



Объединенный институт ядерных исследований
Лаборатория физики высоких энергий
им. В.И. Векслера и А.М. Балдина



УСКОРИТЕЛЬНО-НАКОПИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС NICA – БАЗА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИННОВАЦИОННЫХ РАЗРАБОТОК



Дубна, 2012

Содержание

Объединённый институт ядерных исследований.....	5
Ускорительно-накопительный комплекс Лаборатории физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина.....	9
Мегапроект NICA	12
Ускорительный комплекс NICA	14
Многоцелевой детектор MPD	18
Программа исследований на выведенных пучках	20
Инновационная программа	21
Образовательная программа.....	26
Инфраструктура	27
Конкурентоспособность проекта NICA.....	28
Международное сотрудничество	31

Под общей редакцией В.Д. Кекелидзе.

Авторы-составители: А.Д. Коваленко, Д.В. Пешехонов, Ю.К. Потребеников,
А.Ю. Рассадова, Б.М. Старченко, Г.В.Трубников.

Фото: П.Е. Колесов, Е.В. Пузынина, Ю.А. Туманов.

Объединённый институт ядерных исследований



Международная межправительственная организация Объединённый институт ядерных исследований (ОИЯИ) образована 26 марта 1956 года. Одиннадцать стран объединили усилия для проведения совместных исследований фундаментальных свойств материи.

Статус ОИЯИ был подтвержден и в новейшей истории России. 2 января 2000 года президентом Российской Федерации В.В. Путиным был подписан федеральный закон о ратификации соглашения между правительством Российской Федерации и Объединённым институтом ядерных исследований о местопребывании и об условиях деятельности Объединённого института ядерных исследований в Российской Федерации.



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН

О ратификации Соглашения между Правительством Российской Федерации и Объединённым институтом ядерных исследований о местопребывании и об условиях деятельности Объединённого института ядерных исследований в Российской Федерации

Принят Государственной Думой 3 декабря 1999 года
Одобен Советом Федерации 22 декабря 1999 года

В настоящее время полноправными членами ОИЯИ являются 18 государств Европы, Азии и Латинской Америки.



Флаги государств-членов ОИЯИ: Армения, Азербайджан, Беларусь, Болгария, Куба, Чехия, Грузия, Казахстан, КНДР, Молдова, Монголия, Польша, Румыния, Россия, Словакия, Украина, Узбекистан и Вьетнам

На правительственном уровне заключены соглашения о сотрудничестве еще с шестью странами, являющимися ассоциированными членами Института.



Флаги государств-ассоциированных членов ОИЯИ: Венгрия, Германия, Италия, Сербия, ЮАР, Египет

ОИЯИ поддерживает связи более чем с 700 научными центрами и университетами в 64 странах мира.

Научную политику Института вырабатывает Ученый совет, в состав которого, помимо крупных ученых, представляющих страны-участницы, входят известные физики Германии, Греции, Италии, Китая, США, Франции, Европейской Организации ядерных исследований (ЦЕРН) и др.

Основные направления теоретических и экспериментальных исследований, проводимых интернациональным коллективом ученых семи лабораторий ОИЯИ: физика элементарных частиц, ядерная физика, физика конденсированных сред и радиационная биология.

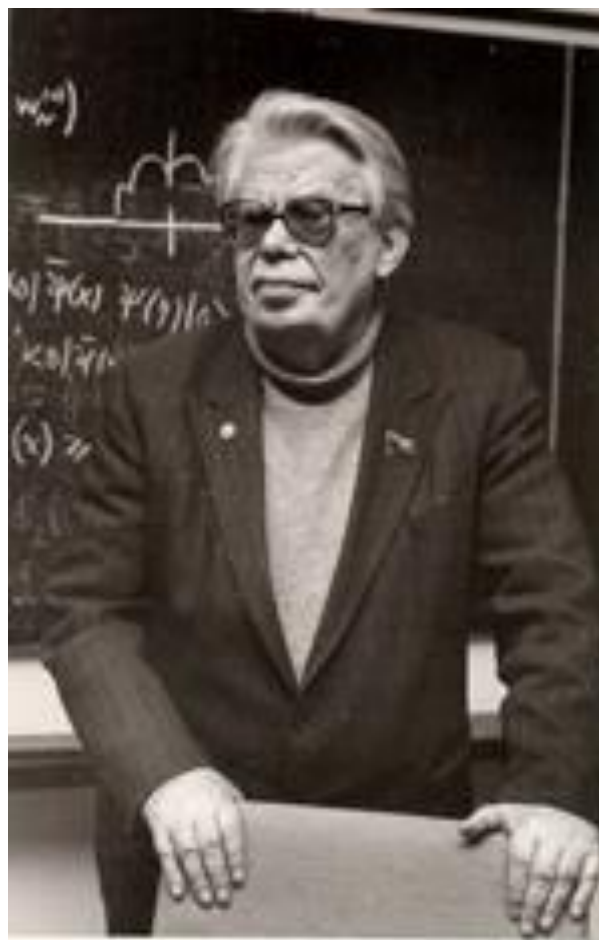
Стратегия развития Института основана на триаде «наука-образование-инновации». ОИЯИ располагает уникальным набором экспериментальных установок, которые позволяют проводить фунда-

ментальные и прикладные исследования с использованием новейших технологий, включая информационные, и развивать университетское образование.

История становления ОИЯИ связана с именами таких выдающихся ученых и руководителей науки, как Н.Н. Боголюбов, Д.И. Блохинцев, И.В. Курчатов, Е.П. Славский, В.И. Векслер, Б. Понтекорво, М.Г. Мещеряков, И.М. Франк, Г.Н. Флёрв, И.Е. Тамм, И.В. Чувило, В.П. Джелепов, М.А. Марков, А.Н. Тавхелидзе. Значительный вклад в формирование основных научных направлений на разных этапах развития Института внесли ученые с мировым именем: А.М. Балдин, М. Даныш, Ван Ганчан, А.Н. Сисакян, Н.Н. Говорун, В. Вотруба, Д. Киш, Ц.Вылов, М. Матеев, В.П. Саранцев, Г. Позе, В. Петржилка. В настоящее время традиции научной школы ОИЯИ продолжают развивать крупнейшие ученые и основоположники новых научных направлений: В.А. Матвеев, В.Г. Кадышевский, Ю.Ц. Оганесян, Д.В. Ширков, А.А. Логунов, В.А. Рубаков, Нгуен Ван Хьеу, Д. Эберт и др.

Формирование ОИЯИ как одного из мировых центров фундаментальных исследований ознаменовано вехами в истории теоретической и экспериментальной физики.

Академик Н.Н. Боголюбов и его научная школа сыграли опреде-



*Академик Н.Н. Боголюбов
директор ОИЯИ с 1965 по 1989 гг.*

ляющую роль в создании современной квантовой теории поля, понимании кварковой структуры нуклона и цветовой природы сильного взаимодействия.

В 1957 году в Лаборатории высоких энергий (ЛВЭ) был запущен крупнейший в мире ускоритель – Синхрофазотрон. Многолетняя работа на этой уникальной установке интернационального коллектива ученых из десятков стран мира увенчана рядом выдающихся открытий и изобретений.

В 1960 году в Лаборатории нейтронной физики построен импульсный реактор на быстрых нейтронах ИБР, схема которого предложена первым директором ОИЯИ членом-корреспондентом АН СССР Д.И. Блохинцевым.

В 1993 году в ЛВЭ, руководимой академиком А.М. Балдиным, введен в эксплуатацию первый в Европе сверхпроводящий ускоритель тяжелых ионов – Нуклотрон.

На комплексе циклотронов, созданных в Лаборатории ядерных реакций, под руководством академика Г.Н. Флёрова, была начата программа синтеза трансурановых элементов. Сегодня экспериментально доказано существование «острова стабильности» сверхтяжёлых элементов, а 105-й элемент периодической системы Д.И. Менделеева, синтезированный в ОИЯИ, назван Дубнием.

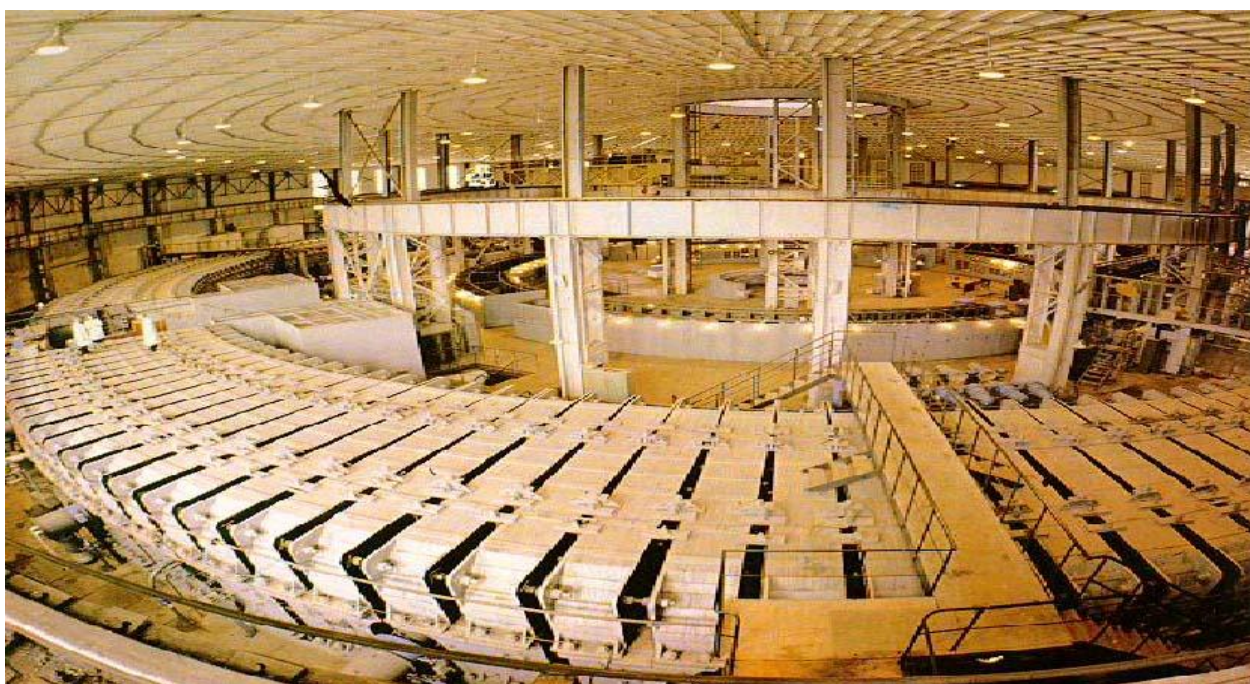
Вскоре после создания ОИЯИ, в Лаборатории ядерных проблем, ученик Энрико Ферми Бруно Понтекорво выдвинул гипотезу существования осцилляций нейтрино, которая нашла экспериментальное подтверждение уже в наши дни.

Ускорительно-накопительный комплекс Лаборатории физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина



В 1944 году академиком В.И. Векслером был открыт принцип автофазировки, лежащий в основе всех современных ускорителей частиц высоких энергий. Запущенный под его руководством в 1957 году в Лаборатории высоких энергий ускоритель – Синхрофазотрон на тот момент был самым мощным в мире и позволял ускорять протоны до энергии 10 ГэВ (миллиардов электрон-вольт). Это событие стало началом ускорительной эры в физике частиц.

*Академик В.И. Векслер
директор ЛВЭ в 1956-1966 гг.*



Синхрофазотрон ОИЯИ

Более чем 40-летняя работа Синхрофазотрона была увенчана рядом выдающихся результатов, зарегистрированных как открытия и отмеченных высшими премиями государств-участниц:

- открытие новой частицы антисигма-минус гиперона (март 1960 г.);
- открытие явления потенциального рассеяния протонов высокой энергии (июль 1963 г.);
- открытие распада фи-ноль-мезона на электрон-позитронную пару (февраль 1967 г.);
- обнаружение ядерного кумулятивного эффекта (1970-е гг.);
- обнаружение эффекта каналирования в изогнутом монокристалле (1979 г.);
- наблюдение явления полного разрушения ядер под действием частиц высокой энергии (1980 г.);
- создание технологии внутренних мишеней.



Группа соавторов открытия антисигма-минус-гиперона: А.А.Кузнецов, М.И.Соловьев, А.В.Никитин, Е.Н.Кладницкая, Н.М.Вирясов, В.И.Векслер (СССР), Дин Дацао (КНР), Ким Хи Ин (КНДР), Нгуен Дин Ты (НРВ), А.Михул (СРР)



24-литровая пропановая камера, с помощью которой на Синхрофазотроне был открыт антисигма-минус-гиперон

В 70-е годы А.М. Балдиным было предложено новое научное направление – релятивистская ядерная физика. Для проведения в ОИЯИ экспериментальных исследований в этой области был спроектирован, построен и введен в эксплуатацию в 1993 году первый в Европе сверхпроводящий ускоритель тяжелых ионов высоких энергий – Нуклотрон. Для его создания учеными ОИЯИ была предложена и реализована уникальная технология сверхпроводящих магнитов, широко востребованная сегодня. Это был шаг, опередивший время, как в области физических исследований, так и в области новых технологий. Физика тяжелых ионов высоких энергий сегодня является одной из наиболее динамично развивающихся областей науки.



Нуклотрон ОИЯИ



1959 г. Премьер-министр Великобритании Г.Макмиллан и академик В.И. Векслер при посещении ЛВЭ

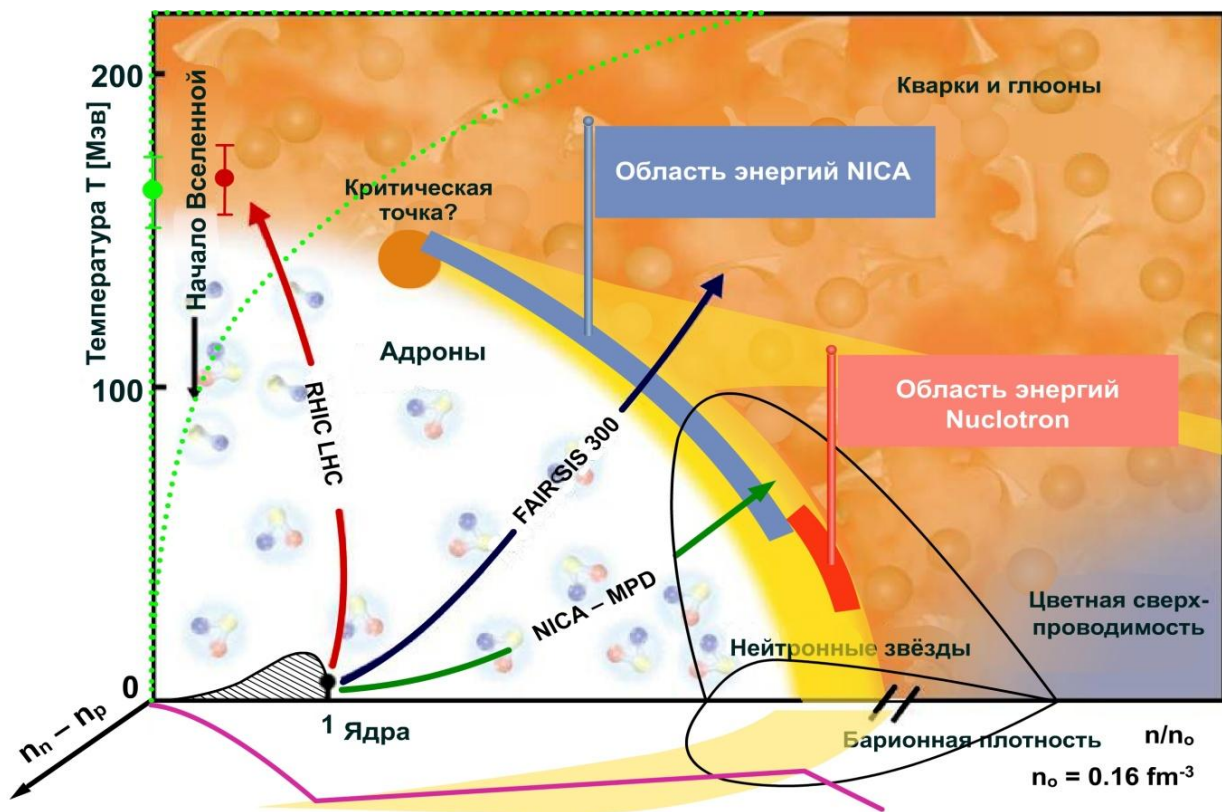


Академик А.М. Балдин директор ЛВЭ в 1968-1997 гг.

Мегапроект NICA

В 2005 году академиком А.Н. Сисакином была предложена программа развития Института, нацеленная на проведение амбициозных исследований на установках ОИЯИ. Главным направлением этой программы является создание современного ускорительно-накопительного комплекса и экспериментальных установок для проведения исследований по изучению фундаментальных свойств барионной материи.

По современным теоретическим представлениям материя может находиться в нескольких состояниях: адронное вещество, кварк-глюонная плазма и переходный процесс – «смешанная фаза».

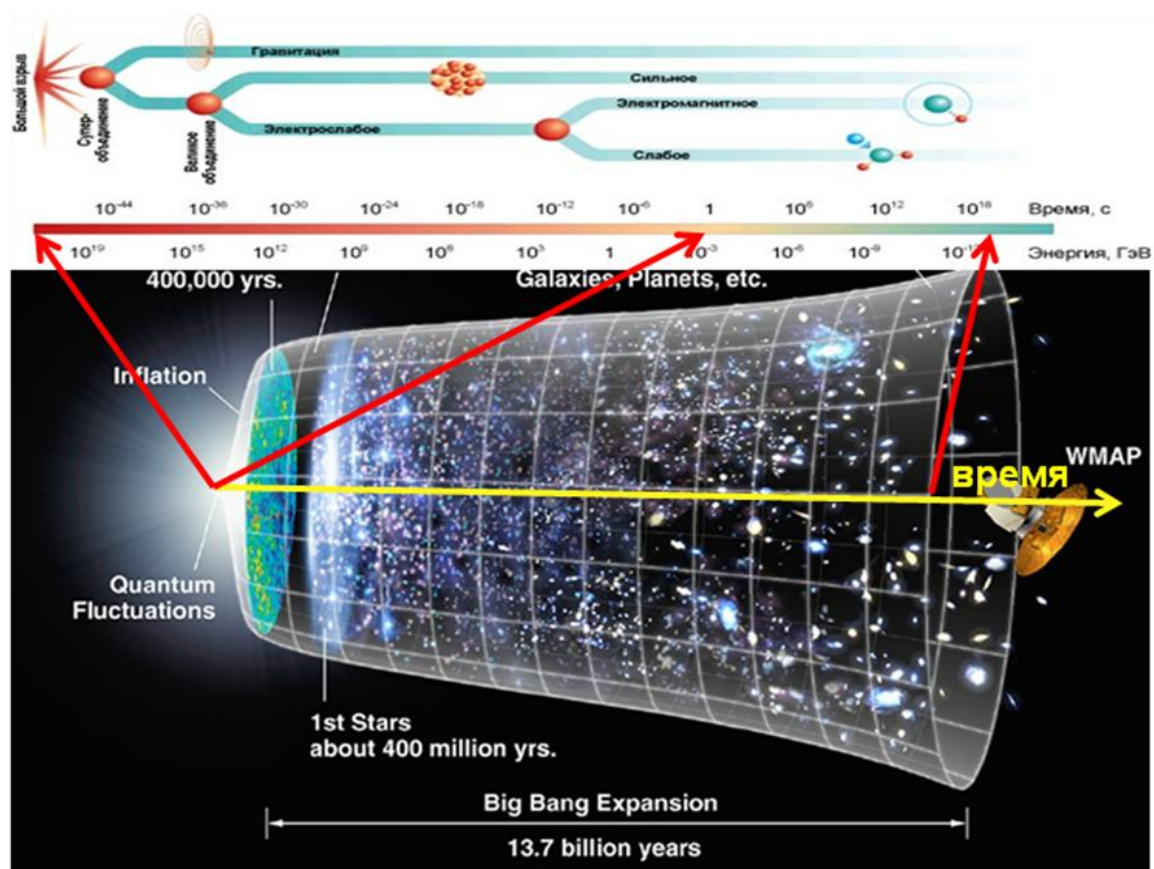


Фазовая диаграмма состояния материи

При высокой барионной плотности (экспериментально реализуемой в столкновении тяжелых ионов высоких энергий) материя практически не исследована.

Фундаментальными проблемами исследования в этой области являются:

- поиск и изучение новых, не наблюдавшихся ранее форм барионной материи;
- понимание причин связанности кварков в нуклонах;
- поиск причин нарушения симметрии, объясняющих «механизм» формирования Мира, состоящего из вещества при отсутствии антивещества в нашей части Вселенной.



От кирпичиков мироздания к современной Вселенной

Для проведения таких исследований был предложен проект, получивший название NICA (Nuclotron based Ion Collider fAcility).

Решением высшего управляющего органа Института – Комитета Полномочных Представителей Правительств стран-участниц, с 2010 года этот проект определен как флагманский в 7-летнем плане развития ОИЯИ.

Ускорительный комплекс NICA

Для концентрации усилий на этом направлении в 2008 году была образована Лаборатория физики высоких энергий (ЛФВЭ), объединившая коллективы Лаборатории высоких энергий и Лаборатории физики частиц,

Ускорительная часть проекта NICA предполагает создание на базе модернизированного ускорителя Нуклотрона-М, уникального комплекса, позволяющего проводить исследования:

- на встречных высокоинтенсивных пучках ионов, вплоть до золота при энергии до $\sqrt{s}=11$ ГэВ на нуклон;
- на встречных пучках поляризованных протонов и дейтронов;
- на выведенных пучках тяжелых ионов и поляризованных частиц.

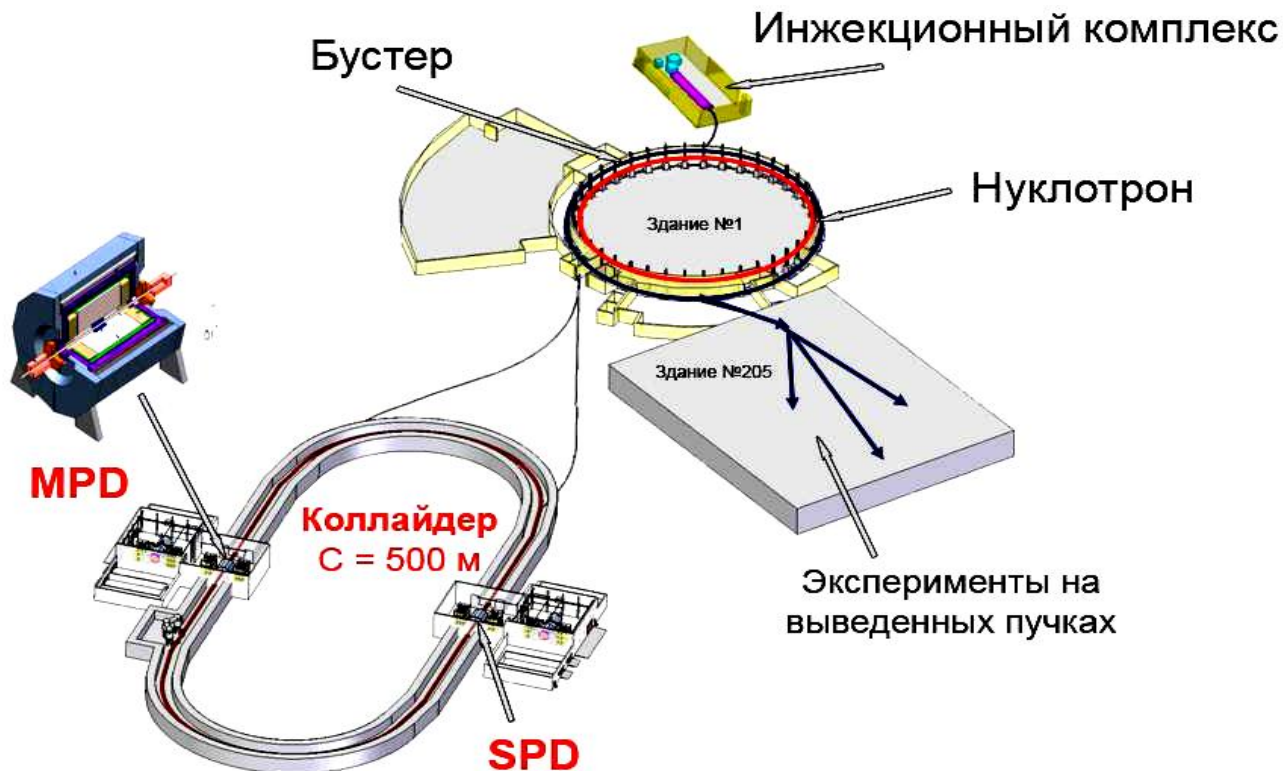


Схема комплекса NICA

В состав ускорительного комплекса входят как действующие объекты, так и создаваемые:

- модернизированный ускоритель ионов Нуклотрон-М (действует);
- сверхпроводящий коллайдер NICA (планируемый запуск в 2016 г.);
- промежуточный накопитель (бустерный синхротрон), необходимый для создания в коллайдере пучков требуемой интенсивности;
- новые источники ионов и поляризованных частиц;
- новый первичный инжектор-предускоритель (Линак);
- экспериментальные установки MPD и SPD;
- экспериментальные установки на канале выведенных пучков Нуклотрона;
- объекты инфраструктуры, необходимые для эффективного проведения исследований учеными стран-участниц Института.

Ускорительный комплекс Нуклотрон-NICA, в основном, создается специалистами ОИЯИ. Однако, уже на начальном этапе этих работ к ним были привлечены наиболее авторитетные специалисты в области ускорительной физики и техники из других мировых центров. Состояние проекта регулярно рассматривается международным экспертным комитетом (Machine Advisory Committee – MAC), включающим в свой состав ведущих ученых в области ускорительной физики из ЦЕРН (Швейцария), BNL и FNAL (США), GSI (Германия), ИФВЭ и ИТЭФ (Россия).

Полномасштабная реализация проекта NICA станет основой для получения новых знаний в области фундаментальных исследований и обеспечит ускоренное развитие многих научно-технологических направлений.

Результаты инновационно-прикладного характера, можно будет применять в различных отраслях науки и техники и в образовательной сфере.

Примером являются разработанные в ОИЯИ и развивающиеся в рамках проекта NICA технологии сверхпроводящих магнитов. Их дальнейшее развитие и применение позволит строить универсальные ускорители заряженных частиц, которые будут пригодны как для получения пучков с максимально возможной интенсивностью (необходимой для задач трансмутации радиоактивных отходов, ядерной энергетики подкритических систем и т.п.), так и для задач, требующих вариативности длительности вывода пучка при трехмерном сканировании (3D) или программируемом облучении биологических объектов (медицинские и радиобиологические применения ядерных пучков).



Министр экономического развития РФ Э.Набиуллина во время демонстрации директором ОИЯИ академиком А.Сисакяном (в центре), вице-директором ОИЯИ М.Иткисом (2-й справа) и зам. директора ЛФВЭ Г.Трубниковым (слева) действующего сверхпроводящего ускорителя ионов Нуклотрон

Уже сегодня проводимые в ЛФВЭ исследования в области криогенных технологий позволили разработать мультифазный расходомер нефти и газа, имеющий важное значение для технологического оснащения нефтедобывающей отрасли.

Ускорительная инфраструктура имеет огромный потенциал востребованности в аэрокосмической отрасли. По аналогии с центром, созданным при BNL (США), пучки NICA станут важнейшим инструментом при конструировании радиационно-стойкой микроэлектроники и систем защиты для пилотируемой космонавтики и других космических проектов.



Председатель счетной палаты РФ С.В.Степашин (справа) и летчик-космонавт, герой РФ Ю.М.Батурин (2-й слева) знакомятся с научно-инновационной программой Лаборатории, которую представляют и.о. директора ОИЯИ М.Г.Иткус и директор ЛФВЭ В.Д.Кекелидзе

Многоцелевой детектор MPD

Основная задача, которая будет решаться на ускорительном комплексе NICA, требует создания экспериментальной установки, способной регистрировать с высокой эффективностью частицы, рождающиеся при столкновении пучков тяжелых ионов; идентифицировать их тип и определять энергию; восстанавливать вершины первичного взаимодействия и координаты рождения вторичных частиц.

Схема и масштаб многоцелевого детектора MPD (**M**ulti **P**urpose **D**etector), разрабатываемого для реализации данной задачи на встречных пучках коллайдера NICA, представлены на рисунке.

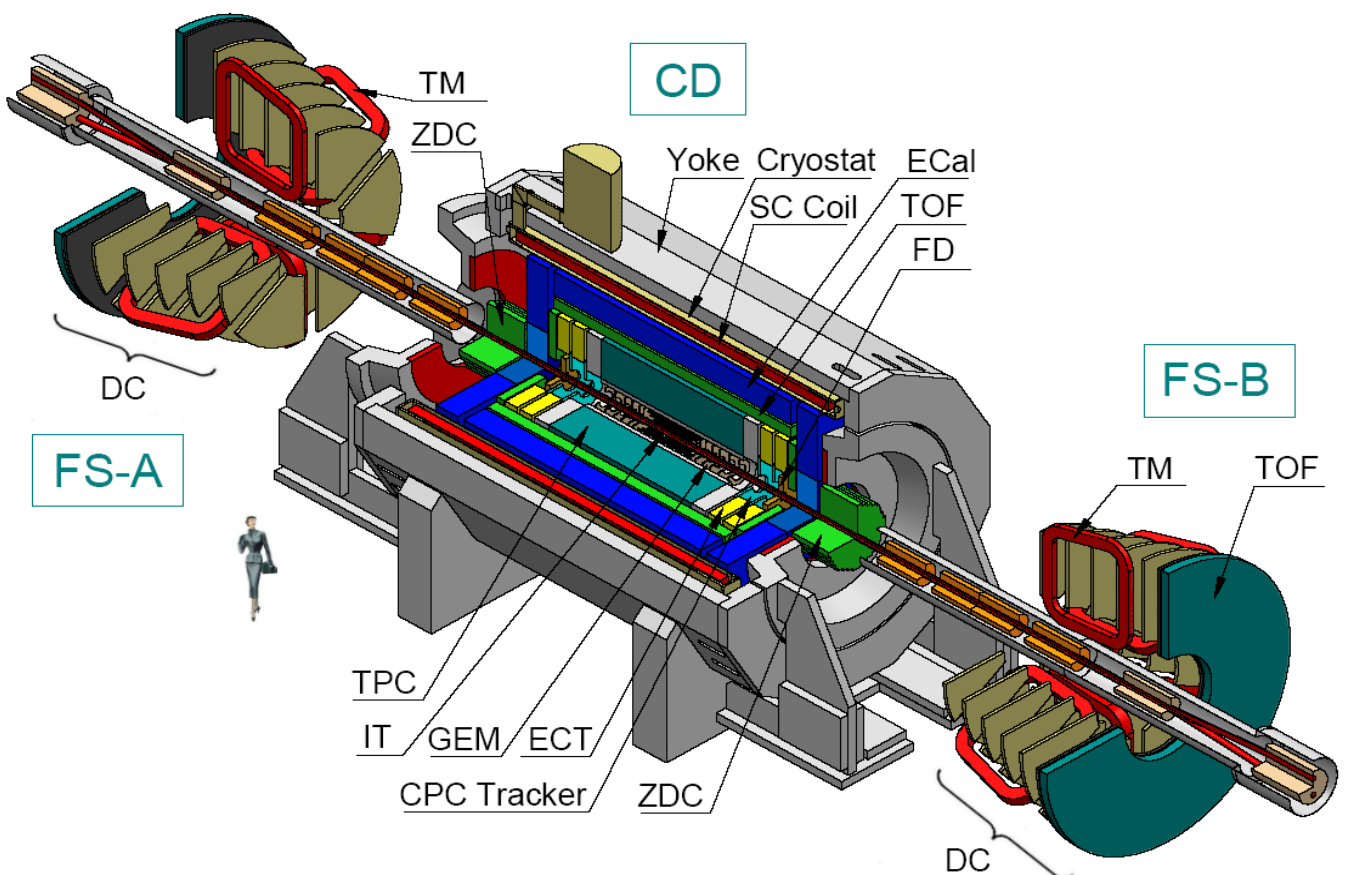


Схема многоцелевого детектора MPD

Установка MPD включает в себя центральную часть, состоящую из вершинного детектора (IT), внутреннего трекера и системы для определения энергии, заряда и типа заряженных частиц (TOF, TPC), электромагнитного калориметра (ECal) и окружающего их сверхпроводящего магнита (SC Coil). По торцам центральной части установки располагаются системы, необходимые для мониторинга пучка (BBC, ZDC) и детекторы, перекрывающие область малых углов рассеяния (FS-A, FS-B).

Экспериментальная установка MPD создается параллельно с ускорительным комплексом и начнет работать при запуске коллайдера NICA.

Вторая экспериментальная установка – SPD (**S**pin **P**hysics **D**etector) на коллайдере NICA создается для реализации научной программы по изучению спиновой структуры нуклонов и ядер, и поляризационных явлений с использованием встречных пучков продольно и поперечно поляризованных протонов и дейтронов. Её запуск позволит на качественно новом уровне продолжить традиционные для нашего Института исследования в данной области физики высоких энергий на базовой установке ОИЯИ. Предполагаемый пуск детектора состоится в 2017-2018 гг.

Программа исследований на выведенных пучках

Важной особенностью создаваемого комплекса является сохранение возможности проведения исследований на пучках Нуклотрона, выведенных на экспериментальные установки с фиксированными мишенями.

Ионные пучки позволяют изучать свойства барионной материи и фазовых переходов типа «жидкость-газ», проводить поиск эффектов скрытой странности в нуклоне, исследовать гиперядра и другие экзотические объекты.

Источник поляризованных частиц предоставляет уникальную возможность для исследования спиновой структуры нуклона и свойств поляризованной ядерной материи при промежуточных энергиях.

Исследования на выведенных пучках уже осуществляются.

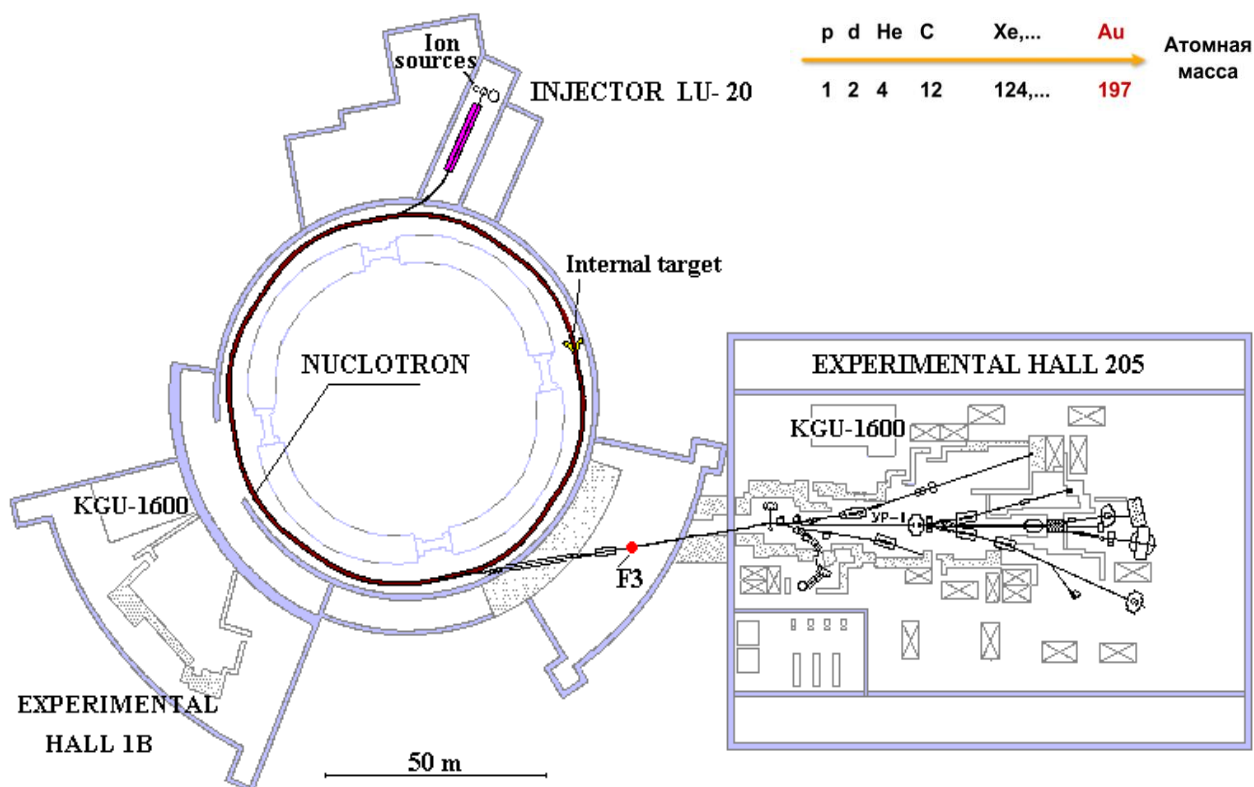


Схема ускорительного комплекса и экспериментальных павильонов для проведения исследований на выведенных пучках ускорителя Нуклотрон

Инновационная программа

Президентом России определены пять направлений инновационного развития РФ:

- энергоэффективность и энергосбережение;
- ядерные технологии;
- космические технологии;
- медицинские технологии;
- стратегические информационные технологии.

Инфраструктура комплекса NICA позволит использовать имеющиеся пучки для инновационных и технологических работ по всем указанным направлениям в РФ и других странах-участницах ОИЯИ.

Энергоэффективность и энергосбережение

Энергосберегающие системы и технологии проникают во все сферы жизни, не говоря уже о научных установках. Будущее современных ускорителей это сверхпроводящие (СП) магниты. Гордостью ОИЯИ являются СП магниты типа Нуклотрон. Они уникальны по своим



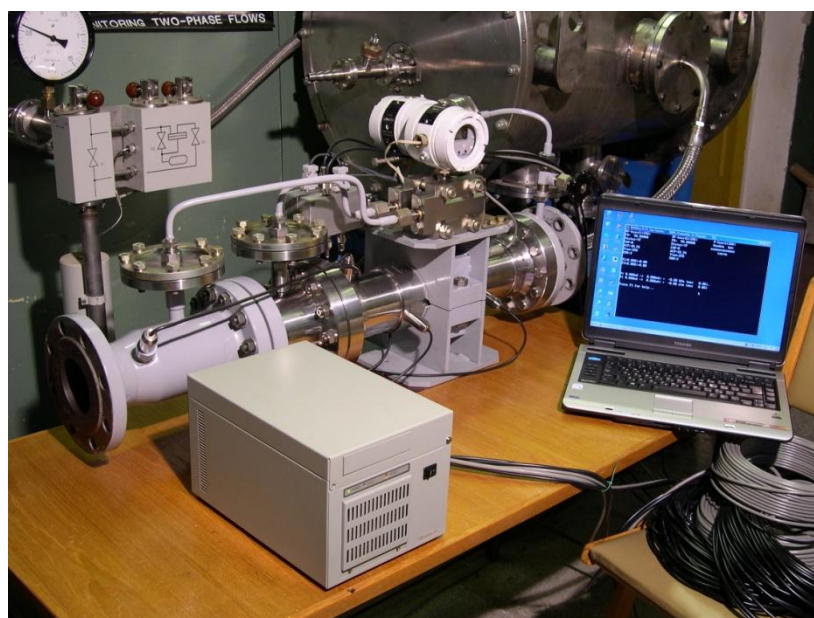
Сверхпроводящий изогнутый дипольный магнит бустера (слева) и двухапертурный дипольный магнит коллайдера

параметрам и представляют интерес не только для комплекса NICA. Так, ускоритель SIS-100, создаваемый для проекта FAIR в Дармштадте, базируется на магнитах этого типа. Актуально их применение и при создании компактных промышленных ускорителей для ядерной энергетики, и в медицинских установках для радиотерапии (в том числе углеродной), использующей для создания пучков синхротроны с энергией 100-600 МэВ.

В Институте отработана методика комплексной диагностики криогенных систем, которая может быть использована в любом центре, где существуют подобные установки.

В ЛФВЭ создана уникальная методика диагностики двухфазного четырехкомпонентного потока «нефть-соль-газ-вода», позволяющая определять количественный состав указанных примесей в нефти.

Еще одно перспективное инновационное направление связано с развитием «альтернативной энергетики». Исследования в этой области проводятся в рамках проекта «Энергия и трансмутация». В ЛФВЭ создана опытная установка, которая работает на пучке Нуклотрона. Она позволяет получать данные, необходимые для создания рабочих моделей, проектирования активной зоны промышленного реактора, переработки и утилизации отработанного ядерного топлива (ОЯТ).



Определение компонентного состава примесей и расхода нефти

Ядерные технологии

На базе инжектора действующего ускорителя Нуклотрон ведутся работы по созданию нано- и микроструктур в различных материалах. Путем бомбардировки материалов ионами создаются микропоры, позднее заполняемые наночастицами. Создаваемые структуры могут быть самыми разными – композитными, ферромагнитными, парамагнитными.

В рамках проекта ДВИН ведется разработка детекторов скрытых (спрятанных) веществ (взрывчатка и наркотики). Принцип идентификации основан на сканировании пучком «меченых» нейтронов тех объемов, в которых они могут находиться. В рамках проекта созданы как крупные



Компактный детектор наркотиков и взрывчатки, разработанный в рамках проекта ДВИН



Детектор для досмотра большегрузных контейнеров

установки, с помощью которых сканируют контейнеры, так и компактные – переносные. Основными заказчиками данных работ являются ФСБ и МО России.

Космические технологии

Космической отрасли, в частности, федеральным агентством «Роскосмос» чрезвычайно востребованы исследования повреждений компонентов микроэлектроники в условиях космического облучения. За пределами атмосферы Земли электронные приборы подвергаются облучению ионизирующими частицами высокой энергии, выводящему их из строя. Воссоздать эти условия на Земле можно на пучках ускорителя Нуклотрон. Так, в ОИЯИ были протестированы и отобраны электронные компоненты для космического эксперимента PAMELA. Федеральное агентство «Роскосмос» является потенциальным заказчиком по проведению данных исследований.



Запуск спутника со спектро-метром PAMELA на борту

Медицинские технологии

Широко востребованы инновационные разработки, касающиеся безоперационного лечения злокачественных опухолей. В ОИЯИ действует установка для протонной терапии. В последние годы эта область чрезвычайно активно развивается, и сегодня наиболее эффективной является углеродная радиотерапия. В ЛФВЭ совместно с со-

трудниками Лаборатории радиобиологии ведутся исследовательские работы по данной тематике. В перспективе, бустер комплекса NICA может быть использован для проведения курсов углеродной терапии, предоставляя необходимые пучки.

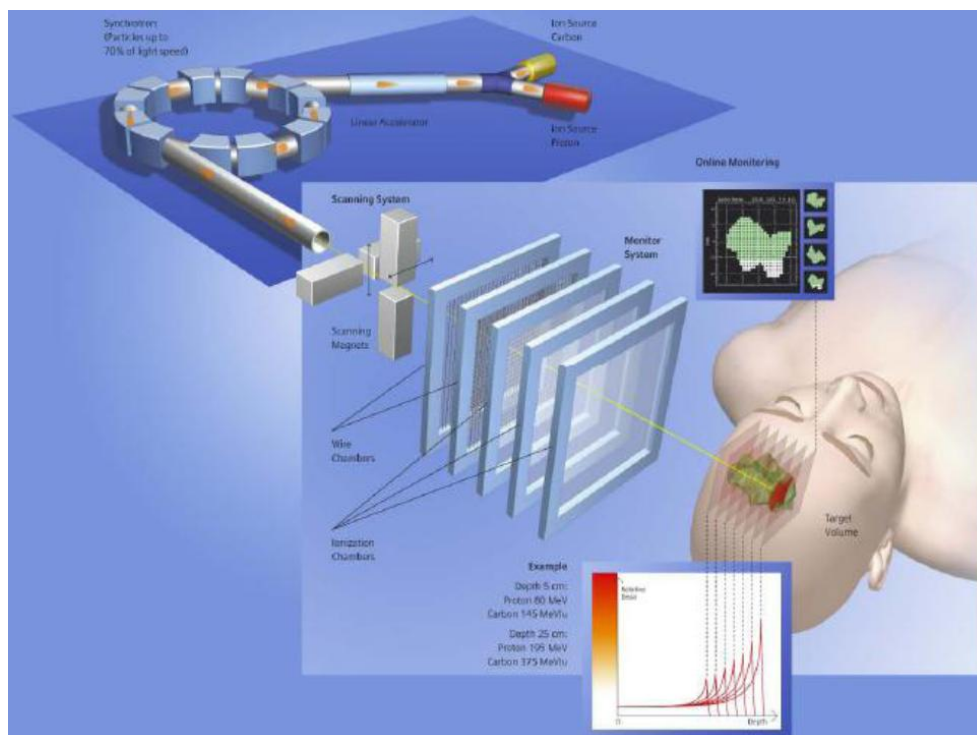


Схема установки для углеродной радиотерапии

Стратегические информационные технологии

Мегапроекты, такие как эксперименты на Большом адронном коллайдере и коллайдере NICA, требуют создания распределенной информационно-вычислительной сети (т.н. GRID). Она позволяет работать с экспериментальной информацией на всех этапах не только в месте проведения эксперимента, но и в других институтах и научных центрах мира, при условии, что их компьютеры включены в систему GRID. Дубна является одним из таких центров, наиболее активно и эффективно работающим на территории России.

Образовательная программа

Необходимым условием для развития современного государства является наличие эффективной образовательной среды. ОИЯИ активно участвовал в создании «университетского пояса» в Дубне, включающего филиал МГУ, Международный университет Дубна, филиал МИРЭА и собственный учебно-научный центр, где учатся и работают студенты и аспиранты ведущих ВУЗов России и стран-участниц ОИЯИ.

Экспериментальные установки Института и активное участие его сотрудников в преподавательской деятельности являются залогом подготовки высококвалифицированных специалистов.

ОИЯИ совместно с ЦЕРН регулярно проводит школы, на которых ведущие специалисты знакомят учителей физики средних школ с последними достижениями науки.

Перспективной является разрабатываемая в ОИЯИ школьная образовательная программа, построенная на базе интерактивного общения с компьютером.



Интерактивный класс для обучения школьников, разработанный сотрудниками Лаборатории совместно со специалистами Брукхевенской Национальной Лаборатории, США

Инфраструктура

Инфраструктура проекта NICA включает территориально распределённую систему коллективного пользования ускорительным комплексом, экспериментальными установками, сбором и обработкой больших объёмов экспериментальных данных, системы его питания и жизнеобеспечения. Она предполагает создание необходимых условий для эффективной работы на комплексе NICA большого числа ученых и специалистов, представителей десятков стран из сотен институтов и университетов со всего мира, занятых в реализации научной и инновационной программ.

Наличие на территории России международного научно-исследовательского центра с развитым комплексом уникальных и современных установок, нацеленных на решение фундаментальных и прикладных задач, будет способствовать формированию нового вектора интересов для талантливой молодежи со всего мира.



На территории ЛФВЭ постоянно ведутся работы по созданию современных объектов инфраструктуры и инженерных коммуникаций

Конкурентоспособность проекта NICA

В результате реализации проекта в ОИЯИ, на базе ЛФВЭ, будет создан уникальный, не имеющий аналогов в мире, комплекс из линейных ускорителей, нескольких сверхпроводящих ускорительных колец и экспериментальных установок, основанных на самых передовых технологиях, позволяющий проводить исследования:

- на встречных высокоинтенсивных пучках ионов (вплоть до золота, Au^{79+}) при средней светимости $L=10^{27} \text{ см}^{-2} \text{ сек}^{-1}$ (Au^{79}) в диапазоне по энергии $\sqrt{s_{NN}}= 4\text{-}11$ ГэВ в системе центра масс нуклон-нуклон;
- на встречных пучках ионов разных типов;
- на встречных пучках поляризованных протонов и дейтронов (с продольной и поперечной поляризацией) со светимостью $10^{31} \text{ см}^{-2} \text{ сек}^{-1}$;
- на выведенных пучках от протонов до ионов золота с энергией 12.6 ГэВ (для протонов), 5.8 ГэВ (для дейтронов) и 4.5 ГэВ на нуклон для тяжелых ионов, а также на пучках поляризованных протонов и дейтронов с интенсивностью $>10^{10}$ частиц за цикл и энергией до 12.6 и 5.8 ГэВ, соответственно;
- по многодисциплинарным программам прикладных исследований на большом наборе выведенных пучков и в широком диапазоне энергий.

Создаваемый комплекс NICA обеспечит исключительные возможности, недоступные в других ускорительных центрах мира, для изучения горячей и плотной ядерной материи в диапазоне энергий, оптимальном для поставленной задачи.

В отличие от Большого Адронного Коллайдера в ЦЕРН и RHIC в Брукхевенской Национальной Лаборатории (США), нацеленных на достижение максимальной энергии пучков, коллайдер NICA должен

обеспечить максимальную барионную плотность возбужденной ядерной материи, возникающей в результате столкновения тяжёлых ионов, вплоть до золота, недоступную для экспериментальных исследований в других лабораториях мира.

В ускорительном центре GSI (Дармштадт, Германия) сегодня реализуется международная научная программа FAIR с участием России, направленная на решение сходных задач в экспериментах с фиксированными мишенями.

В Таблице приведены сравнительные значения максимально достижимой энергии (для дейтрона) на действующих и строящихся ускорителях в GSI по программе FAIR и в ОИЯИ по программе NICA. Очевидно, что ускорительные комплексы в ОИЯИ и GSI являются с одной стороны конкурирующими, а с другой – взаимодополняющими как по диапазону энергий и времени запуска, так и по методике эксперимента (на выведенных и сталкивающихся пучках; коллайдерные эксперименты имеют ряд весомых преимуществ). По мнению международного сообщества и уже установившейся практике, конкуренция независимых проектов является гарантом достоверности получаемых результатов исследований.

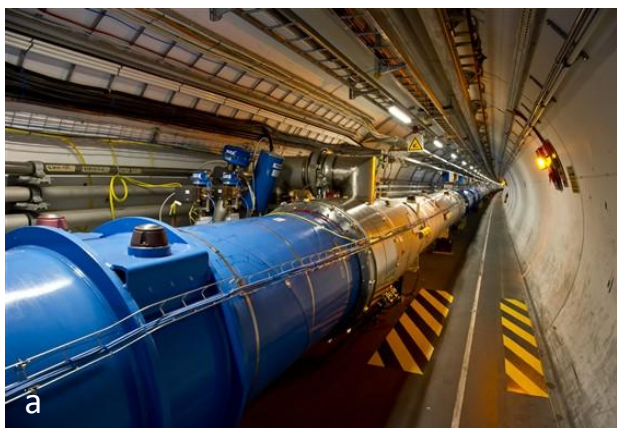
Таблица

Ускоритель	Энергия (ГэВ/нуклон)	Год запуска
SIS-18 (GSI)	0.012-1.9	действующий
Нуклотрон (ОИЯИ)	0.005-5.9	действующий
Бустер (ОИЯИ)	0.005-2.9	2014
Коллайдер NICA (ОИЯИ)	7-80*	2016
SIS-100 (FAIR)	2.9-14.1	2017
SIS-300 (FAIR)	14.1-44	> 2019

**энергия коллайдера NICA приведена в лабораторной системе, как для остальных ускорителей*

Актуальность и высокую значимость экспериментов в этом диапазоне энергий подтверждает и тот факт, что программа исследований на коллайдере RHIC в США предусматривает снижение энергий пучков с 200 ГэВ до 5 ГэВ на нуклон.

Все это позволяет России на равных правах участвовать в формировании единой программы исследований с пучками тяжёлых ионов и поляризованных частиц высоких энергий и создает благоприятную среду для ее естественного интегрирования через международный научный центр, ОИЯИ, в мировую научно-исследовательскую инфраструктуру.



Действующие ускорители ионов высоких энергий: а – LHC (ЦЕРН), б – RHIC (БНЛ, США), в – Нуклотрон (ОИЯИ, Россия), г – SIS (GSI, Германия)

Международное сотрудничество

Проект создания ускорительного комплекса NICA и экспериментальных установок MPD и SPD вызывает большой интерес международного научного сообщества.



Страны, представленные организациями-участниками проекта

География участников постоянно расширяется. В настоящее время в создании различных подсистем и разработке научной программы участвуют физики, инженеры и конструкторы из 74 институтов 26 стран мира.

Европейская организация ядерных исследований (ЦЕРН) выразила интерес к проекту NICA и желание сотрудничать по его программе. ЦЕРН уже передал ОИЯИ оборудование (дрейфовые камеры эксперимента NA48), которое будет использовано в торцевой части установки MPD.



*Подписание договора о сотрудничестве.
Генеральный директор ЦЕРН проф. Р.Хойер (слева) и директор ОИЯИ
академик А.Сисакян (справа)*



*Генеральный директор ЦЕРН проф. Р.Хойер (слева), и.о. директора ОИЯИ
проф. М.Иткис (в центре) и тех. координатор проекта NA62 Ф.Хан (справа)
при передаче камер NA48 из ЦЕРН в ОИЯИ*

В рамках состоявшегося в Дубне заседания Правительственной комиссии по инновациям и высоким технологиям, на котором рассматривались предложения мегапроектов, реализуемых в РФ, 5 июля 2011 года ускорительный комплекс ЛФВЭ посетил Председатель Правительства Российской Федерации Владимир Владимирович Путин и лично ознакомился с состоянием проекта NICA .



Председатель Правительства РФ В.В.Путин и директор ЛФВЭ В.Д.Кекелидзе во время посещения ускорительного комплекса Лаборатории

11 июля 20011 года, в ходе своего визита в Россию, ОИЯИ посетил премьер-министр Республики Казахстан Карим Кажимканович Масимов, также ознакомившийся с действующим ускорительным комплексом ЛФВЭ и с создаваемым комплексом NICA.

Премьер-министр РК К.К.Масимов (в центре), посол РК в РФ З.К.Турисбеков (справа) и директор ЛФВЭ В. Д.Кекелидзе (слева) осматривают ускоритель Нуклотрон



Для ознакомления с проектом NICA и действующим ускорительным комплексом, Лабораторию посещали видные государственные и политические деятели, делегации иностранных государств, представители культуры, бизнеса, руководители различного уровня.



Секретаря Совета Безопасности РФ Н.П.Патрушева (справа) и зам. секретаря Совета Безопасности РФ Ю.Н.Балуевского (2-й слева) знакомят с ЛФВЭ директор ОИЯИ академик А.Н.Сисакян (2-й справа) и нач.отдела ЛФВЭ Ю.А.Панебратцев



Председатель Комитета Государственной Думы РФ по науке и наукоемким технологиям В.Черешнев (2-й справа) на представлении проекта NICA директором ЛФВЭ В.Кекелидзе (2-й слева)



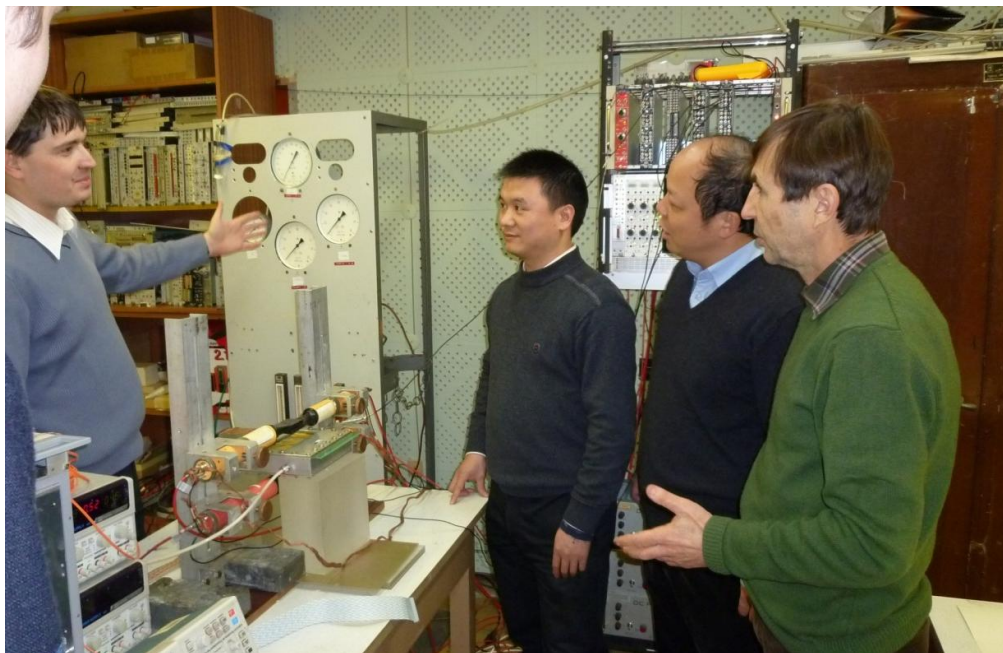
Директор GSI проф. Х.Штекер (справа) посещает производственную базу проф. Ю.Заневского (2-й справа) по созданию проволочных трековых детекторов. В визите участвуют (справа налево): директор центра NICA проф. А.Сорин, директор ЛФВЭ проф. В.Кекелидзе, зам. директора ЛФВЭ Г.Трубников, научный сотрудник ЛФВЭ О.Фатеев



Группа студентов Варшавского технологического университета во время обсуждения планов участия в проекте NICA/MPD



Делегация французских ученых, возглавляемая проф. С. Лерой (2-я справа) во время ознакомительного визита по ускорительному комплексу Лаборатории



Группа китайских ученых доктор Вэйчанг дин и проф. И. Ванг (2-й и 3-й слева) из университета Чин Хуа (Пекин) участвует в создании системы координатно-временных детекторов для установки МРД. Рабочее обсуждение с нач. отдела В. Головатюком (справа) и научным сотрудником ЛФВЭ В. Бабкиным (слева)

В настоящее время ОИЯИ один из ведущих динамично развивающихся научных центров мира. Реализация в его крупнейшей Лаборатории мегапроекта NICA обеспечит его дальнейшее интенсивное развитие и конкурентоспособность в области физики высоких энергий на ближайшие десятилетия.



Международная межправительственная организация
Объединенный институт ядерных исследований
Лаборатория физики высоких энергий имени В.И. Векслера и А.М. Балдина

Жолио-Кюри 6, г. Дубна, Московская область, 141980, Россия
Tel.: (7-49621) 6-53-06
Fax: (7-49621) 6-51-80, 6-57-67
E-mail: main@lhe.jinr.ru

Дубна, 2012

(отпечатано 28.11.12)

