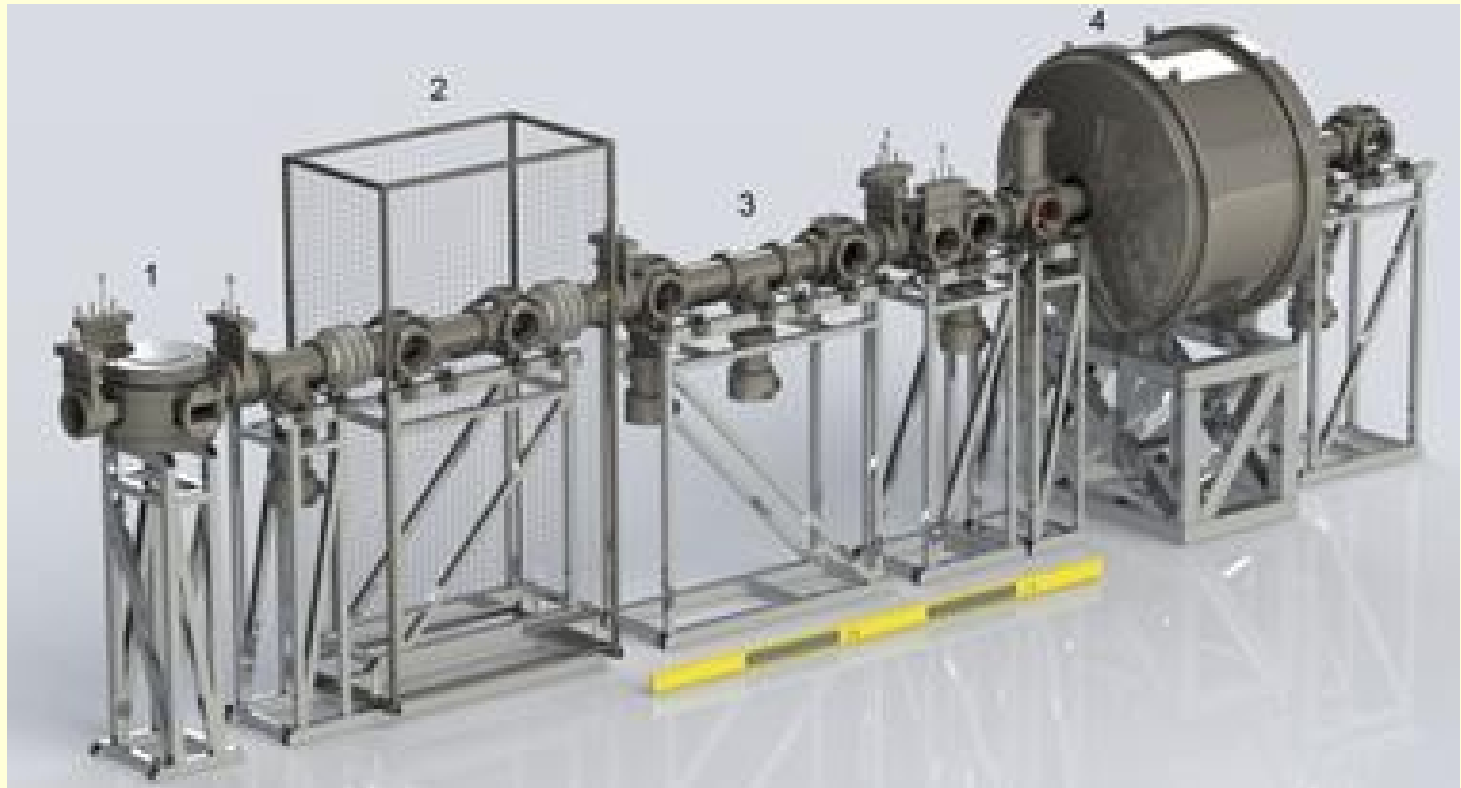
Капсула после полной возгонки мишенного вещества

# Проект ИРИНА\_ПИК

В.Н.Пантелеев, Ю.Н.Новиков

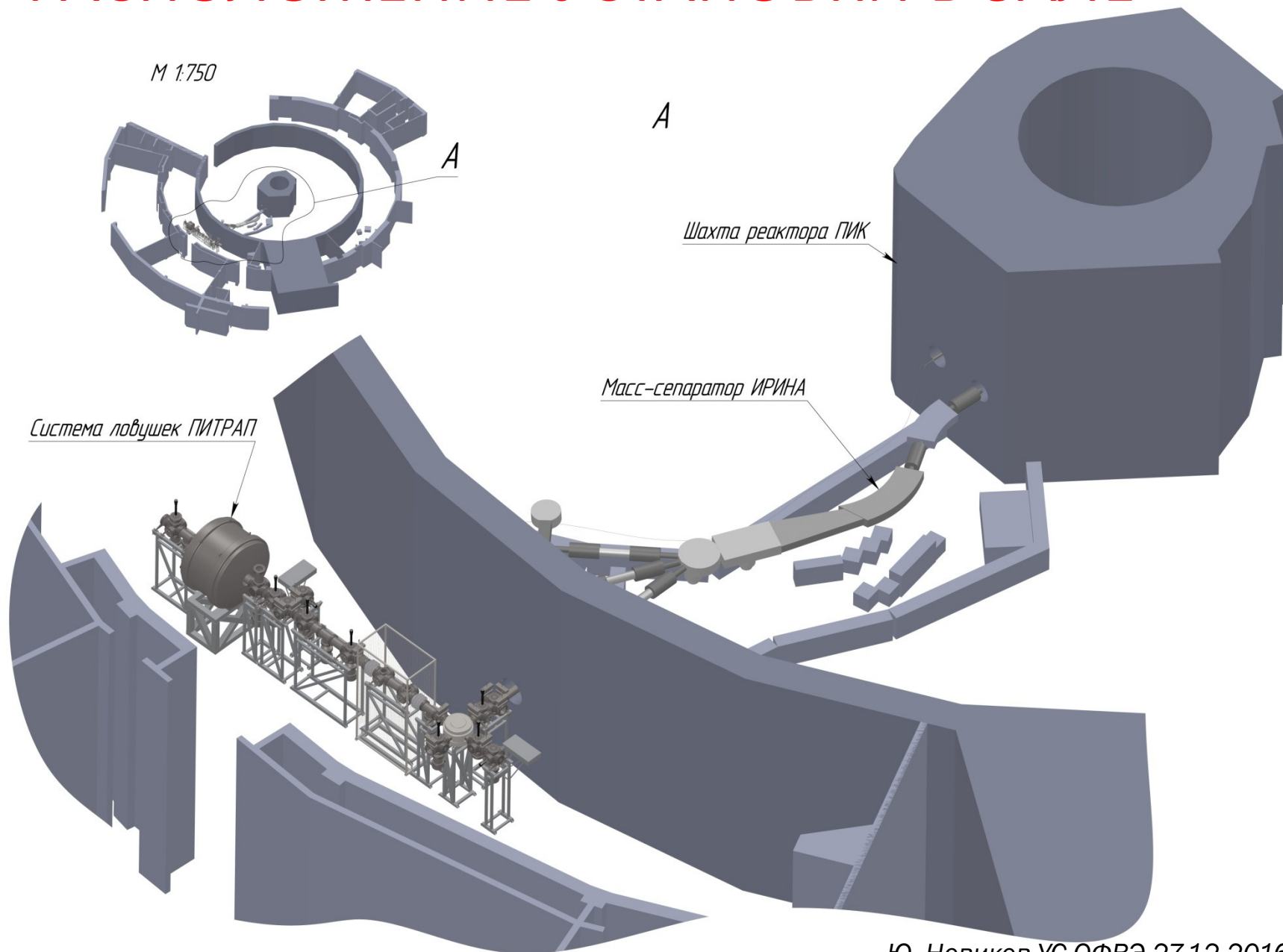


# МАКЕТ ОСНОВНОЙ ТРАССЫ ПИТРАП С ИОННОЙ ЛОВУШКОЙ

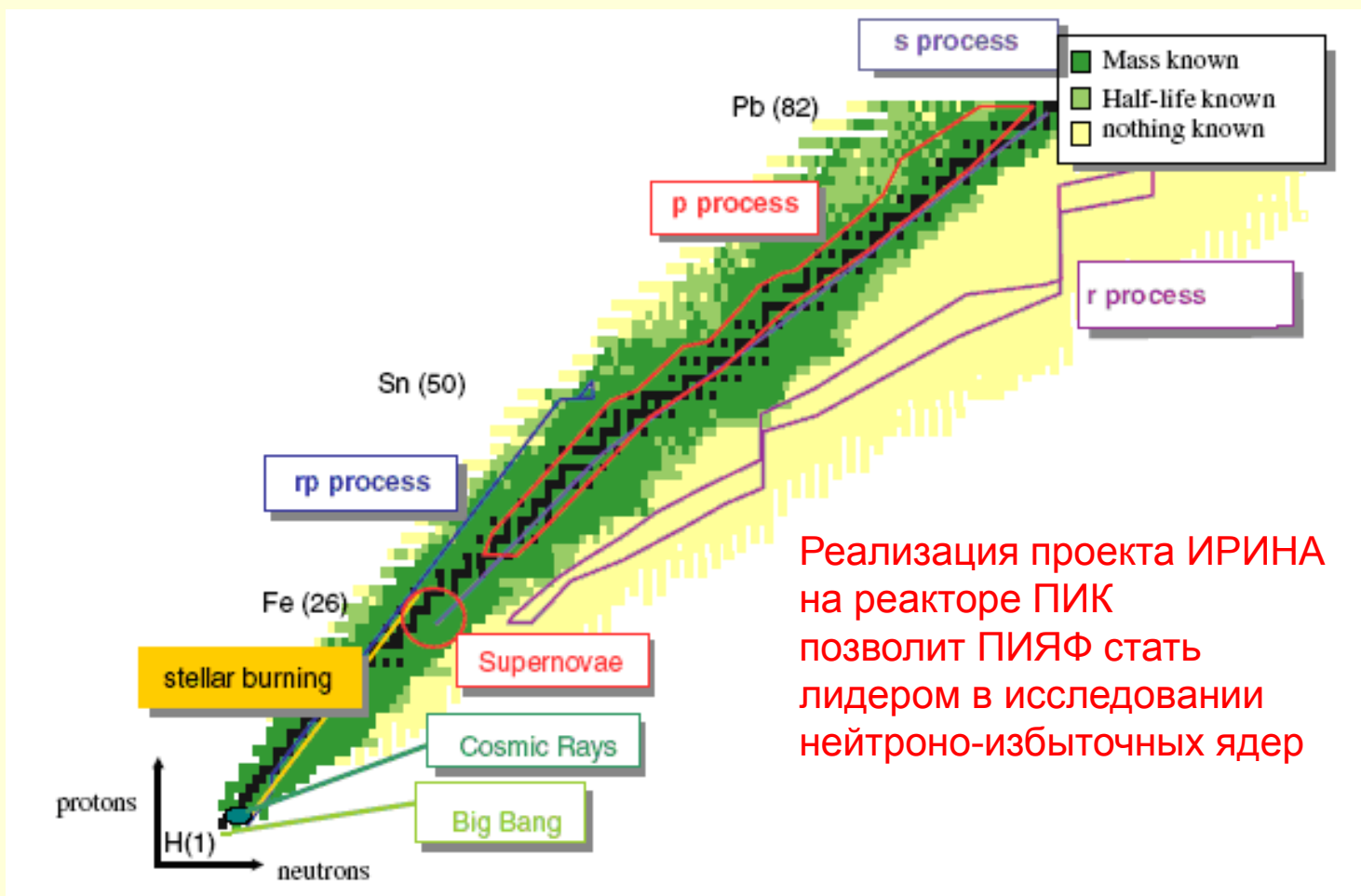


Макет установки ПИТРАП, состоящей из следующих основных элементов: поворотного магнита (1), газонаполненного радиочастотного квадруполя (2), времяпролётного масс-анализатора (3), сверхпроводящего магнита с ловушками Пеннинга (4).

# РАСПОЛОЖЕНИЕ УСТАНОВКИ В ЗАЛЕ



# Проект ИРИНА\_ПИК



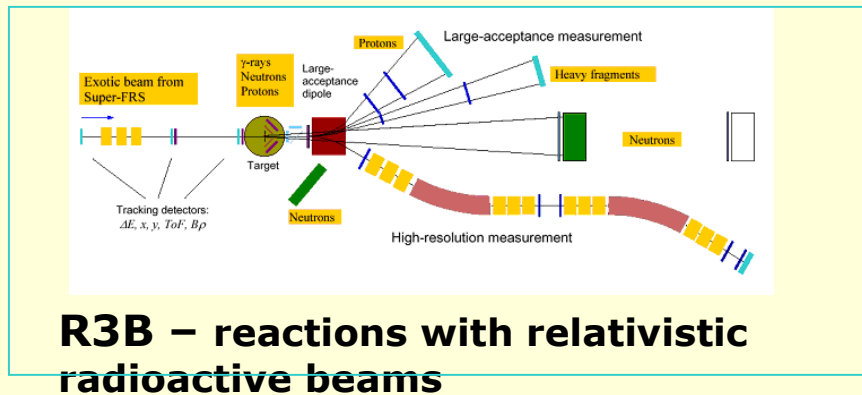
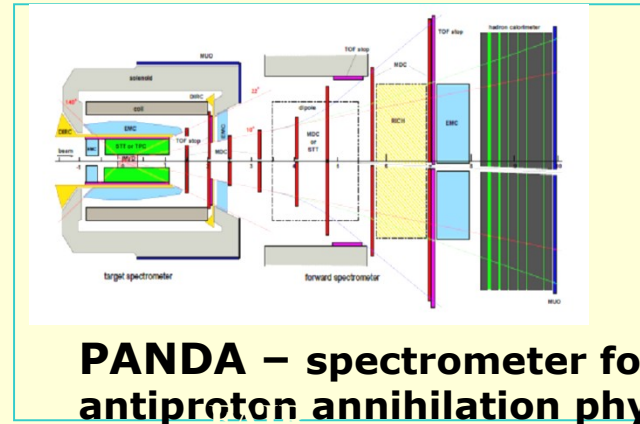
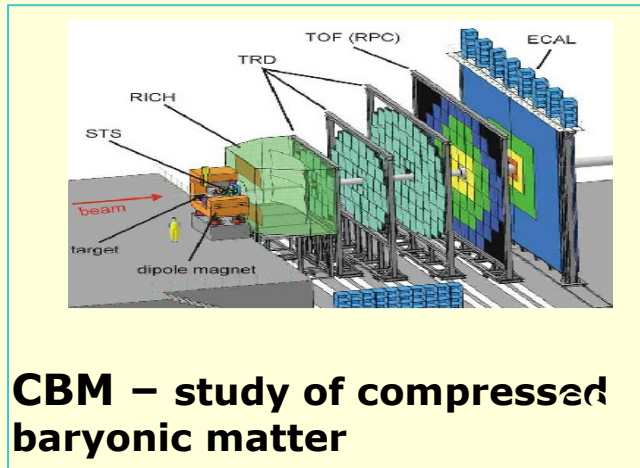
Реализация проекта ИРИНА на реакторе ПИК позволит ПИЯФ стать лидером в исследовании нейтроно-избыточных ядер



**Подготовка к исследованиям  
на создаваемом в GSI (Германия)  
ускорительном комплексе FAIR**

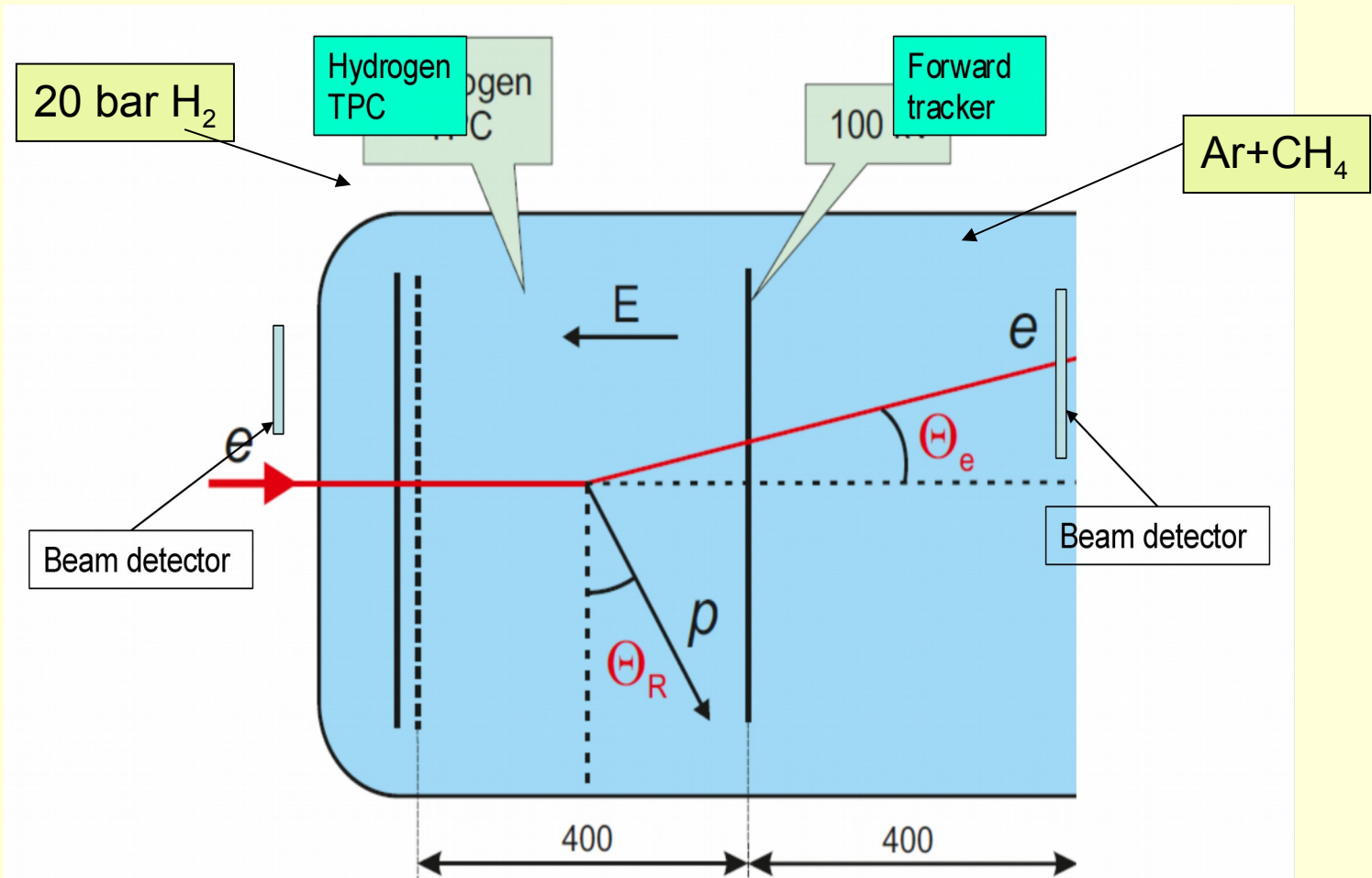
# Участие в проектах FAIR

Ускорительный комплекс FAIR создается с участием России  
Вклад России 180 млн Евро



Для ПИЯФ предусмотрено  
7.71 MEuro

# Recoiled proton @ Scattered Electron Detector



Measured quantities:

$$\sin(\theta_R) = \frac{(\varepsilon_e + M)T_R}{P_e P_R}$$

**Спасибо за внимание**

