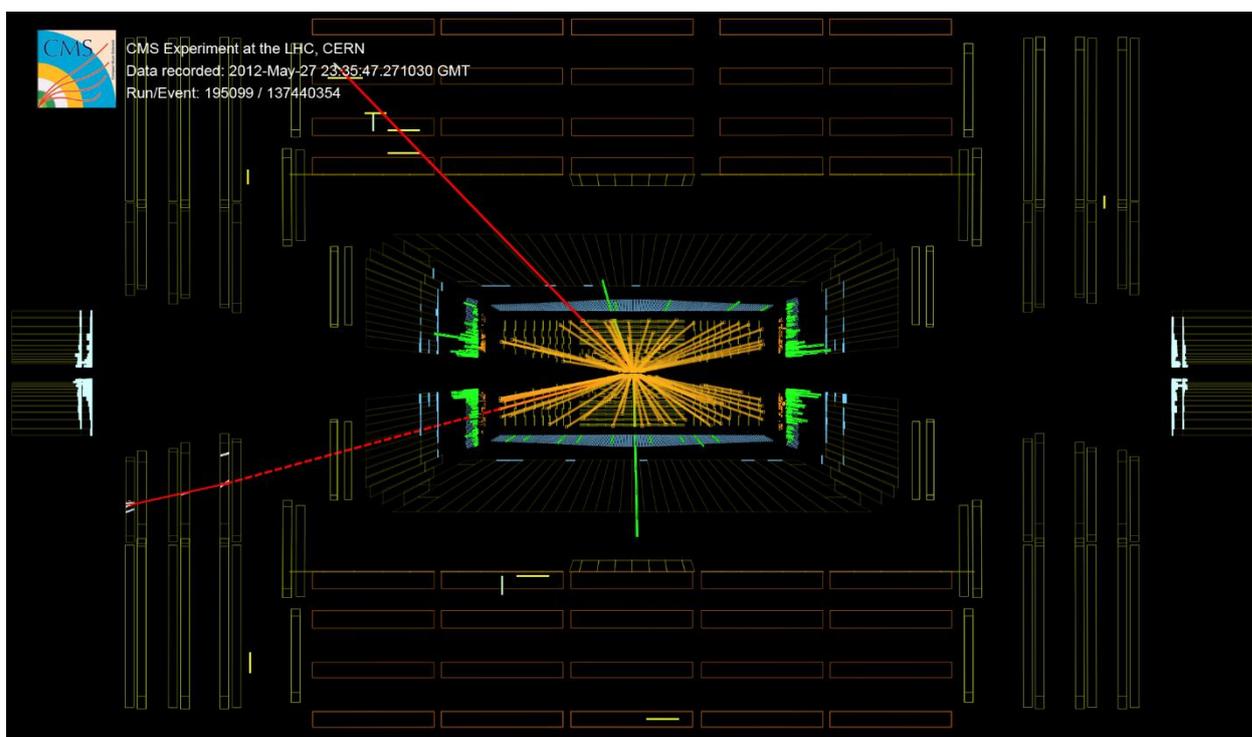


ОТДЕЛЕНИЕ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:

Основная научная деятельность Отделения Физики Высоких Энергий (ОФВЭ) связана с экспериментальными исследованиями на базовых установках ПИЯФ и на ускорителях российских и зарубежных центров в области ядерной физики, физики элементарных частиц и прикладных исследований.



Схематическое изображение в эксперименте CMS одного из событий, которое является кандидатом события распада бозона Хиггса на два электрона и два мюона ($Higgs \rightarrow e^+ + e^- + \mu^+ + \mu^-$)

СОСТАВ ОТДЕЛЕНИЯ

Руководство

Руководитель ОФВЭ – Воробьев Алексей Алексеевич, профессор, доктор физ.-мат. наук, член-корр. РАН.

Заместитель руководителя ОФВЭ по научной работе – Алхазов Георгий Дмитриевич, г.н.с., профессор, доктор физ.-мат. наук.

Зам. руководителя ОФВЭ по научной работе – Ким Виктор Тимофеевич, в.н.с., доктор физ.-мат. наук.

Зам. руководителя ОФВЭ по научной работе – Васильев Александр Анатольевич, зав. лабораторией, кандидат физ.-мат. наук.

Ученый секретарь ОФВЭ – Саранцев Виктор Владимирович, в.н.с., кандидат физ.-мат. наук.

Помощник руководителя ОФВЭ по работе с молодежью – и.о. зав. лабораторией, н.с. Воробьев Сергей Иванович.

Зам. руководителя ОФВЭ по общим вопросам – Логинова Ирина Александровна.

Главный инженер ОФВЭ – Гаврилов Геннадий Евгеньевич, с.н.с., кандидат тех. наук.

Зам. гл. инженера ОФВЭ – Филимонов Евгений Андреевич, кандидат физ.-мат. наук.

Помощник руководителя ОФВЭ по международным связям – Никитина Лилия Федоровна.

Научные подразделения

Лаборатория физики элементарных частиц, руководитель – Алхазов Г.Д., профессор, д.ф.-м.н.

Лаборатория короткоживущих ядер, руководитель – Пантелеев В.Н., к.ф.-м.н.

Лаборатория мезонной физики, руководитель – Сумачев В.В., профессор, д.ф.-м.н.

Лаборатория малонуклонных систем, руководитель – Белостоцкий С.Л., профессор, д.ф.-м.н.

Лаборатория релятивистской ядерной физики, руководитель – Самсонов В.М., профессор, д.ф.-м.н.

Лаборатория мезонной физики конденсированных сред, руководитель – Воробьев С.И., н.с.

Лаборатория криогенной и сверхпроводящей техники, руководитель – Васильев А.А., к.ф.-м.н.

Лаборатория кристалло-оптики заряженных частиц, руководитель – Иванов Ю.М., к.ф.-м.н.

Лаборатория адронной физики, руководитель – Федин О.Л., к.ф.-м.н.

Лаборатория физики экзотических ядер, руководитель Новиков Ю.Н., профессор, д.ф.-м.н.

Научно-технические подразделения

Отдел радиоэлектроники, руководитель – Головцов В.Л., к.ф.-м.н.

Отдел вычислительных систем, руководитель – Шевель А.Е., с.н.с.

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

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

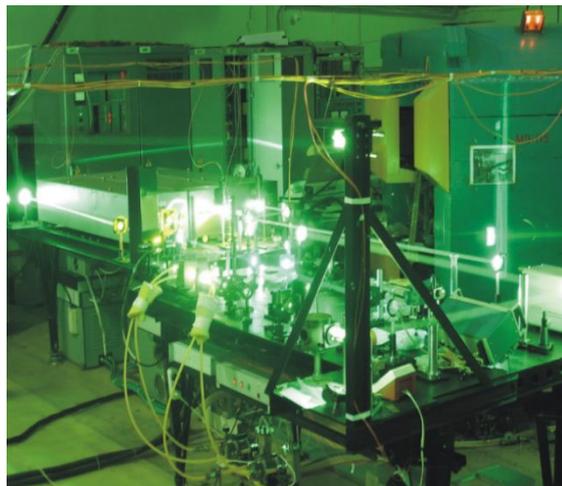
Кадровый состав ОФВЭ

В настоящее время штат сотрудников ОФВЭ составляет 240 человек.

При этом научных сотрудников – 139 человек, из них кандидатов наук – 71 человек, докторов наук – 15 человек. В работе ОФВЭ принимают участие также 14 студентов.

ИССЛЕДОВАНИЯ НА СИНХРОЦИКЛОТРОНЕ ПИЯФ

Для получения и исследования свойств короткоживущих ядер на синхроциклотроне ПИЯФ в ОФВЭ создан единственный в РФ лазерно-масс-сепараторный комплекс ИРИС, на котором измерены зарядовые радиусы и электромагнитные моменты у более сотни экзотических нейтронодефицитных ядер. Исследования ведутся в сотрудничестве с коллаборацией ISOLDE (ЦЕРН). В дальнейшем планируется создание аналогичного комплекса (проект ИРИНА) для исследования нейтроноизбыточных ядер на сооружаемом в ПИЯФ высокопоточном нейтронном реакторе ПИК. На снимке – лазерный спектрометр УЛИСС комплекса ИРИС. (Лаб. В.Н. Пантелеева)



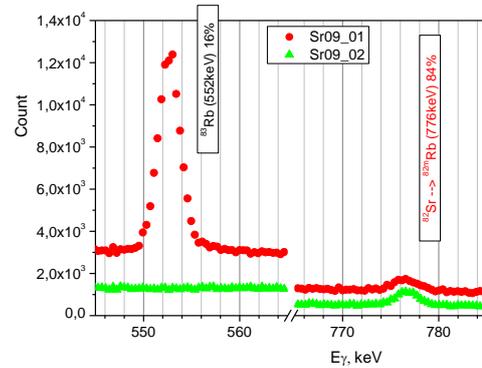
В ОФВЭ создан прецизионный двухплечевой протонный спектрометр МАП-НЭС. В проведенных с его помощью обширных исследованиях квазиупругого рассеяния протонов на ядрах получена уникальная информация о структуре ядер. В настоящее время исследуется влияние ядерной среды на свойства нуклонов, проявляющееся в модификации амплитуды протон-протонного рассеяния. На снимке – экспериментальный зал синхроциклотрона ПИЯФ с магнитными спектрометрами НЭС и МАП. (Лаб. С.Л. Белостоцкого)



В ОФВЭ на мюонном канале синхроциклотрона ПИЯФ создана единственная в РФ μ SR установка для исследования магнитной структуры конденсированных сред методом вращения спина мюона. С помощью μ SR метода исследовался магнетизм в материалах с памятью формы – в медно-марганцевых сплавах $\text{Cu}_{1-x}\text{Mn}_x$. Изучалось взаимодействие ферроэлектричества и ферромагнетизма в гексагональных манганитах HoMnO_3 . Исследовались магнитные свойства манганитов EuMn_2O_5 и GdMnO_5 , феррожидкостей $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{D}_2\text{O}$ и сталей марки ЕК-181. На фото – μ SR установка. (Лаб. С.И. Воробьева)



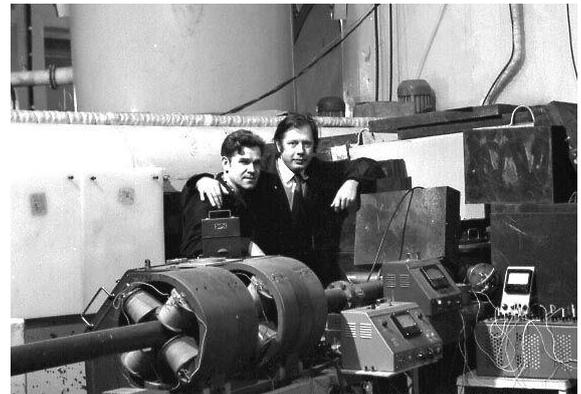
Для получения на циклотроне Ц-80 в медицинских целях генераторного радионуклида ^{82}Sr в ОФВЭ разработан новый высокотемпературный метод “сухого” выделения изотопов стронция из мишеней в виде хлористого и металлического рубидия. В предварительных экспериментах на мишенях, облученных на пучке синхротронна ПИЯФ, получена эффективность выделения стронция-82 равная 90%. Также разрабатывается новый метод получения на циклотроне Ц-80 медицинских радионуклидов высокой чистоты с использованием электро-магнитного масс-сепаратора. (Лаб. В.Н. Пантелеева)



Выделение стронция из облученной мишени. Гамма-спектры капсулы с облученным мишенным веществом RbCl до нагрева (красные точки) и после нагрева (зеленые точки) при температуре полного испарения мишенного вещества

ИССЛЕДОВАНИЯ НА РЕАКТОРАХ ПИЯФ

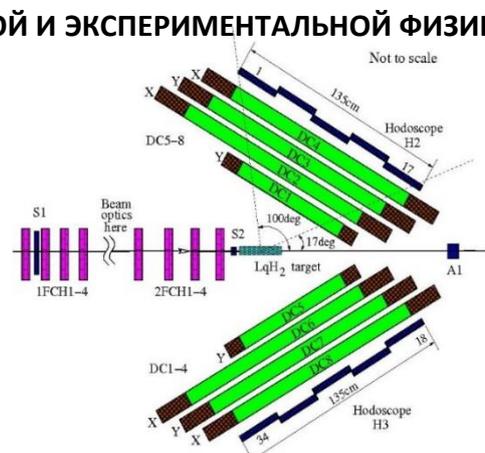
На реакторе ВВРМ было проведено детальное исследование процесса тройного деления ядер и получены важные сведения о механизме деления ядер. На строящемся реакторе ПИК планируется создать масс-сепараторный комплекс для получения экзотических ядер с большим нейтронным избытком и их изучения методами лазерной спектроскопии и прецизионной масс-спектрометрии с помощью ионных ловушек. Реализация этого проекта позволит ПИЯФ выйти в мировые лидеры по исследованию нейтроноизбыточных ядер.



Д.М. Селиверстов и И.А. Кондуров у время-пролетного спектрометра, с помощью которого на реакторе ВВРМ изучалось тройное деление

СОТРУДНИЧЕСТВО С ИНСТИТУТОМ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

Сотрудники ОФВЭ (лаб. В.В. Сумачева) проводили исследование барионных резонансов на пионных пучках как на ускорителе ПИЯФ, так и в совместных с ИТЭФ работах на ускорителе ИТЭФ. В ИТЭФ был осуществлен совместный эксперимент “ЭПЕКУР” по прецизионному измерению дифференциальных сечений упругого пион-нуклонного рассеяния. Эти исследования планируется продолжить.



Установка ЭПЕКУР, значительная часть которой была изготовлена в ПИЯФ

СОТРУДНИЧЕСТВО С ЕВРОПЕЙСКИМ ЦЕНТРОМ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ (ЦЕРН)

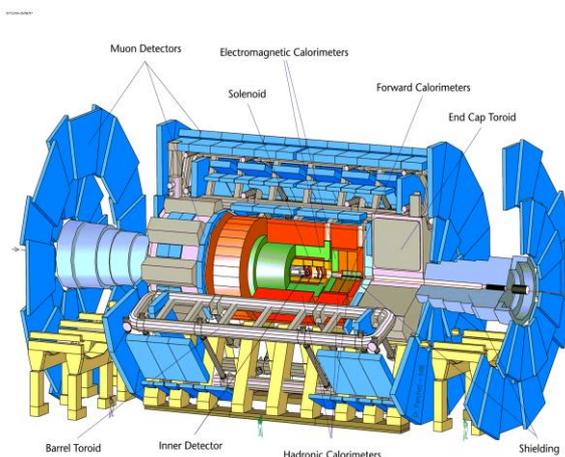
Начало участия ПИЯФ в международном сотрудничестве относится к 1967 году, когда было заключено двустороннее соглашение о сотрудничестве между ФТИ и Институтом Нильса Бора (Дания) и были выполнены первые совместные эксперименты. Затем в 1967 году аналогичное соглашение было заключено с ЦЕРН. Решающим этапом вхождения ПИЯФ в мировое сообщество, занимающееся физикой высоких энергий, были эксперименты WA9 и NA8 по исследованию малоуглового рассеяния адронов, выполненные в ЦЕРН в 1978–1981 гг. с использованием разработанного в ОФВЭ детектора ядер отдачи ИКАР. В последующем ПИЯФ участвовал в ЦЕРН в коллайдерном эксперименте L3 на электрон-позитронном ускорителе LEP. В настоящее время ПИЯФ участвует в ЦЕРН в коллайдерных экспериментах CMS, ATLAS, LHCb и ALICE и в эксперименте UA9 по коллимации пучка протонов ускорителя с помощью кристаллов. ПИЯФ участвует в ЦЕРН также в работах по исследованию свойств экзотических ядер на установке ISOLDE.

CMS – коллайдерный детектор, предназначенный для изучения физики протон-протонных соударений при энергии в системе центра масс вплоть до 14 ТэВ при полной светимости ускорителя LHC. ПИЯФ внес существенный вклад в создание детектора CMS. Для мюонной системы CMS в ПИЯФ были изготовлены 120 больших мюонных камер, 10000-канальная система высоковольтного питания мюонных камер, мюонный триггер первого уровня. Сотрудники ОФВЭ участвуют в проведении эксперимента и в анализе полученных данных, а также в выполнении программы модернизации детектора CMS. Тринадцать физиков ОФВЭ являются соавторами физических публикаций коллаборации CMS.



Мюонные камеры детектора CMS на диске (диаметра 15 м)

ATLAS – коллайдерный детектор, ориентированный на решение широкого круга вопросов физики элементарных частиц. Рассчитан на работу при полной светимости LHC. В ПИЯФ была изготовлена одна из основных подсистем установки ATLAS – детектор переходного излучения, состоящий из 372032 дрейфовых трубок. Физики ОФВЭ участвуют в проведении эксперимента, в анализе экспериментальных данных и в модернизации детектора ATLAS. Семь физиков ОФВЭ являются соавторами физических публикаций коллаборации ATLAS.



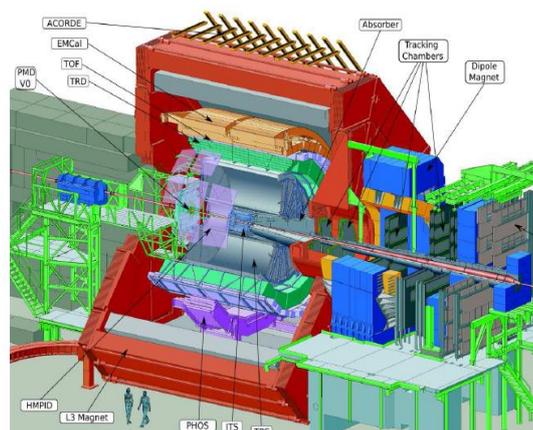
Схематическое изображение детектора ATLAS

Детектор LHCb создан с целью изучения природы нарушения CP инвариантности в распадах *B*-мезонов, а также для исследования редких распадов *B*-мезонов, в которых может быть обнаружена «новая физика» за пределами Стандартной Модели. Одним из важнейших элементов детектора LHCb является мюонная система. Группа ОФВЭ предложила принципиальную схему построения мюонной системы и техническое решение ее реализации. В ПИЯФ были изготовлены 660 многопроволочных пропорциональных камер, перекрывающих площадь в 435 м². Физики ОФВЭ участвуют в проведении эксперимента и в анализе данных, а также в программе модернизации детектора LHCb. Семь физиков ОФВЭ являются соавторами физических публикаций коллаборации LHCb.



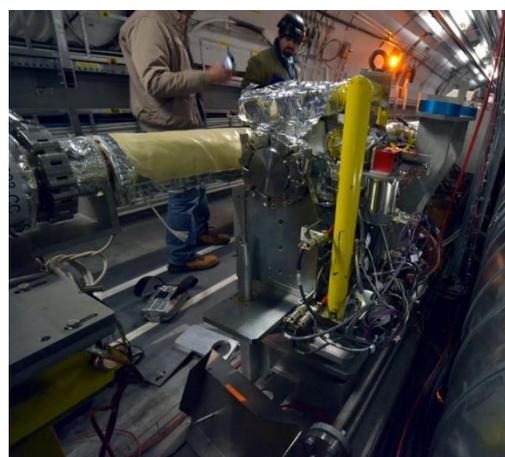
Изготовленные в ПИЯФ мюонные камеры перед установкой в детектор LHCb

Детектор ALICE предназначен для изучения протон-ядерных и ядро-ядерных соударений при энергиях несколько ТэВ на нуклон с целью получения и исследования новой формы ядерной материи – кварк-глюонной плазмы. ПИЯФ участвовал в конструировании и изготовлении катодных пропорциональных камер для одной из основных подсистем установки ALICE – мюонного спектрометра. Физики ОФВЭ участвуют в проведении эксперимента и в анализе экспериментальных данных, а также в программе модернизации детектора ALICE. Девять физиков ОФВЭ являются соавторами физических публикаций коллаборации ALICE.



Схематическое изображение детектора ALICE

Сотрудничество ИФВЭ-ПИЯФ занимает лидирующие позиции в мире в исследовании и практическом применении кристаллов для управления протонными пучками. С участием ПИЯФ и ИФВЭ были выполнены эксперименты H8RD22 и UA9 на ускорителе SPS в ЦЕРН, подтвердившие перспективность применения кристаллов для коллимации пучков LHC. На основе полученных результатов планируется в 2015 году провести первые испытания системы кристаллической коллимации пучка непосредственно в кольце LHC.



Установка в туннель коллайдера LHC гониометра с изготовленным в ПИЯФ кристаллическим дефлектором

СОТРУДНИЧЕСТВО С УСКОРИТЕЛЬНЫМИ ЦЕНТРАМИ США

Особое место в исследовательской программе ПИЯФ занимает сотрудничество с Национальной ускорительной лабораторией им. Ферми (FNAL). Первый совместный ПИЯФ-FNAL эксперимент E715 был проведен в 1983–1984 гг., сразу после запуска во FNAL ускорителя Тэватрон. Эксперимент был посвящен решению обсуждавшейся в то время проблемы бета-распада сигма-гиперонов. ПИЯФ предложил проект эксперимента и разработал и изготовил детектор переходного излучения. Эксперимент был успешно выполнен на гиперонном канале Тэватрона и получил высокую оценку в научных кругах.

В последующем во FNAL на гиперонном канале были успешно проведены эксперименты E761 и E781 по изучению свойств гиперонов и очарованных частиц. Был получен ряд новых данных, в том числе исследованы радиационные распады Σ^+ и Ξ^- гиперонов, измерены магнитные моменты Σ^+ , Σ^0 и Ξ^- гиперонов и измерен зарядовый радиус Σ^- гиперона. В эти эксперименты ПИЯФ внес большой вклад как в идейном плане, так и в плане создания экспериментального оборудования. С участием ПИЯФ во FNAL был также выполнен эксперимент E853 по выводу протонного пучка из Тэватрона методом каналирования протонов в изогнутом кристалле.

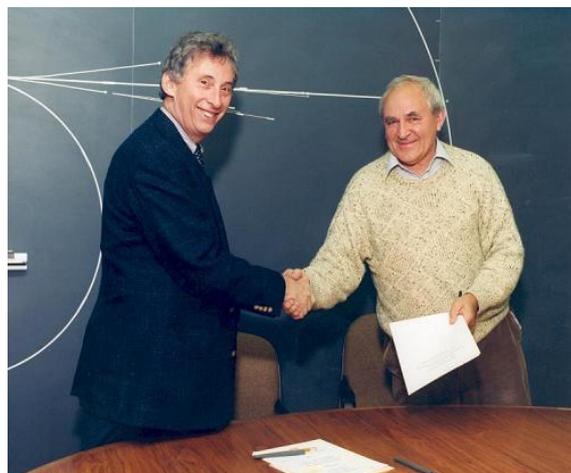
С 1997 года ПИЯФ участвует во FNAL в коллайдерном эксперименте D0. Для этого эксперимента ПИЯФ разработал и изготовил систему считывания информации с 50000 каналов мюонной системы. В эксперименте D0 был получен ряд выдающихся результатов. В частности, было осуществлено наиболее точное измерение масс t -кварка и W -бозона, впервые наблюдаются осцилляции B_s мезона (переходы B_s мезона в анти-мезон и обратно), обнаружены новые гипероны – каскадный барион Ξ_{bc}^- и дважды странный Ω_{bc}^- барион.



Участники эксперимента E715 после окончания измерений



Директор FNAL Леон Ледерман обсуждает в январе 1987 года с участниками коллаборации E761 проект эксперимента



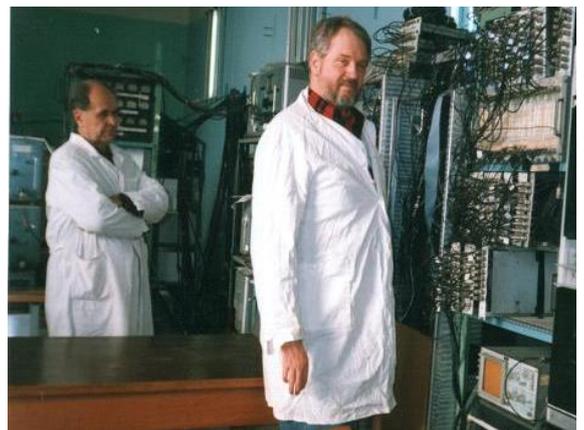
Директор FNAL Джон Пиплз и директор ПИЯФ А.А. Воробьев подписывают в ноябре 1990 г. очередное соглашение о сотрудничестве ПИЯФ–FNAL

С 2000 года в Брукхевенской национальной лаборатории (BNL) начал работать ускоритель-коллайдер тяжелых ядер RHIC. На ускорителе RHIC ПИЯФ участвует в международном эксперименте PHENIX по исследованию протон-протонных, протон-ядерных и ядро-ядерных столкновений при высокой энергии. В ПИЯФ были разработаны и созданы уникальные дрейфовые камеры для центральной трековой системы – одной из основных подсистем установки PHENIX. Группа физиков ОФВЭ участвует в проведении эксперимента и играет ведущую роль в анализе образования векторных мезонов в ядерных столкновениях.

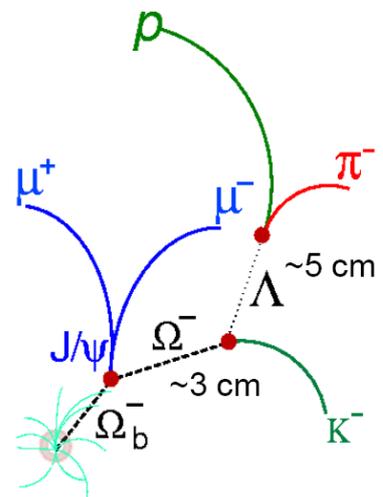


Участники эксперимента PHENIX у изготовленной в ПИЯФ центральной трековой системы перед ее установкой в детектор PHENIX

Сотрудники ОФВЭ совместно с физиками из США проводили также исследования барионных резонансов как на синхротроне ПИЯФ, так и на ускорителе RHIC в BNL с помощью многокристального детектора Crystal Ball. На фотографии – старший научный сотрудник ПИЯФ И.В. Лопатин (слева) и профессор Майкл Садлер из США в эксперименте на пимезонном канале синхротрона ПИЯФ.



На рисунке изображена схема распада дважды странного бариона Ω_b^- , впервые наблюдавшегося в эксперименте D0.



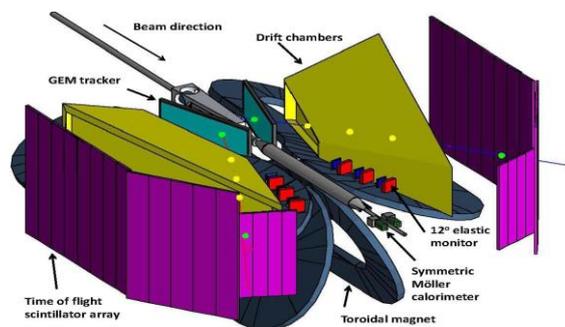
СОТРУДНИЧЕСТВО С НЕМЕЦКИМИ ЯДЕРНЫМИ ЦЕНТРАМИ

Сотрудники ОФВЭ внесли большой материальный и интеллектуальный вклад в международный эксперимент HERMES на ускорителе HERA в DESY, в котором исследовано рассеяние продольно поляризованных позитронов с энергией 27 ГэВ на поляризованных водородной и дейтериевой мишенях с целью изучения спиновой структуры нуклона. В результате были определены вклады кварков в полный спин нуклона и измерена поляризация глюонов.



Экспериментальная установка HERMES на ускорителе HERA

В международном эксперименте OLYMPUS на ускорителе DORIS в DESY с участием физиков ОФВЭ осуществлен набор данных по упругому рассеянию электронов и позитронов на протонах с целью измерения отношения электрического к магнитному формфакторов протона в зависимости от величины передаваемого импульса. Ведется анализ экспериментальных данных.



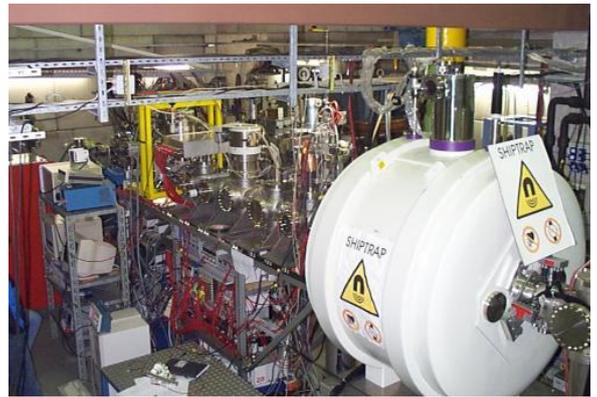
Экспериментальная установка OLYMPUS на ускорителе DORIS

В ОФВЭ был предложен новый метод измерения сечений малоуглового протон-ядерного рассеяния в инверсной кинематике, и этим методом с помощью созданного в ПИЯФ спектрометра ИКАР ведется исследование пространственной структуры легких экзотических ядер в Ядерном центре тяжелых ионов GSI.



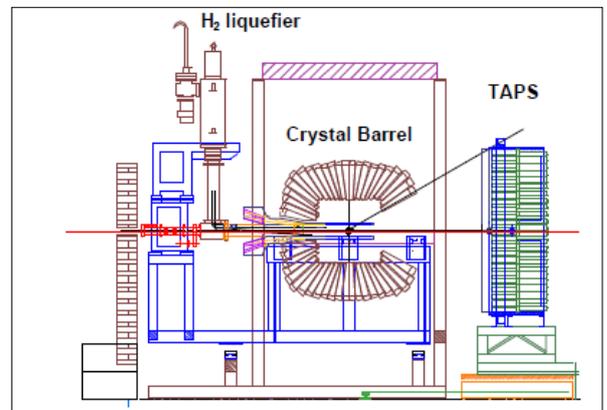
Спектрометр ИКАР в экспериментальном зале GSI

В Ядерном центре тяжелых ионов GSI в Дармштадте на установке SHIPTRAP ведутся прецизионные измерения масс экзотических тяжелых и сверхтяжелых ядер с помощью созданных с участием физиков ОФВЭ ионных ловушек.



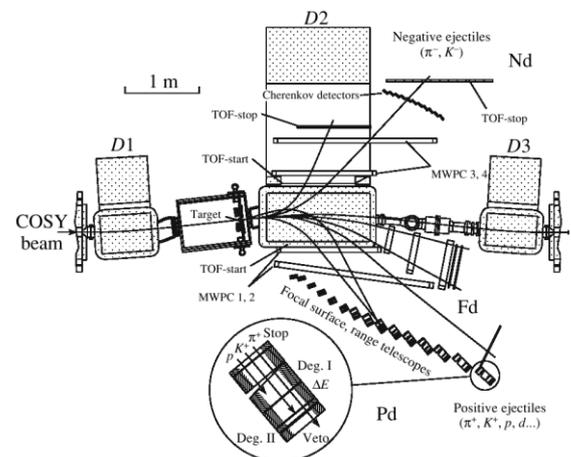
Установка SHIPTRAP в экспериментальном зале GSI

Сотрудники ОФВЭ участвовали в экспериментах по изучению фоторождения нейтральных мезонов на ускорителе ELSA Боннского университета с использованием детекторов Crystal Barrel и TAPS, а также на пучке меченых фотонов ускорителя MAMI-C в Майнце с использованием фотонного спектрометра Crystal Ball.



Схематическое изображение установки с детекторами Crystal Barrel и TAPS

В международном эксперименте ANKE на синхротроне COSY в Юлихе с участием сотрудников ОФВЭ исследовалось околопороговое и подпороговое рождение странных частиц в протон-нуклонных и протон-ядерных столкновениях. Впервые измерены сечения рождения ϕ и Ω мезонов в pp - и pn -соударениях при малых энергиях возбуждения. Исследовалось влияние ядерной среды на свойства ϕ мезона.

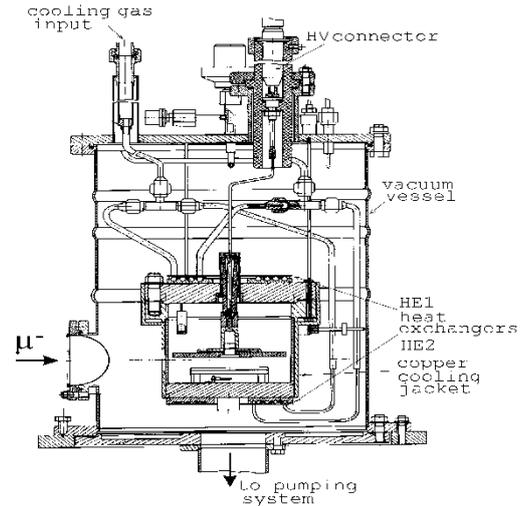


Схематическое изображение установки ANKE

ПИЯФ планирует принять участие в исследованиях на строящемся в Дармштадте новом ускорительном комплексе FAIR. В настоящее время физики ОФВЭ участвуют в создании детектора PANDA для исследования протон-антипротонных соударений при промежуточных энергиях, детектора CBM для исследования ядро-ядерных соударений при промежуточных энергиях, детектора MATS для проведения прецизионных измерений масс экзотических ядер и детектора R3B для изучения свойств удаленных от полосы стабильности ядер и ядерных реакций с участием этих ядер.

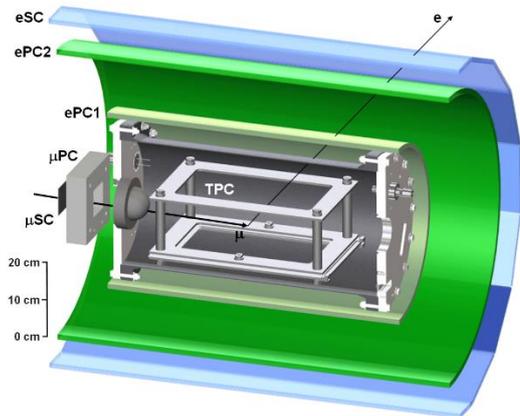
СОТРУДНИЧЕСТВО С ИНСТИТУТОМ ПАУЛЯ ШЕРРЕРА В ШВЕЙЦАРИИ

В ОФВЭ был предложен новый эффективный экспериментальный метод для изучения мезокатализа dd -синтеза. Эксперименты с использованием этого метода вначале были выполнены в ПИЯФ, а затем были продолжены на мезонной фабрике Института Пауля Шеррера. В результате были определены с высокой точностью все основные параметры мезокатализа dd -синтеза и получены данные по мезокатализу dt -синтеза.



Схематическое изображение установки для исследования мезокатализа dd -синтеза

В международном эксперименте на мезонной фабрике в институте Пауля Шеррера предложенным физиками ОФВЭ методом в эксперименте MuCap выполнены прецизионные измерения скорости мюонного захвата в водороде и впервые достаточно точно определена одна из фундаментальных характеристик протона – псевдоскалярная константа формфактора протона g_p . Измеренная величина g_p оказалась в согласии с предсказаниями Стандартной Модели.



Схематическое изображение в разрезе установки для измерения скорости мюонного захвата в водороде

На мезонной фабрике в институте Пауля Шеррера при активном участии физиков ОФВЭ были выполнены прецизионные измерения скорости мюонного захвата в ^3He . Измеренная величина скорости мюонного захвата в ^3He оказалась в согласии с теоретическими предсказаниями, основанными на гипотезе частичного сохранения аксиального тока. Недавно также были успешно проведены измерения скорости мюонного захвата в дейтерии. Полученные экспериментальные данные анализируются.

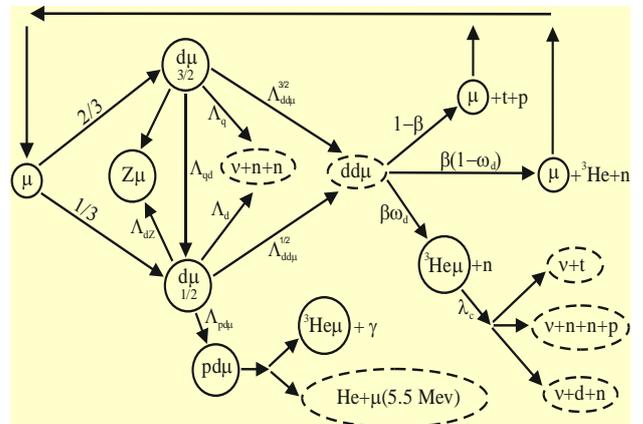


Схема реакций, которые следуют после остановки отрицательного мюона в дейтерии

СОТРУДНИЧЕСТВО С ЯДЕРНЫМ ЦЕНТРОМ САКЛЕ ВО ФРАНЦИИ

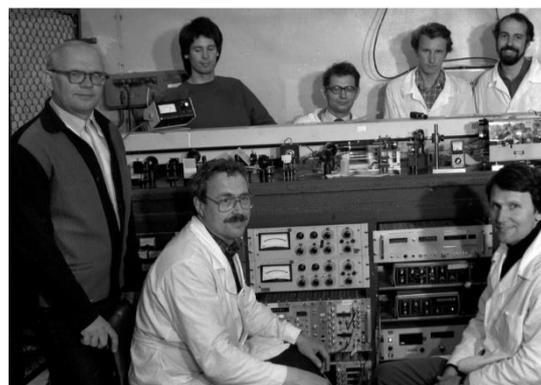
Физики ОФВЭ и физики Ядерного центра Сакле выполнили серию совместных экспериментов, как на синхроциклотроне ПИЯФ, так и на ускорителях Saturne-I и Saturne-II в Сакле. Исследовались упругое и неупругое рассеяние на ядрах протонов и альфа частиц промежуточной энергии, малоугловое рассеяние нейтронов промежуточной энергии на протонах, эксклюзивный развал дейтронов протонами с измерением всех поляризационных наблюдаемых и неупругое рассеяние альфа частиц на протонах с целью изучения Роперовского резонанса.



С.н.с. Г.Д. Алхазов и физики из Сакле обсуждают в ПИЯФ результаты совместного эксперимента

СОТРУДНИЧЕСТВО С ФИЗИКАМИ УНИВЕРСИТЕТА МАРБУРГА

Физики ОФВЭ провели на синхроциклотроне ПИЯФ несколько совместных экспериментов с физиками из университета Марбурга (Германия) по измерению зарядовых радиусов и электромагнитных моментов ядер изотопов Eu и Sm методом коллинеарной лазерной ионной спектроскопии.



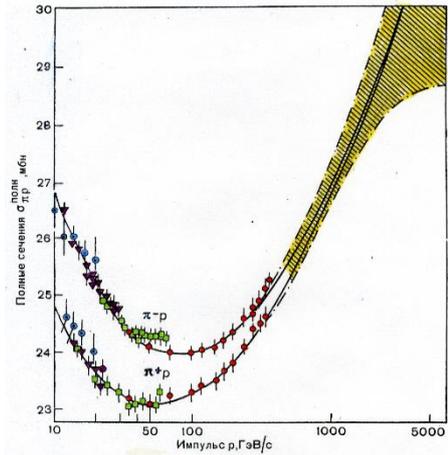
Физики ОФВЭ (В.П. Денисов, В.Н. Пантелеев, А.Г. Поляков, М.М. Трухин) и немецкие физики в ПИЯФ в экспериментальном зале ИРИС у лазерной установки, привезенной из Марбурга

СОТРУДНИЧЕСТВО С ЯДЕРНЫМ ЦЕНТРОМ ЮВЯСКЮЛЯ В ФИНЛЯДИИ

На протяжении ряда лет физики ОФВЭ участвовали в экспериментах по исследованию свойств нестабильных нейтронодефицитных ядер на установке IGISOL, действующей “в линию” с изохронным циклотроном K-130 университета Ювяскюля в Финляндии. Измерялись периоды полураспада нуклидов, велся поиск новых изомерных состояний и проводились прецизионные измерения масс ядер с помощью ионной ловушки. Было исследовано несколько десятков ядер, расположенных вблизи или на пути астрофизического rp -процесса в районе массовых чисел $A = 80 - 100$ с $N \approx Z$.

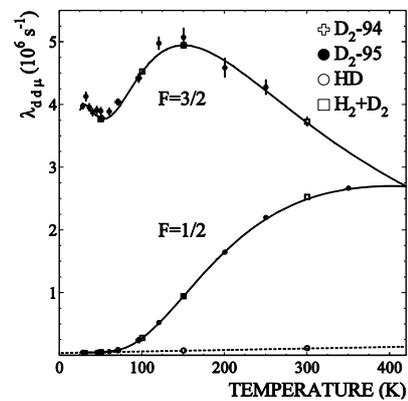
ОСНОВНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ ОФВЭ

Новым методом, предложенным проф. А.А. Воробьевым, на ускорителях Гатчины, Серпухова и ЦЕРН выполнен цикл работ по малоугловому рассеянию адронов высокой энергии с помощью созданного в ПИЯФ уникального ионизационного спектрометра ИКАР. В результате установлены важные закономерности во взаимодействии адронов высокой энергии: универсальное возрастание полных сечений и радиусов взаимодействия адронов с увеличением энергии. Эти работы в 1983 году были удостоены Государственной премии.



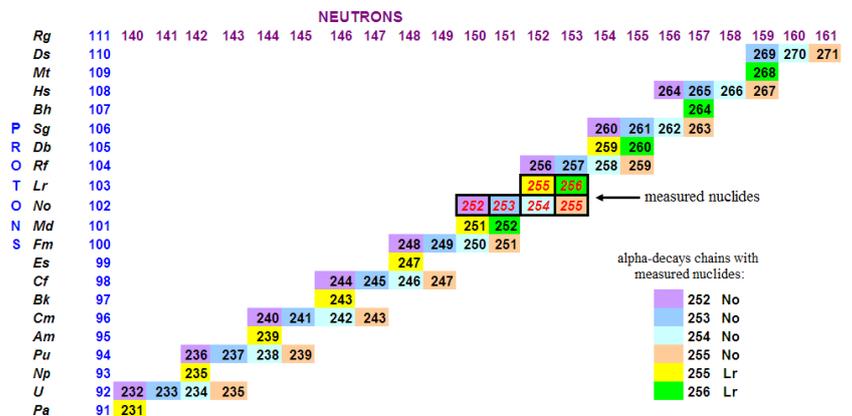
Экстраполяция сечений πp рассеяния за пределы измерений

Предложенным в ОФВЭ методом в экспериментах в ПИЯФ и на мезонной фабрике Института Пауля Шеррера детально изучен мезокатализ dd - и dt -синтеза. Эти результаты составляют современную базу данных, используемых в теории мезокатализа. Важным результатом, имеющим практическое значение, явилось измерение вероятности прилипания мюона к ядру ${}^4\text{He}$ в реакции $dt\mu \rightarrow {}^4\text{He}\mu + n$. Тем самым было определено максимальное число циклов dt -синтеза, катализируемых в среднем одним мюоном. Это число оказалось равным 178 ± 13 . Эта работа в 2003 году была отмечена премией А.Ф. Иоффе.



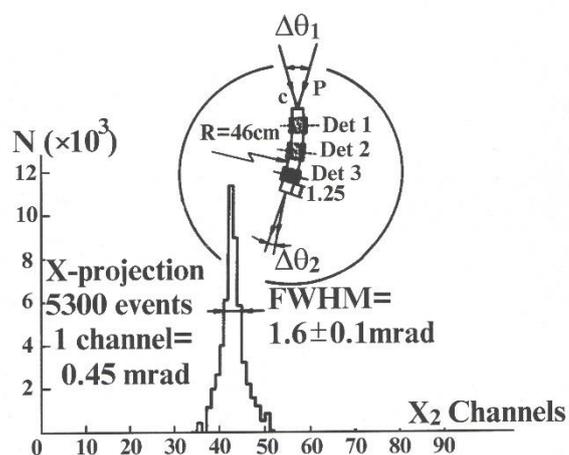
Измеренные скорости образования $dd\mu$ молекулы из двух спиновых состояний $d\mu$ атома, $F=3/2$ и $F=1/2$, в зависимости от температуры среды

В Ядерном центре тяжелых ионов GSI в Дармштадте на установке SHIPTRAP были проведены прецизионные измерения масс ядер сверхтяжелых элементов. Несколько основных участников этой работы, в том числе и ведущий научный сотрудник ОФВЭ проф. Ю.Н. Новиков, в 2013 году были удостоены Международной премии им. Г.Н. Флерова.

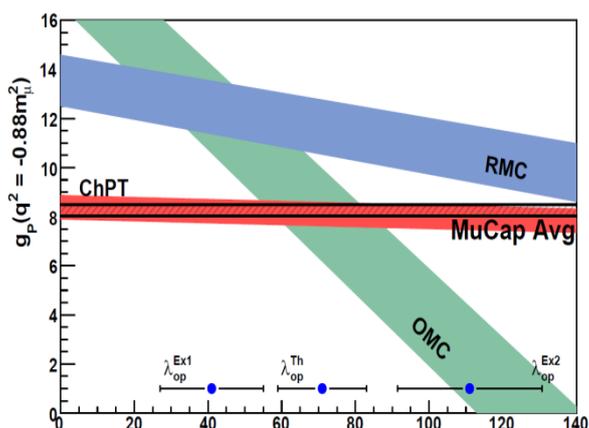


Ядра, массы которых были измерены (в прямоугольниках), и ядра, массы которых благодаря этим измерениям можно определить с использованием известных энергий α распада исследуемых ядер

В.н.с. В.М. Самсоновым и с.н.с. А.И. Смирновым с сотрудниками был выполнен цикл работ по изучению возможности изменять направление пучков заряженных частиц высокой энергии с помощью кристаллов. Эти работы были удостоены Государственной премии 1996 года. На рисунке демонстрируется эффект объемного захвата кристаллом пучка протонов. Угловой разброс протонов падающего на кристалл пучка составляет $\Delta\theta_1 = 7.2$ мрад, в то время как угловой разброс протонов повернутого кристаллами пучка значительно меньше: $\Delta\theta_2 = 1.6$ мрад.

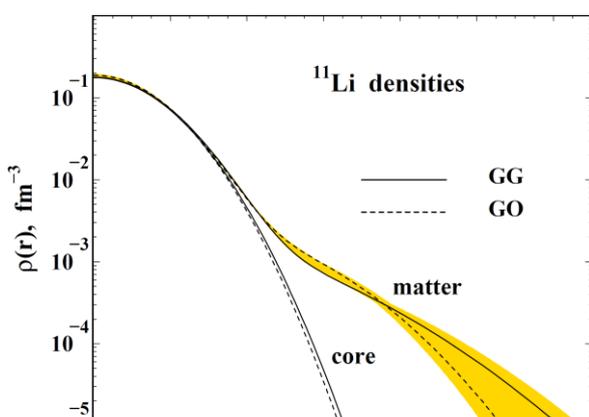


В международном эксперименте на мезонной фабрике в Швейцарии в институте Пауля Шеррера предложенным физиками ОФВЭ методом выполнены прецизионные измерения скорости мюонного захвата в водороде и впервые достаточно точно определена одна из фундаментальных характеристик протона – псевдоскалярная константа формфактора протона g_p . Измеренная величина g_p оказалась в согласии с предсказаниями Стандартной Модели.



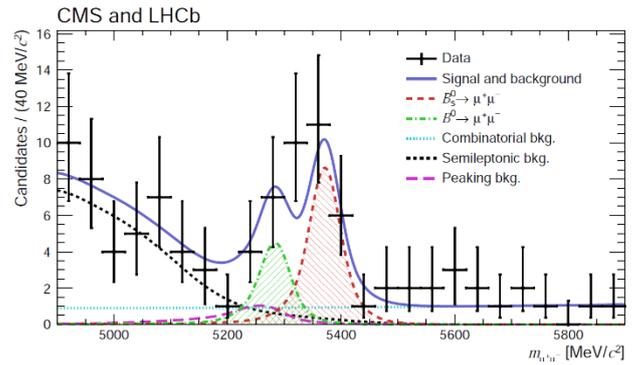
Величина g_p , определенная в данном эксперименте (красная полоса), предсказания теории (черные прямые) и результаты предыдущих экспериментов ОМС (Сакле) и RMC (Триумф) в зависимости от скорости λ_{op} орто-пара переходов в $p\bar{p}$ молекуле

В ПИЯФ впервые были проведены прецизионные измерения сечений упругого рассеяния протонов промежуточной энергии на ряде ядер и с высокой точностью были определены параметры распределений ядерной материи. В дальнейшем аналогичные совместные исследования были продолжены в ядерном центре Сакле. В ПИЯФ был также исследован процесс квазиупругого рассеяния протонов на ядрах. Эти эксперименты прекрасно продемонстрировали оболочечную структуру ядер. С помощью спектрометра ИКАР в Ядерном центре тяжелых ионов (GSI) была исследована пространственная структура легких нейтроноизбыточных ядер с гало.



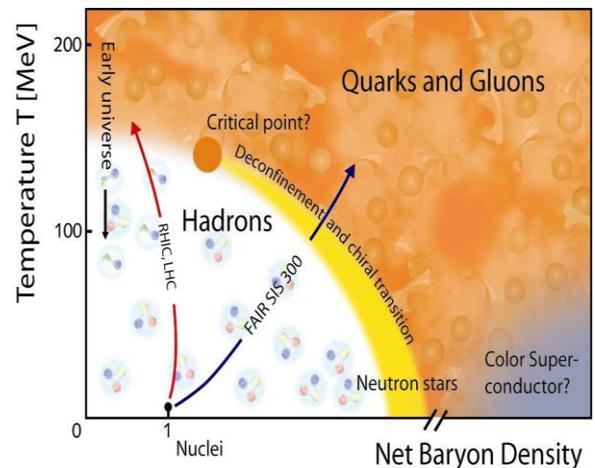
Распределения ядерной материи кора и полной материи (кор + гало) в ядре ^{11}Li . В анализе измеренных сечений использовались модельные распределения GG и GO

В эксперименте LHCb был наблюден сверхредкий распад B_s мезона на два мюона. Согласно Стандартной Модели (СМ), такой распад может происходить с очень малой вероятностью. В соответствии с новыми теориями за рамками СМ вероятность распада B_s мезона на два мюона может быть больше, чем та, что следует из СМ. Вероятность распада B_s мезона на два мюона, определенная в эксперименте LHCb и недавно подтвержденная в эксперименте CMS, согласуется со СМ. Полученный результат закрывает ряд новых теорий и является сильным аргументом в пользу расширения области применимости СМ.



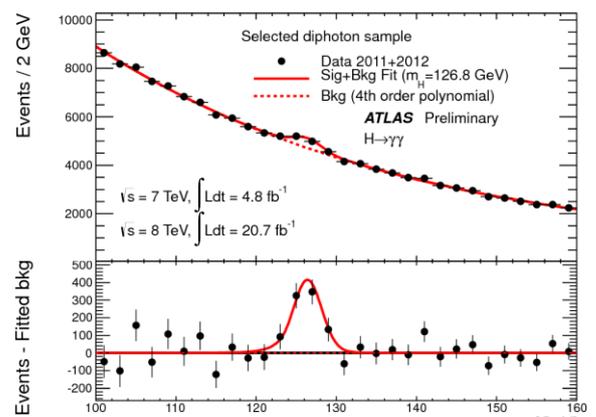
Красная пунктирная линия – сигнал от распада B_s мезона

В эксперименте PHENIX, в котором физики ОФВЭ принимают активное участие, было обнаружено новое состояние ядерной материи – кварк-глюонная плазма со свойствами почти идеальной жидкости.



Фазовая диаграмма, иллюстрирующая исследование экстремальных свойств ядерной материи при взаимодействии тяжелых релятивистских ядер

В экспериментах CMS и ATLAS был открыт бозон Хиггса – ключевая частица современной теории элементарных частиц (СМ). О важности этого открытия свидетельствует тот факт, что в связи с обнаружением бозона Хиггса теоретикам Питеру Хиггсу и Франсуа Энглеру, предсказавшим много лет назад существование этой частицы, в 2013 г. была присуждена Нобелевская премия по физике. Среди авторов публикаций об этом открытии – 21 сотрудник ОФВЭ.



Распределение по массе двух фотонов в эксперименте ATLAS. Пик при энергии 125 ГэВ/c² обусловлен распадом бозона Хиггса