

# Объединенный институт ядерных исследований

## Международная Межправительственная Организация на территории РФ

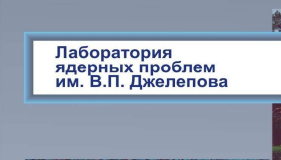
ЛАБОРАТОРИИ



Лаборатория теоретической физики им. Н.Н. Боголюбова



Лаборатория физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина



Лаборатория ядерных проблем им. В.П. Дзелепова



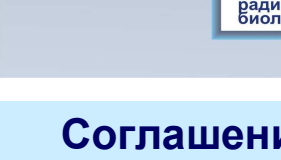
Лаборатория ядерных реакций им. Г.Н. Флерова



Лаборатория нейтронной физики им. И.М. Франка



Лаборатория информационных технологий



Лаборатория радиационной биологии



**В составе Института 18 стран-участниц (в т. ч. 9 стран СНГ) и 5 ассоциированных членов**

**Соглашение между Правительством РФ и ОИЯИ – федеральный закон № 39-ФЗ от 02.01.2000**

# Основные базовые установки ОИЯИ



## **Нуклотрон – NICA/MPD**

*Сверхпроводящий ускоритель ионов, в том числе, поляризованных  
Физика тяжелых ионов высоких энергий и состояний ядерной материи  
Прикладные исследования*



## **Циклотронный комплекс U400, U400M**

*Ускорение тяжелых ионов до энергий 25 (100) МэВ/нуклон  
Синтез сверхтяжелых элементов  
Прикладные исследования*



## **Импульсный реактор ИБР2 и Источник резонансных нейтронов ИРЕН**

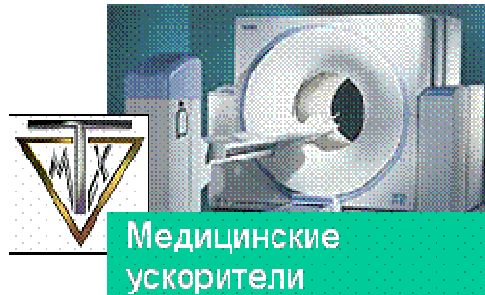
*Импульсы 5Hz с мощностью до 1,5GW и потоком  $10^{16}$  н/см<sup>2</sup>с  
Управляемый от ускорителя пучок нейтронов 50Hz до  $10^{13}$  н/с  
Нейтронная ядерная физика, физика конденсированных сред;  
Прикладные исследования*



## **Фазотрон ОИЯИ**

*Протонный пучок 2  $\mu$ A с энергией 660 МэВ  
Медико-Технический Комплекс  
Прикладные исследования*

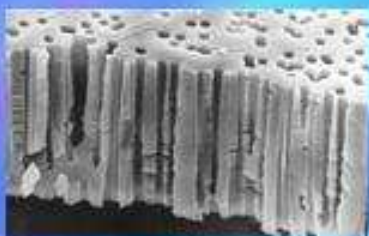
# Основные направления инновационной деятельности ОИЯИ



- ❖ *Нанотехнологии*
- ❖ *Информационные технологии*
- ❖ *Системы безопасности*
- ❖ *Медицинские проекты*

# ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

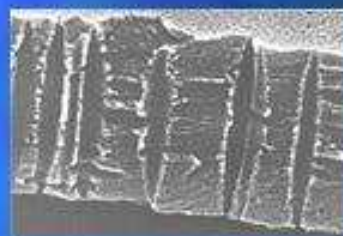
## ТРЕКОВЫЕ МЕМБРАНЫ С ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ



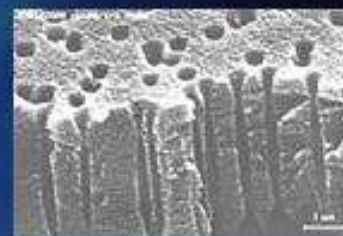
ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫЕ  
ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ  
ПОРЫ



ПЕРЕДЕКАЮЩИЕСЯ  
ПОРЫ



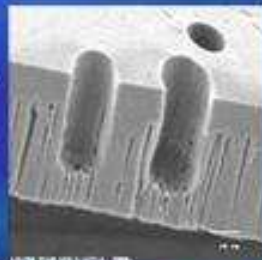
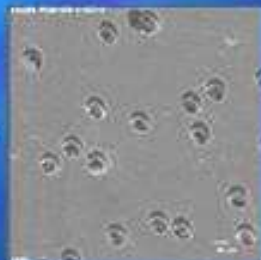
СИГАРООБРАЗНЫЕ  
ПОРЫ



ГАЛСТУКООБРАЗНЫЕ  
ПОРЫ

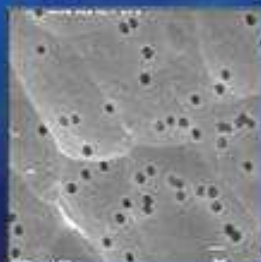
## АСИММЕТРИЧНЫЕ ТРЕКОВЫЕ МЕМБРАНЫ

МАССИВ ИЗ МИКРОКОЛОДЦЕВ



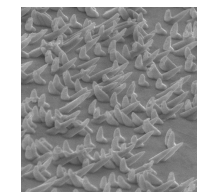
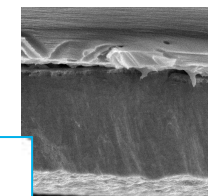
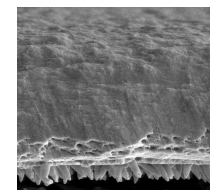
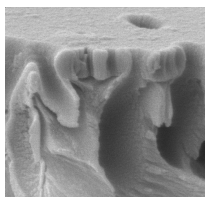
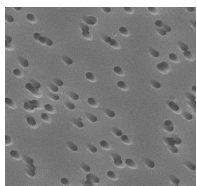
СЕЧЕНИЕ МИКРОКОЛОДЦЕВ:  
- 12 МИКРОН В ДИАМЕТРЕ  
- 35 МИКРОН В ГЛУБИНУ

ДНО МИКРОКОЛОДЦА:  
ДИАМЕТР ПОР 0,8 МИКРОНА



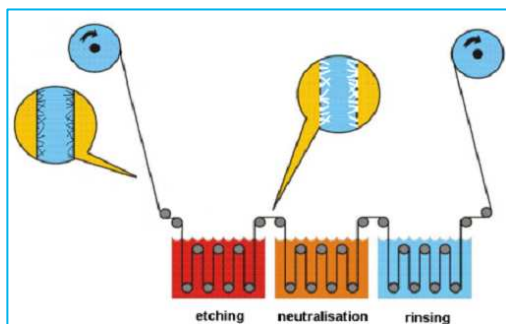
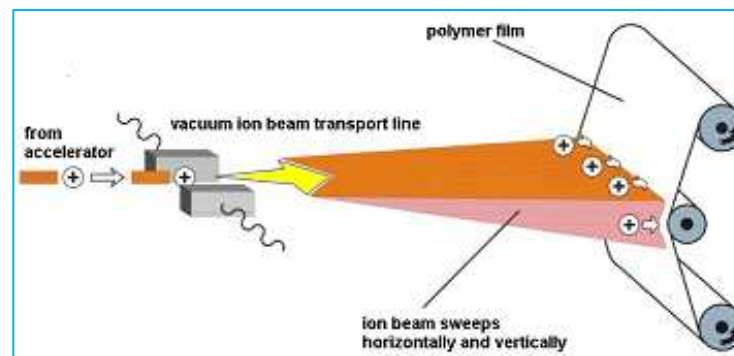
МИКРОКОЛОДЕЦ С ПОРАМИ  
НА ДНЕ

# Изготовление гибких печатных плат



## Процессы:

### 1. Облучение



### 2. Травление

### 3. Медное покрытие в вакууме



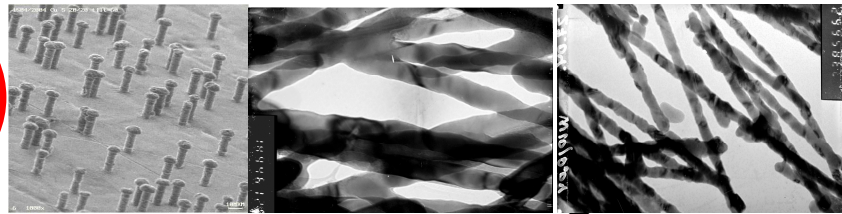
### 4. Нанесение гальванических покрытий

# ТРАВЛЕННЫЕ ИОННЫЕ ТРЕКИ В ПОЛИМЕРАХ – шаблоны для вторичных наноструктур в виде металлических проволоочек и трубочек

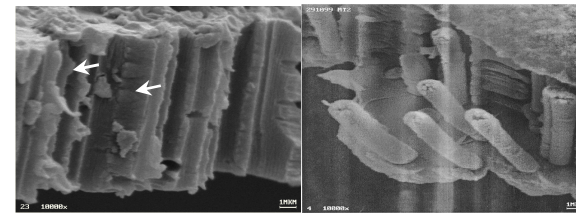
## ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ:

Методологические аспекты подготовки нанообъектов для изучения их структуры и свойств:

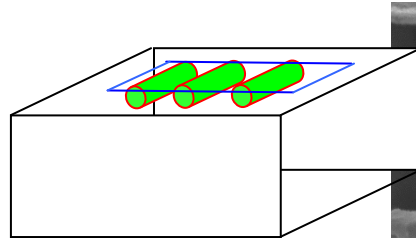
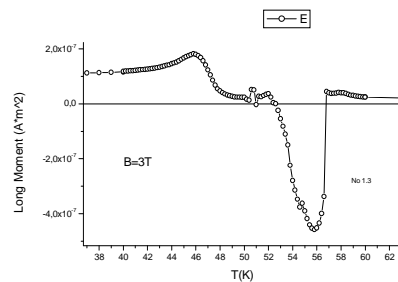
- объекты для АСТМ ( фиксированные наноструктуры на поверхности, консоли)
- единичные наноструктуры в стандартных трековых мембранах
- многослойные наноструктуры



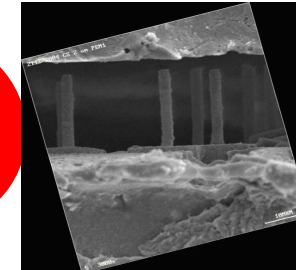
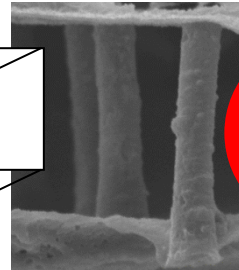
Медные нанопроволочки диаметром 1; 0,01 и 0,04 мкм



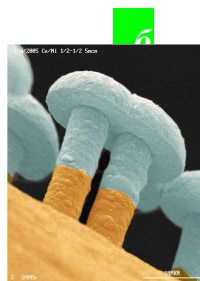
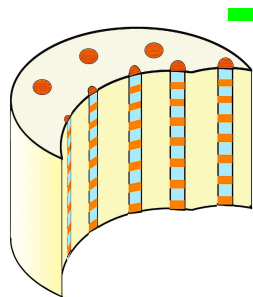
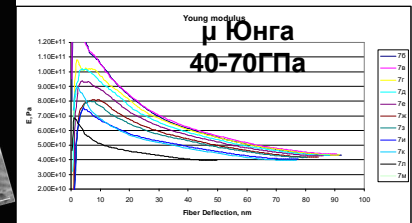
Медные трубочки диаметром 0,8 мкм



Си-нанопроволочки на поверхности



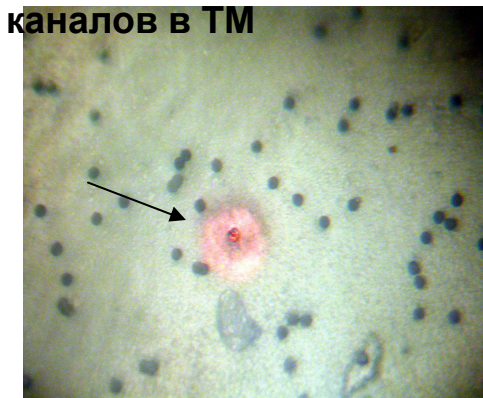
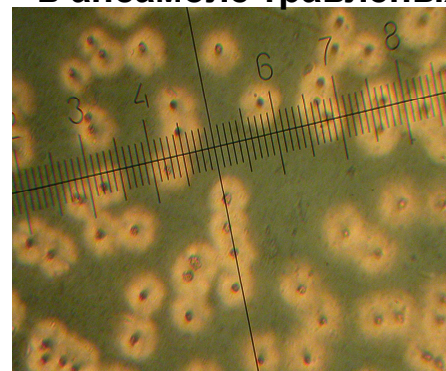
«Консольные» нанопроволочки



Многослойные наноструктуры типа Cu/Ni



единичная нанопроволочка в ансамбле травленых каналов в ТМ

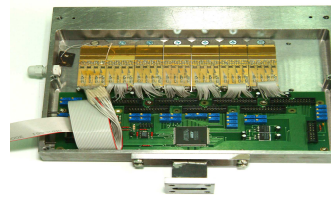


## НАНОСКАН

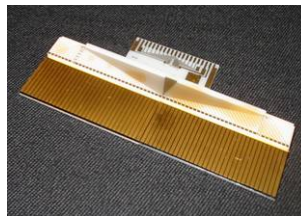
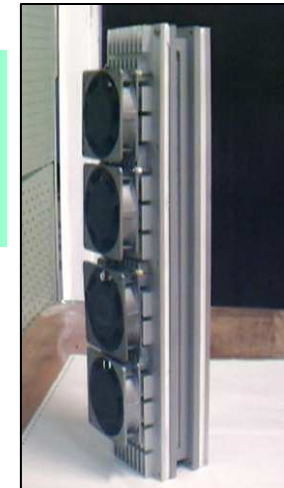
Многослойные структуры на основе арсенида галлия, компенсированного хромом (GaAs<Cr>), с удельным сопротивлением до  $3 \cdot 10^9 \text{ Ом} \cdot \text{см}$

Малодозовые цифровые системы рентгеновского контроля

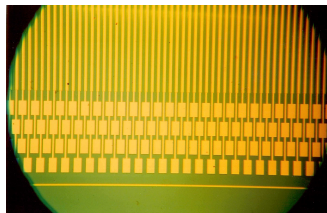
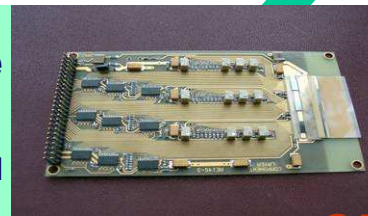
### ПРОДУКЦИЯ:



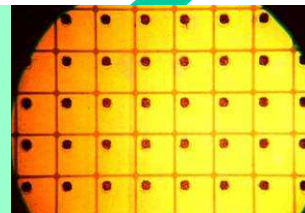
Блоки цифрового изображения



Детекторные модули изображения



Матрицы детекторов и сенсоров



Детекторный материал не имеющий аналогов в мире

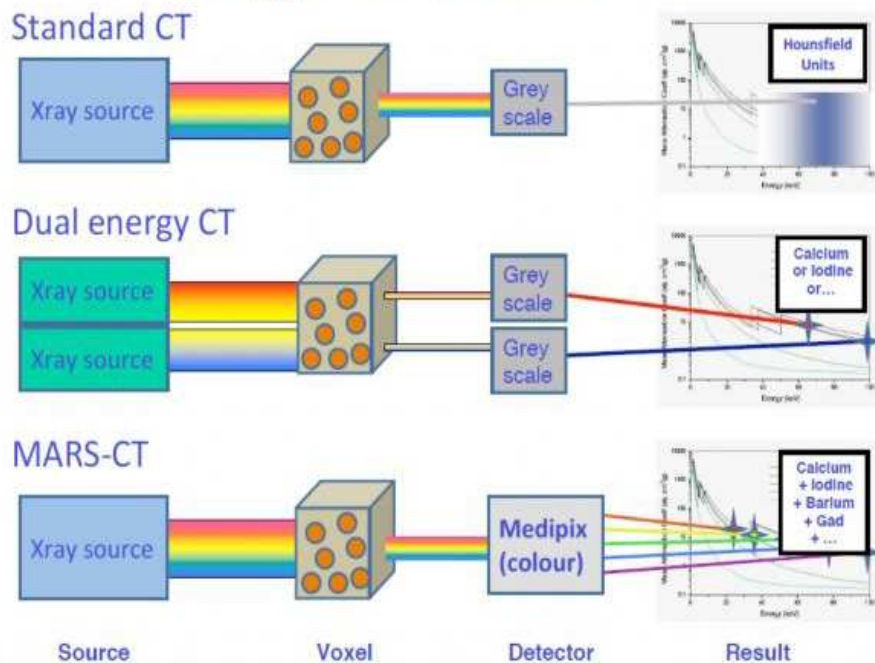
### ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ:

- Исследование наноструктур
- Медицинские системы рентгеновского контроля
- Досмотровые системы в аэропортах и вокзалах
- Системы досмотра грузов
- Системы неразрушающего контроля

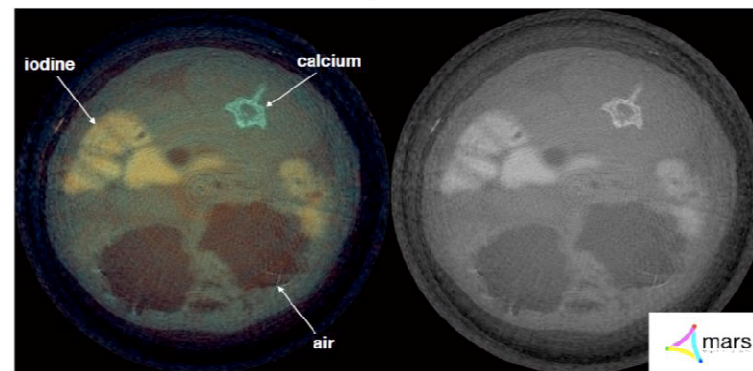
# Детекторный модуль сканирующего компьютерного томографа



Energy information in CT



PCA/Multiple materials



Рентгенограммы, полученные при синтезе изображений на трех линиях для йода, кальция и воздуха.

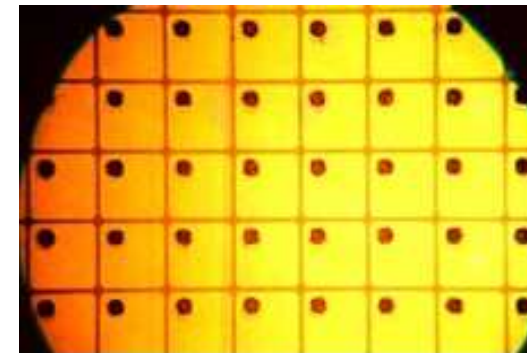
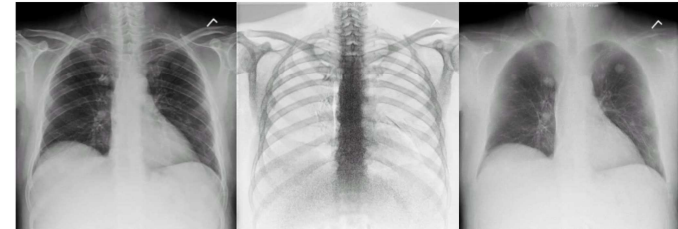
Схема перехода от чернобелого изображения к цветному в рентгеновской технике.



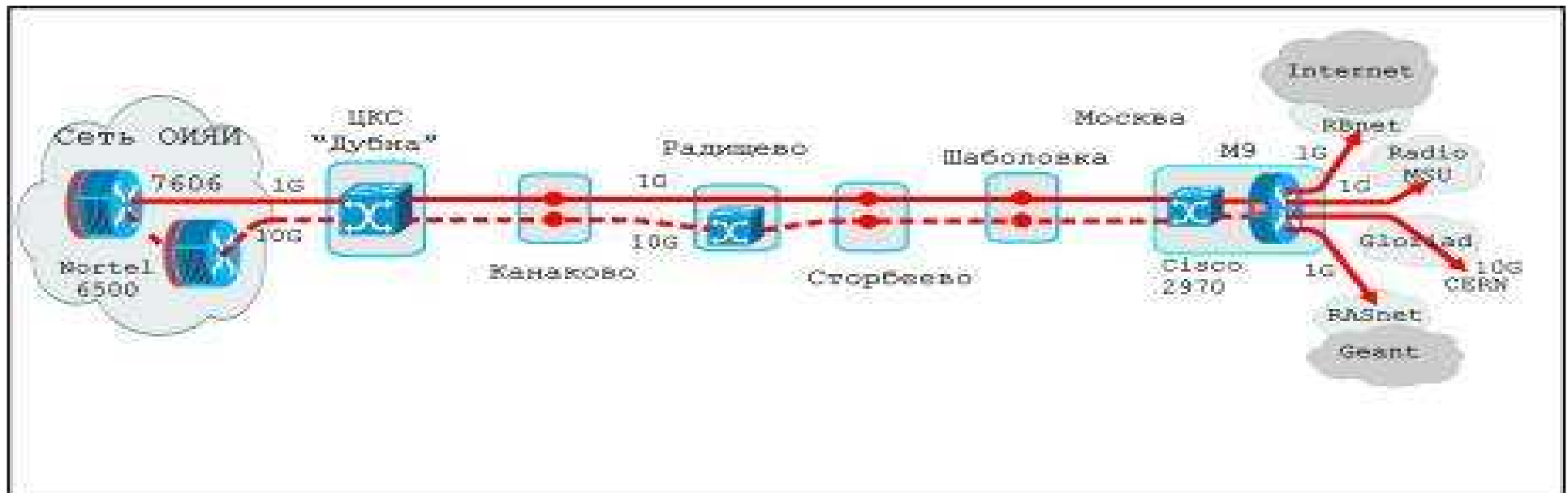
## Преимущества применения пиксельного детектора на основе GaAs в рентгеновских системах

- Пиксельный детектор в ходе однократного рентгеновского просвечивания осуществляет **изображение органов, состоящих из разных химических веществ** (костных структур, мягких тканей, кровеносных сосудов, тканей мышц), **практически отдельно друг от друга без наложений.**
- Полупроводниковый детектор с сенсором из **GaAs в 7-8 раз эффективнее** аналогичного детектора с сенсором из **Si**, так как доза облучения пациента, необходимая для получения изображений в нем примерно **на порядок меньше дозы**, получаемой при использовании сенсора из кремния.
- Использование **пиксельных полупроводниковых детекторов** примерно в **3-5 раз увеличивает пространственное разрешение** (размер пикселя 50 мкм), сейчас оно около 0,5 мм.
- Детектор использует методику **счета фотонов**, позволяющую в **цифровом виде регистрировать гамма излучение** и производить обработку изображения компьютерными программами, что подавляет шумы и создает высококачественные изображения, при меньшей дозе облучения, только за счет использования специализированной электроники и программного обеспечения.

### Dual Energy Radiographs



# Проект развития канала связи Дубна-Москва



Запущен в эксплуатацию новый канал связи на основе технологии DWDM. Пропускная способность канала на этом этапе составляет 20 Гбит/с и будет увеличена в дальнейшем при реализации второго этапа работ.

**На этом оборудовании можно создать до 88 каналов по 10 Гбит/сек.**

# Проекты в области развития grid-технологий

- **WLCG:** проект грид для Большого Адронного Коллайдера
- **EGEE:** развертывание грид-систем для e-науки
- **RDIG:** Российский грид для интенсивных операций с данными
- **Совместные проекты по развитию грид-технологий с научными центрами Армении, Белоруссии, Болгарии, Грузии, Польши, Румынии, Словакии, Узбекистана, Украины, ФРГ, Чехии, ЮАР :**
  - Проект СКИФ-ГРИД: программа развития высокопроизводительных вычислений союзного государства Россия – Беларусь
  - Подготовка вычислительных комплексов ЛИТ ОИЯИ (г. Дубна) и НИЦ ХФТИ (г. Харьков) к распределенному анализу данных эксперимента CMS (CERN) на основе грид-технологий
  - Развитие Грид –инфраструктуры и ПО для обеспечения совместных исследований с участием ОИЯИ и центров Германии (финансирование BMBF)
  - Развитие грид-сегмента для LHC экспериментов в кооперации с ЮАР (финансирование ЮАР);
  - NATO проект "DREAMS-ASIA" (Развитие грид-технологий для науки и медицины в Центральной Азии)
  - Грид мониторинг для эффективного функционирования виртуальных организаций (совместный с ЦЕРН)
- **ГридННС- инфраструктура региональных центров программы развития нанотехнологий и наноиндустрии**
- **Дубна-Грид: создание городской грид-инфраструктуры**



# Проект ДВиН



- **Детектор взрывчатки и наркотиков на базе**
  - портативного генератора нейтронов 14 МэВ с встроенным кремниевым альфа-детектором
  - $\gamma$ -детекторов (BGO)
  - системы идентификации по методу нейронных сетей
- **Изготовлены и находятся в опытной эксплуатации:**
  - Стационарная система для идентификации взрывчатки для ФСБ РФ
  - Стационарная система идентификации взрывчатки и наркотиков для Фельдъегерской службы РФ .
  - Переносной детектор взрывчатки для ФСБ РФ.

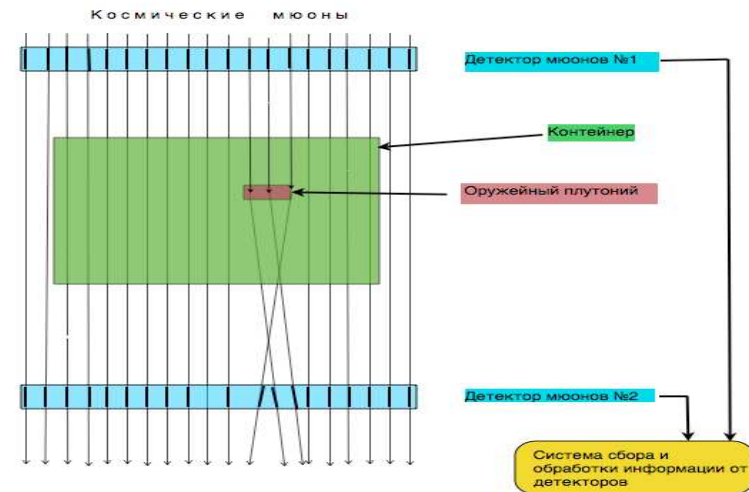
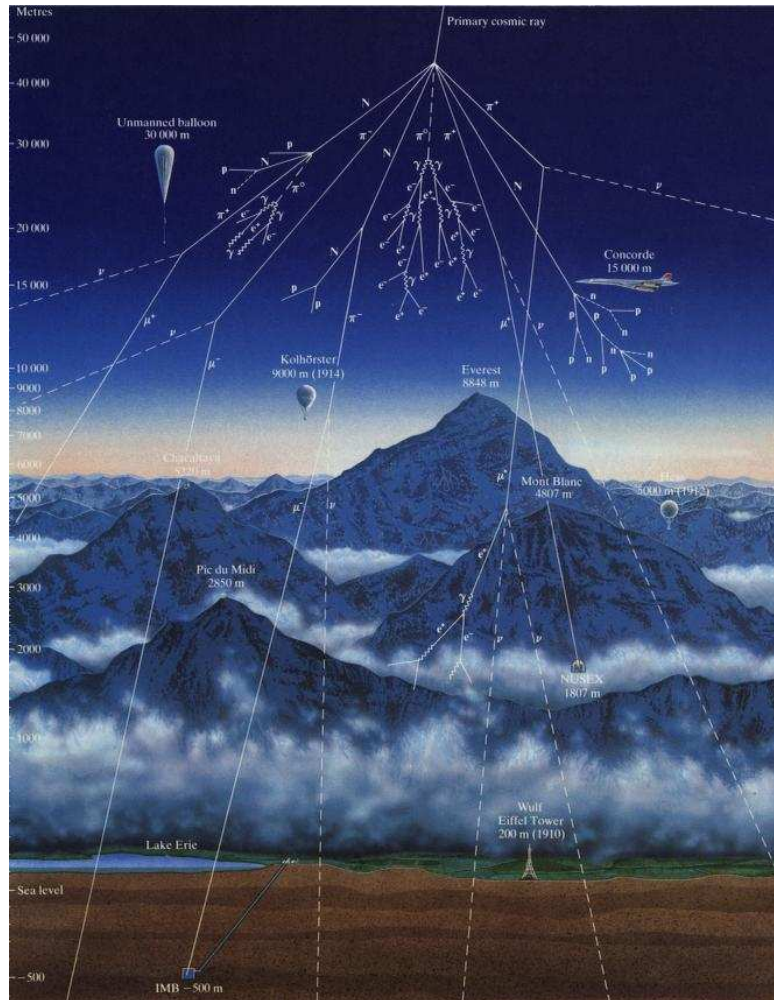
## Детектор для досмотра крупногабаритных грузов



**Ведется работа по созданию для ФСБ РФ:**

- Детектора для досмотра крупногабаритных грузов.
- Детектора взрывчатки в заминированных автомобилях.
- Стационарной системы для идентификации большого числа взрывчатых веществ (более 30 ВВ)

# СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЗА НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫМ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЕСТЕСТВЕННОГО ПОТОКА КОСМИЧЕСКИХ МЮОНОВ.

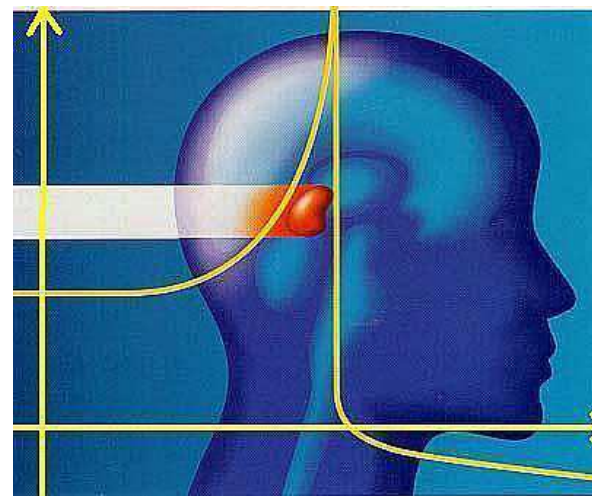
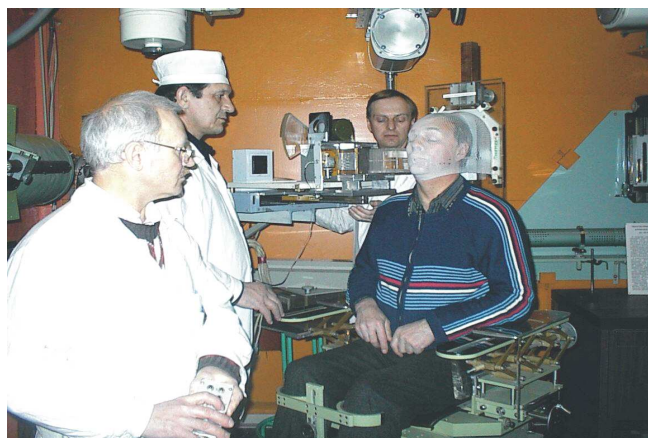


Мюонная дрейфовая камера

## Развитие адронной терапии в Дубне

Адронная терапия - это способ лечения онкологических заболеваний с помощью облучения ядерными частицами (протонами, ядрами).

Метод позволяет воздействовать на **глубоко расположенные опухоли** ( в том числе, головного мозга) **при минимальном воздействии на здоровые ткани.**



В Дубне исследования по адронной терапии ведутся с 1967 г. Действует стационар на 20 коек. Ежегодно облучается 100 пациентов.

**Необходимое по медицинским показаниям (десятки тысяч пациентов в год) число центров адронной терапии для России составляет около 50 при 3-х действующих!**

## Проект Центра Радиационной медицины в Дубне

Центр радиационной медицины в Дубне

включает в себя:

Циклотронный центр протонной  
терапии,

ПЭТ центр,

Отделение лучевой радиотерапии на  
основе электронного линака,

Диагностическое отделение (КТ, МРТ,  
Гамма-камеры и др.)

Клиника протонной терапии.

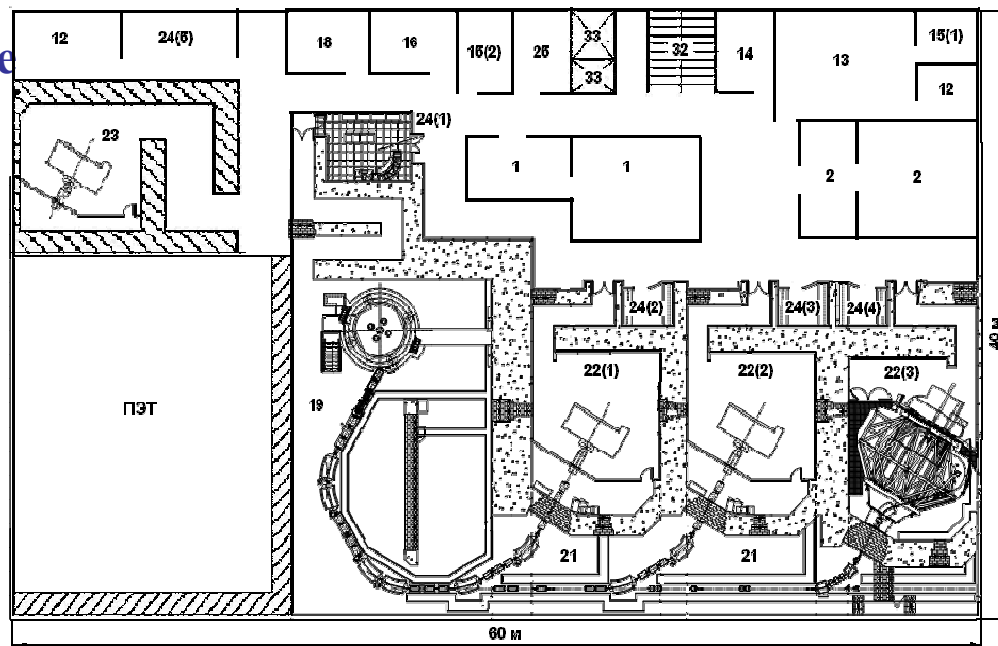
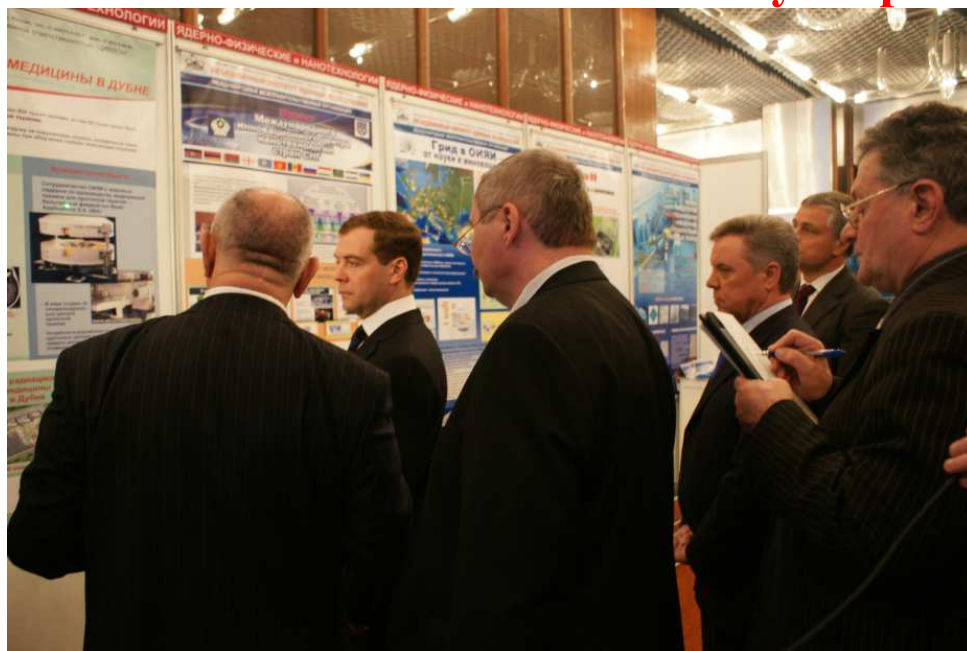


Схема ускорительного оборудования ЦРМ в Дубне.



Центр протонной терапии имеет 3  
кабины, из них одна с гантри и 2  
кабины с фиксированным пучком.

Пропускная способность центра -  
около 1000 пациентов в год.



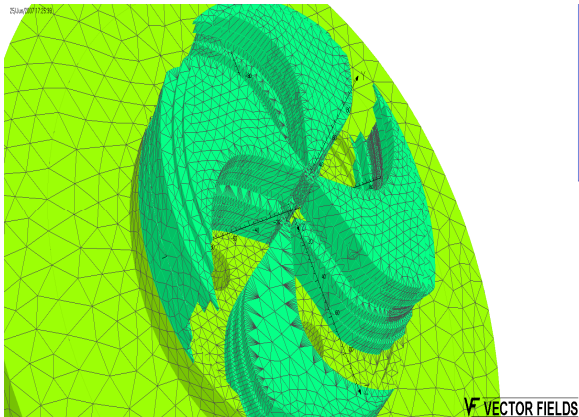
## ОЭЗ г. Дубна ООО "Циклон"



### *Разработка новой медицинской техники для радиационной медицины*

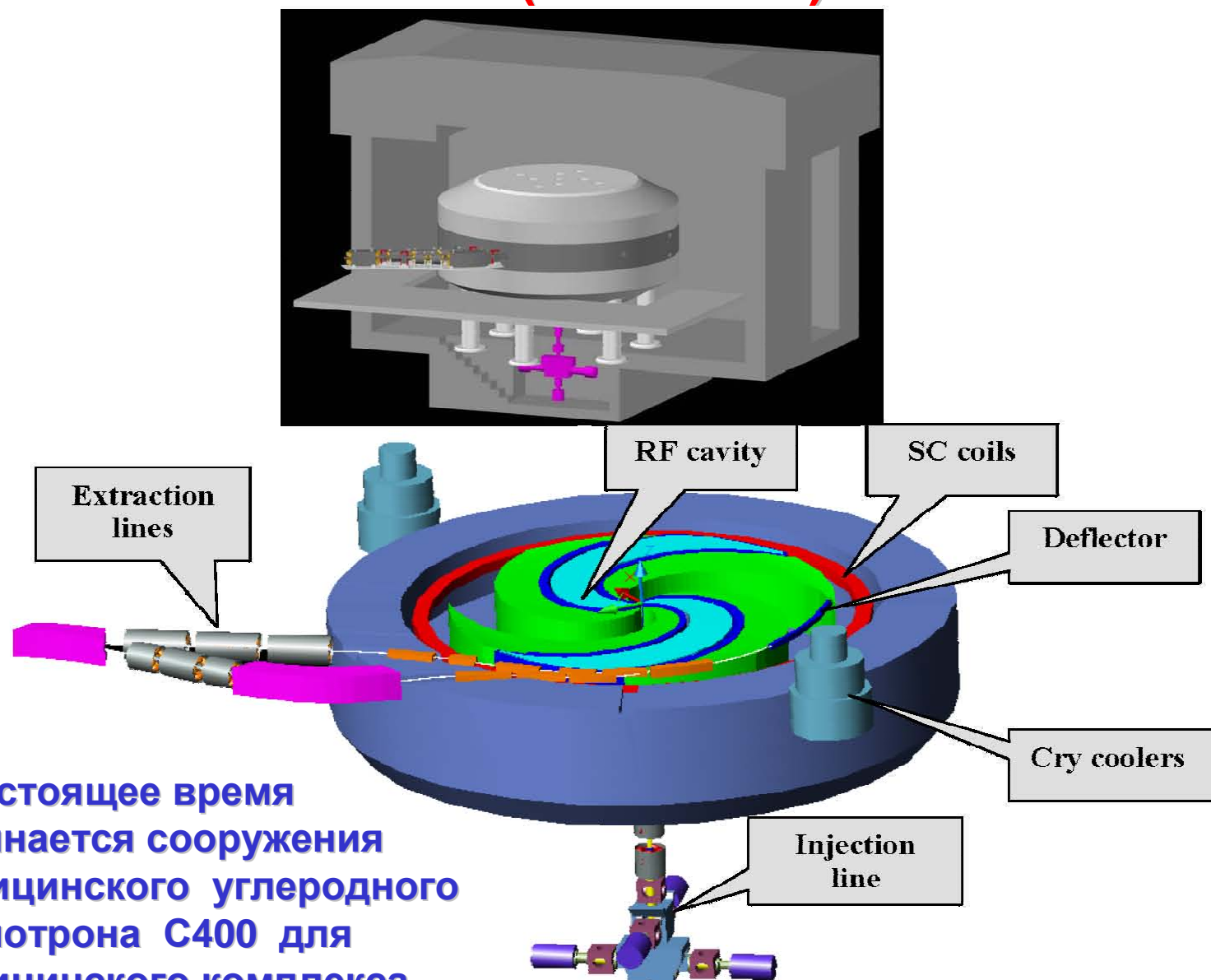
Создан центр по производству “под ключ” специализированных медицинских циклотронов для центров протонной терапии России.

Сотрудничество с мировым лидером по производству ЦПТ-бельгийской фирмой IBA, построившей оборудование для 60% мировых центров протонной терапии.



Использование как отечественных разработок, так и опыта мирового лидера по производству медицинской техники для протонной терапии.

# Сверхпроводящий циклотрон С400 для углеродной терапии (ОИЯИ-ИВА)



В настоящее время начинается сооружения медицинского углеродного циклотрона С400 для медицинского комплекса г. Каен (Франция).

## Углеродная терапия и верификация дозы облучения при использовании первичных радиоактивных пучков ионов $^{11}\text{C}$

- Верификация дозы облучения в режиме реального времени при углеродной терапии высокоинтенсивными радиоактивными пучками ионов углерода  $^{11}\text{C}^{6+}$ .
- Первичные высокоинтенсивные радиоактивные пучки ионов углерода  $^{11}\text{C}^{6+}$  одновременно используются для углеродной терапии онкологических заболеваний и ПЭТ томографии
- Первичные радиоактивные пучки  $^{11}\text{C}^{6+}$  обладают значительно более высоким пространственным разрешением при ПЭТ томографии по сравнению с вторичными пучками радиоактивных ионов, производимых в опухоли.



Нуклотрон- сверхпроводящий синхротрон ОИЯИ



Электронно-струнный ионный источник ЛВЭ ОИЯИ

# Заключение

- ❖ ОИЯИ имеет широкий спектр инновационных проектов, базирующихся на передовых разработках фундаментальной науки
- ❖ Реализация этих проектов с использованием дополнительных преимуществ Дубны: наличие ОЭЗ, Университета, развитой городской, научной и технологической инфраструктуры позволяет создавать конкурентоспособную продукцию для таких областей как нано и информационные технологии, системы безопасности, радиационная медицина и другие
- ❖ Международный статус ОИЯИ является дополнительным преимуществом, позволяющим привлечь к проектам интернациональные коллективы и инвестиции