Томский политехнический университет
Физико-технический факультет
Кафедра прикладной физики

Магистерская программа
«Физика ускорителей»

Научный руководитель: д. ф.-м. н.,
проф. А.П. Потылицын

Направление 010700 “ФИЗИКА”

Принимаются лица, имеющие степень бакалавра или имеющие квалификацию “инженер” по всем техническим направлениям, включая направления “Техническая физика” и “Ядерные физика и технологии”.

Партнеры программы:

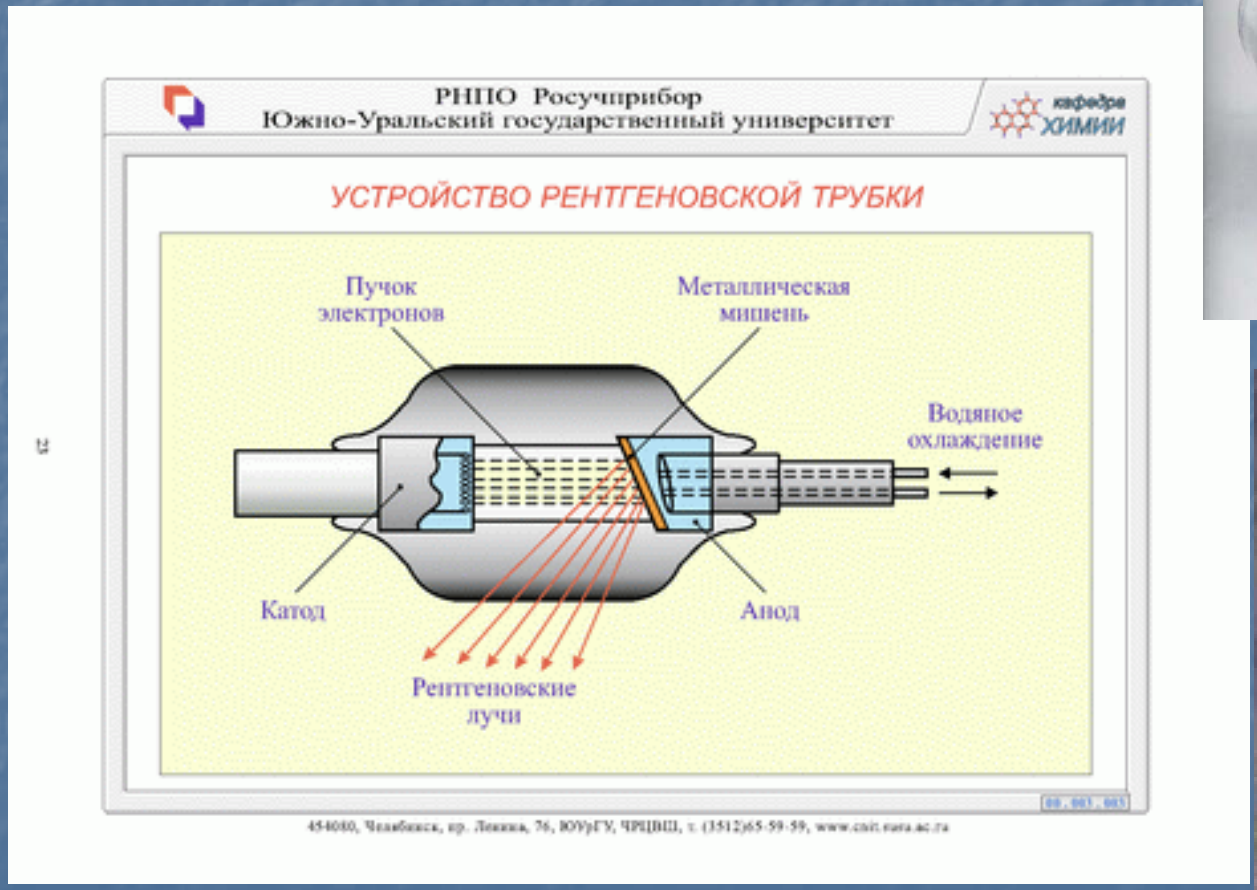
- 1. Министерство атомной энергетики РФ,
- 2. Министерство обороны РФ,
- 3. Московский инженерно-физический институт
- (государственный университет),
- 4. Пражский университет

Партнеры программы в Томске:

- 1. Международная лаборатория «ФОТОН» ФТФ ТПУ,
- 2. НИИ Ядерной физики при ТПУ,
- 3. Институт Сильноточной электроники СО РАН,
- 4. НИИ Онкологии СО РАМН.

Рентгеновская трубка

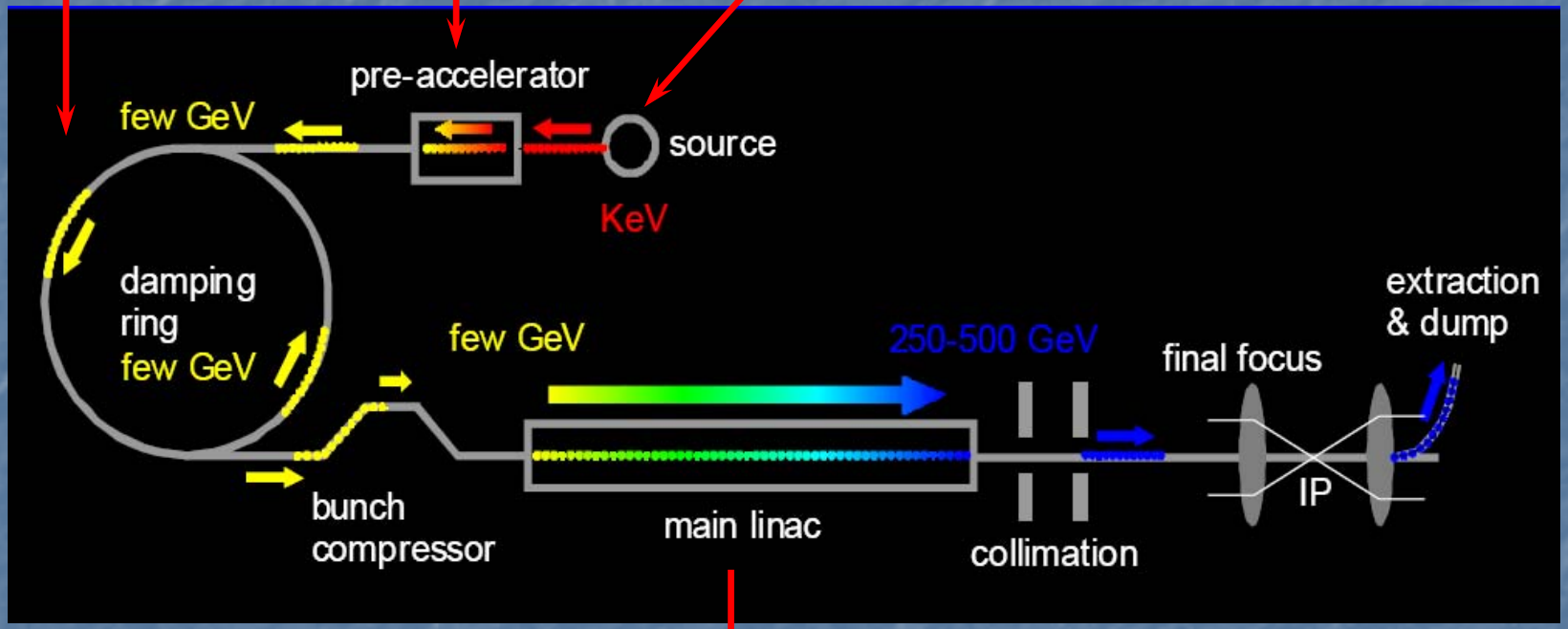
В 1895 г. К. Рентген открыл рентгеновское излучение на прототипе ускорителя – Рентгеновской трубке



Основные системы ускорителя на примере проекта ILC

Система формирование пучка

Источник частиц



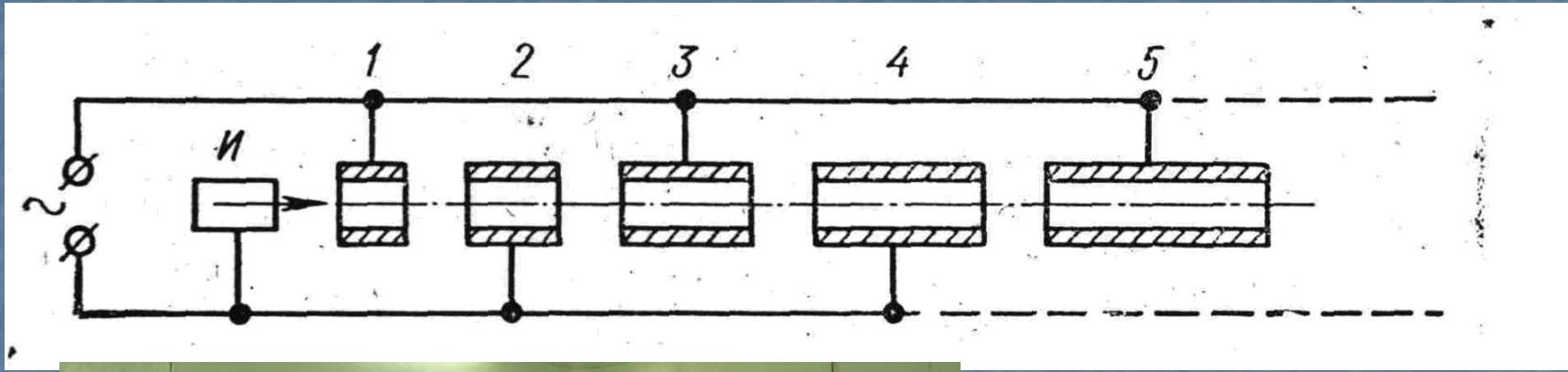
Система вывода пучка

Ускоряющая система

Магнитная система

ВЧ система

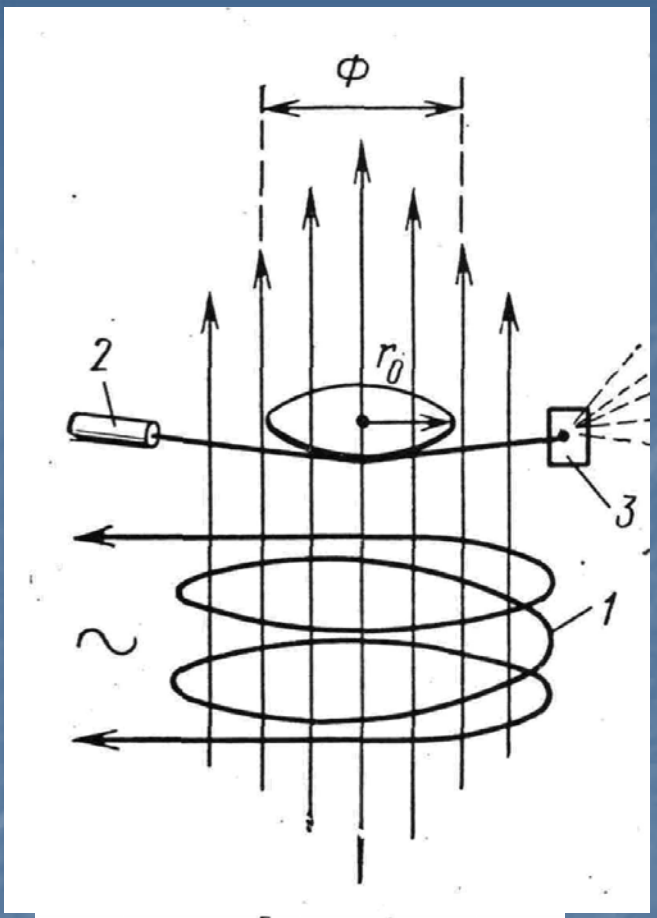
Линейный ускоритель на низкие энергии электронов



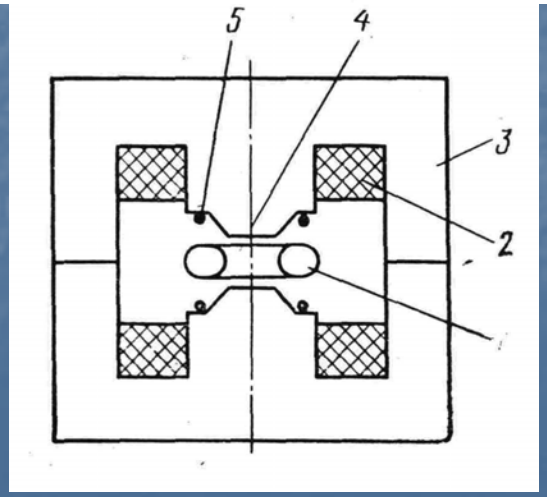
Linear accelerator

CL75 – 5 – MT

Бетатрон

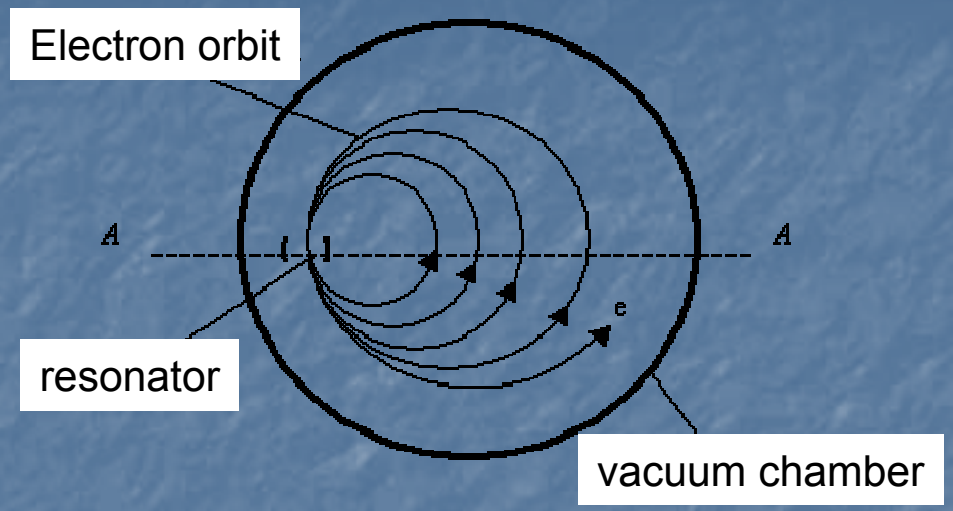


The principal of betatron operation: 1-exiting coil; 2-injector; 3-target.

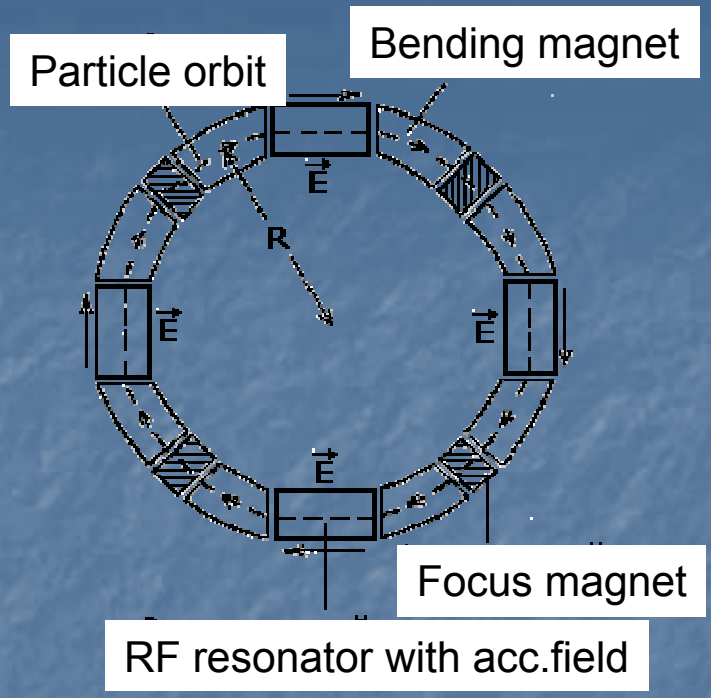


Betatron construction:
1- vacuum chamber; 2- the coil of excitation;
3- magnetic circuit; 4-pole pieces. 5- displacement turns

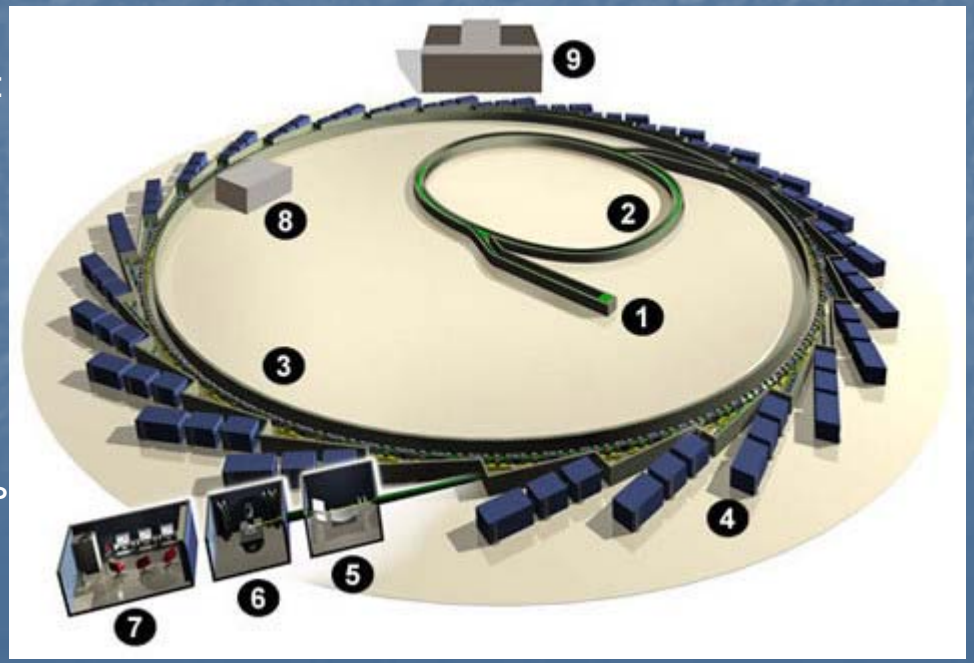
Микротрон



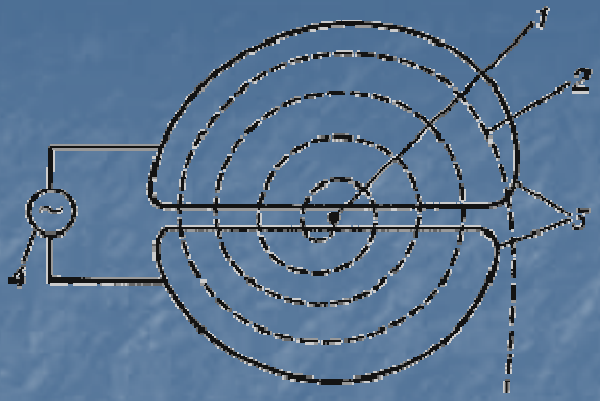
Синхротрон

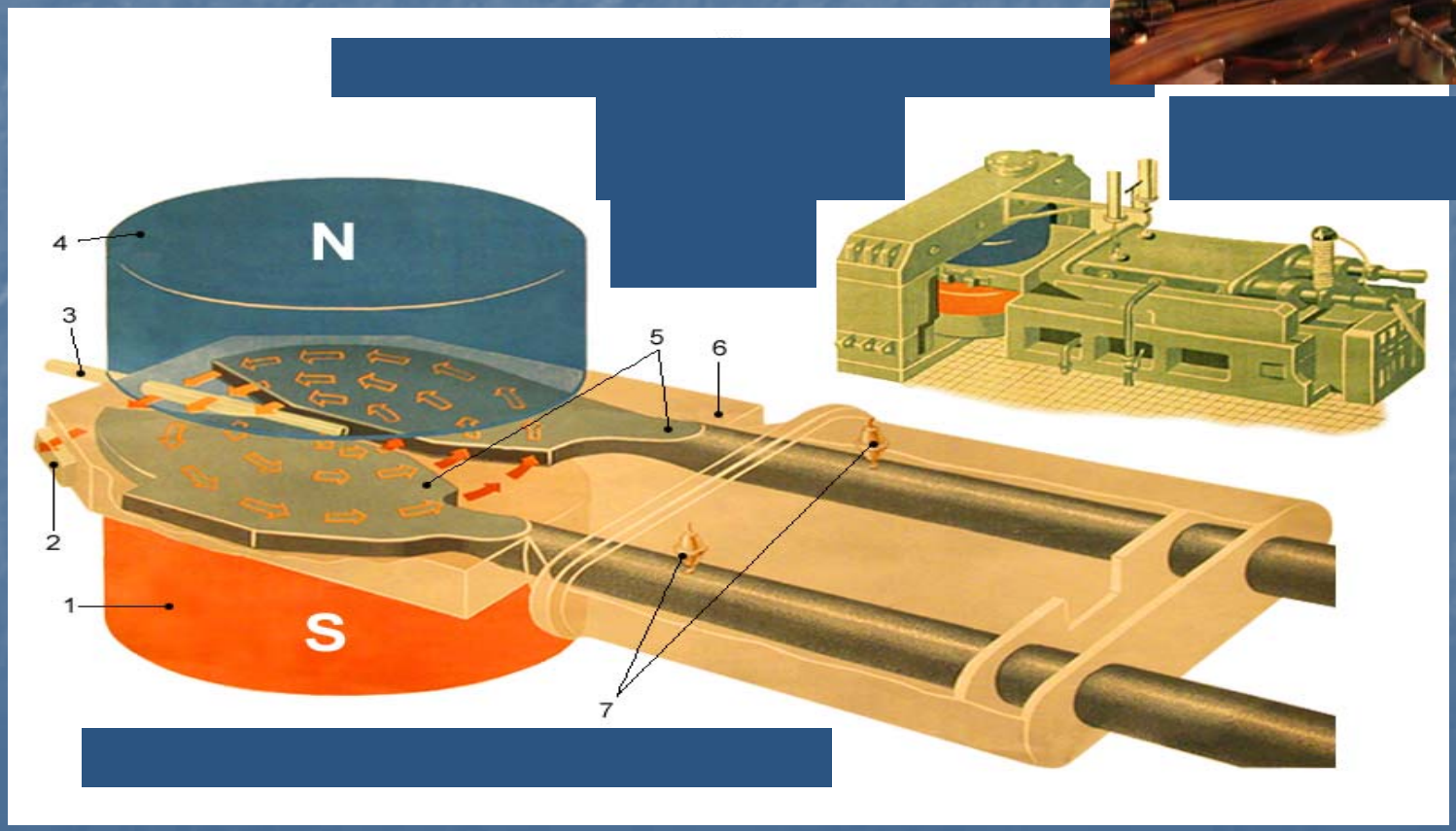


Структура английского синхротрона "Бриллиант":
1 – линейный ускоритель;
2 – ускоряющее кольцо;
3 – кольцо накопителя;
4 – станции для проведения различных экспериментов;
5, 6 и 7 – структура станции: 5 – камера оптических наблюдений, 6 – экспериментальная камера, 7 – камера регистрации данных;
8 – радиочастотная система для контроля потерь энергии;
9 – центральное здание исследовательского центра.



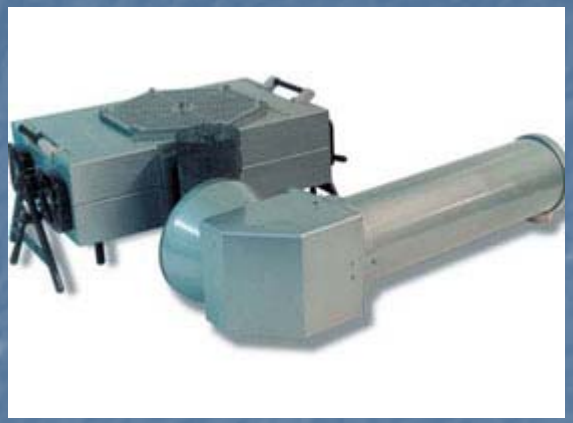
Циклотрон

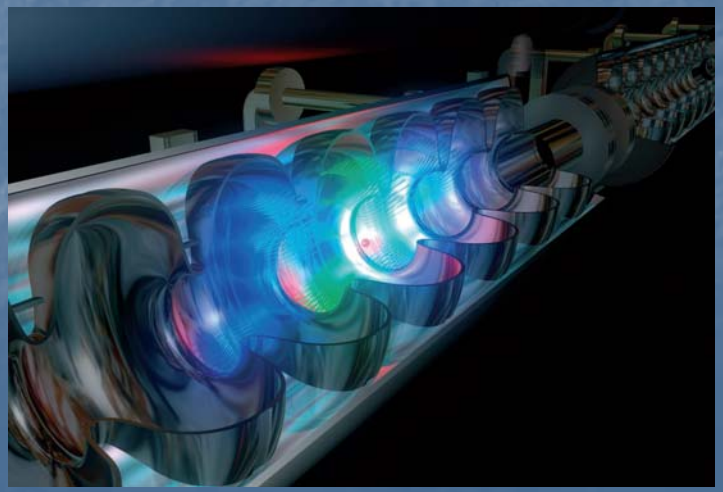




Ускорители применяются в…

- Промышленности
- Безопасности
- Медицине
- Науке

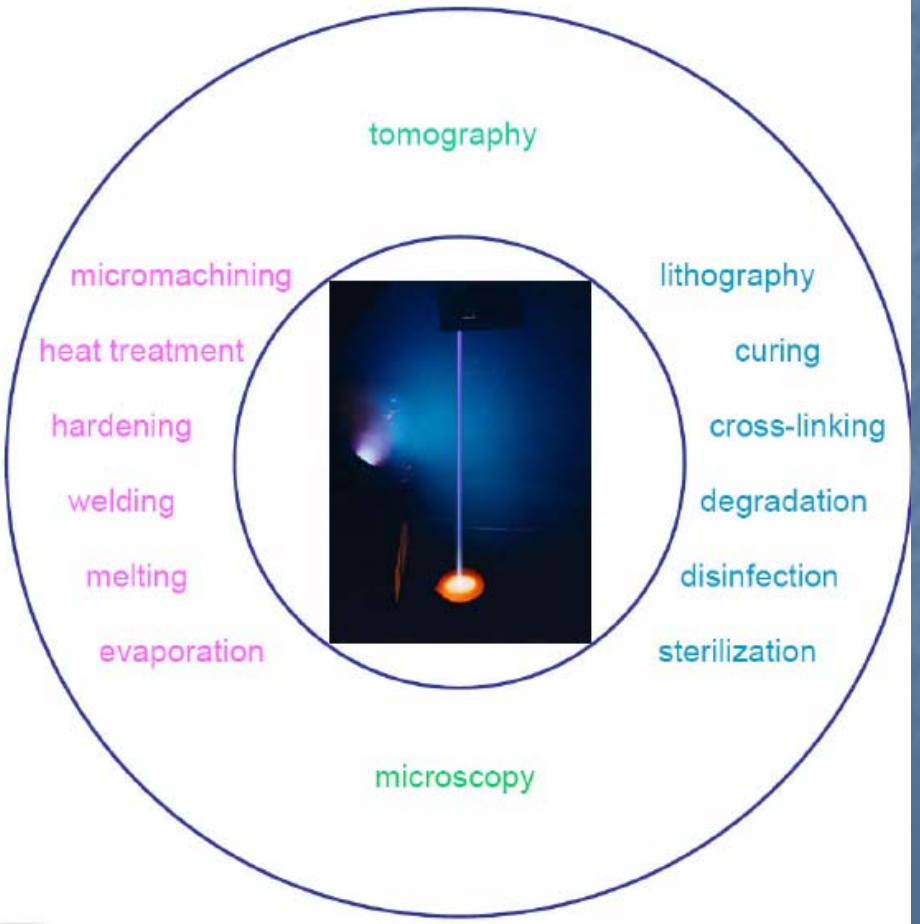




Промышленность

1. Introduction

- well established for about 50 years
- uses energy input of accelerated electrons for
  - generation of ions and excited particles (non-thermal applications)
  - local and temporal precise heat generation (thermal applications)



Пластмассы и полимеры

3. Electron treatment of polymers

cross-linking

- transformation of polymers into three-dimensional network (C - C)
- changed chemical, mechanical and thermal properties
- product quality is controlled via dose
- applications
  - cables, pipes and tubes, form parts

3. Electron treatment of polymers

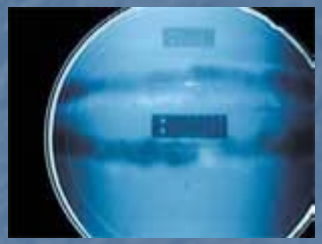
electron beam curing

- fast transformation of reactive organic liquids into a solid polymer network
- applications - coatings on glass, metal, paper, wood

industrial floor at VW in Dresden

Scannery Holztechnik (Germany): 280 kV/ 20 kW

Дефектоскопия



Принцип действия

Принцип действия дефектоскопа основан на использовании излучения малогабаритных бетатронов, переносных рентгеновских аппаратов для просвечивания объектов контроля и преобразования излучения в рентгенограмму с помощью сцинтилляционных экранов, телевизионной аппаратуры и цифровой электронной техники.

Конструкция

Дефектоскоп представляет собой комплекс аппаратуры с автономным источником питания на базе автомобиля, оборудованного крытым кузовом.

Дефектоскоп состоит из двух частей:

•выносного блока–преобразователя, устанавливаемого по месту контроля вместе с рентгеновским аппаратом или бетатроном;

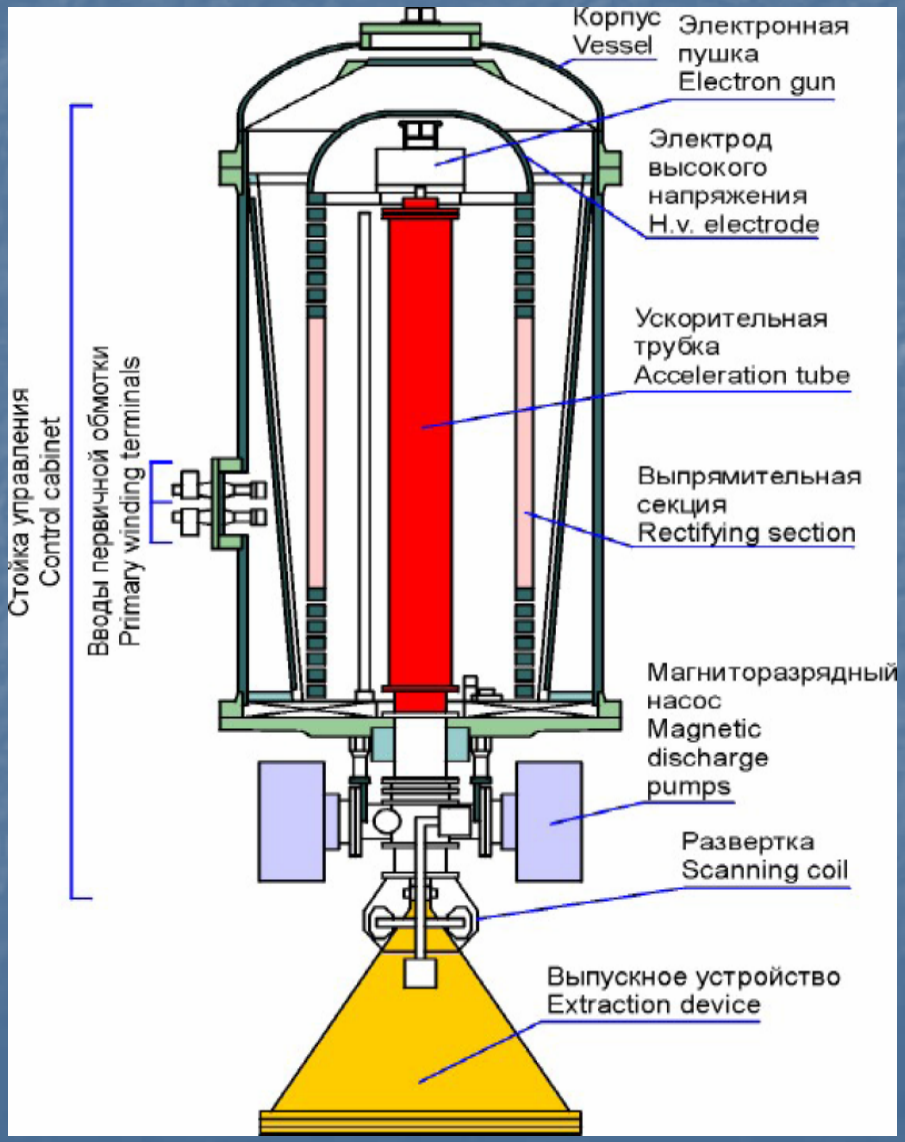
•блока телевизионной и цифровой аппаратуры, включающего монитор и программируемый блок цифровой обработки изображений.

Обе части дефетоскопа соединены кабелем длиной 25 м.

Условия работы и преимущества

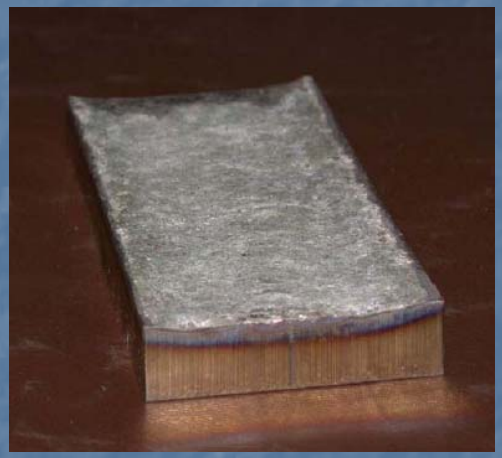
Дефектоскоп работоспособен в стационарных условиях и на базе автомобиля с крытым кузовом в диапазоне температур (-20...+40)°С. Дефектоскоп позволяет контролировать качество изделий без применения рентгеновской пленки. Результаты контроля в виде цифровых рентгенограмм запоминаются на винчестере или гибком диске, а также документируются на бумажном носителе.

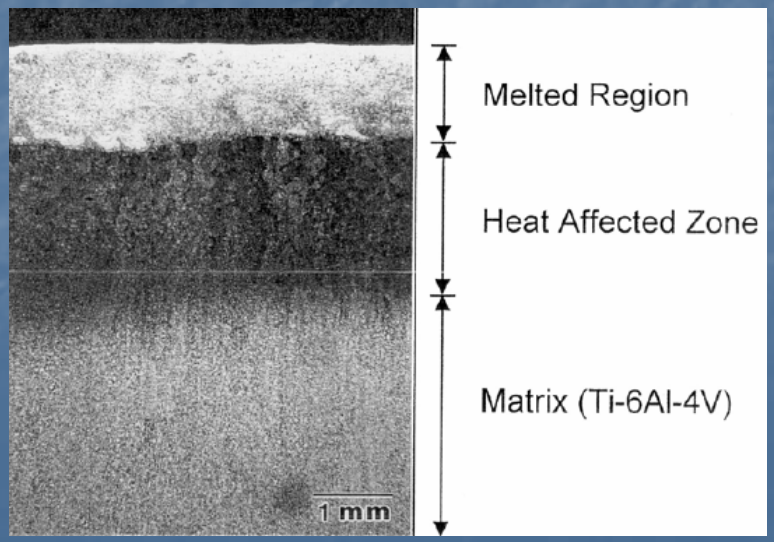
Ускоритель ELV Модификация поверхностей



ELV-12 accelerator

Electron energy: 0.6 -1.0 MeV
Beam power: 400 kW
Beam current: 0.5 A





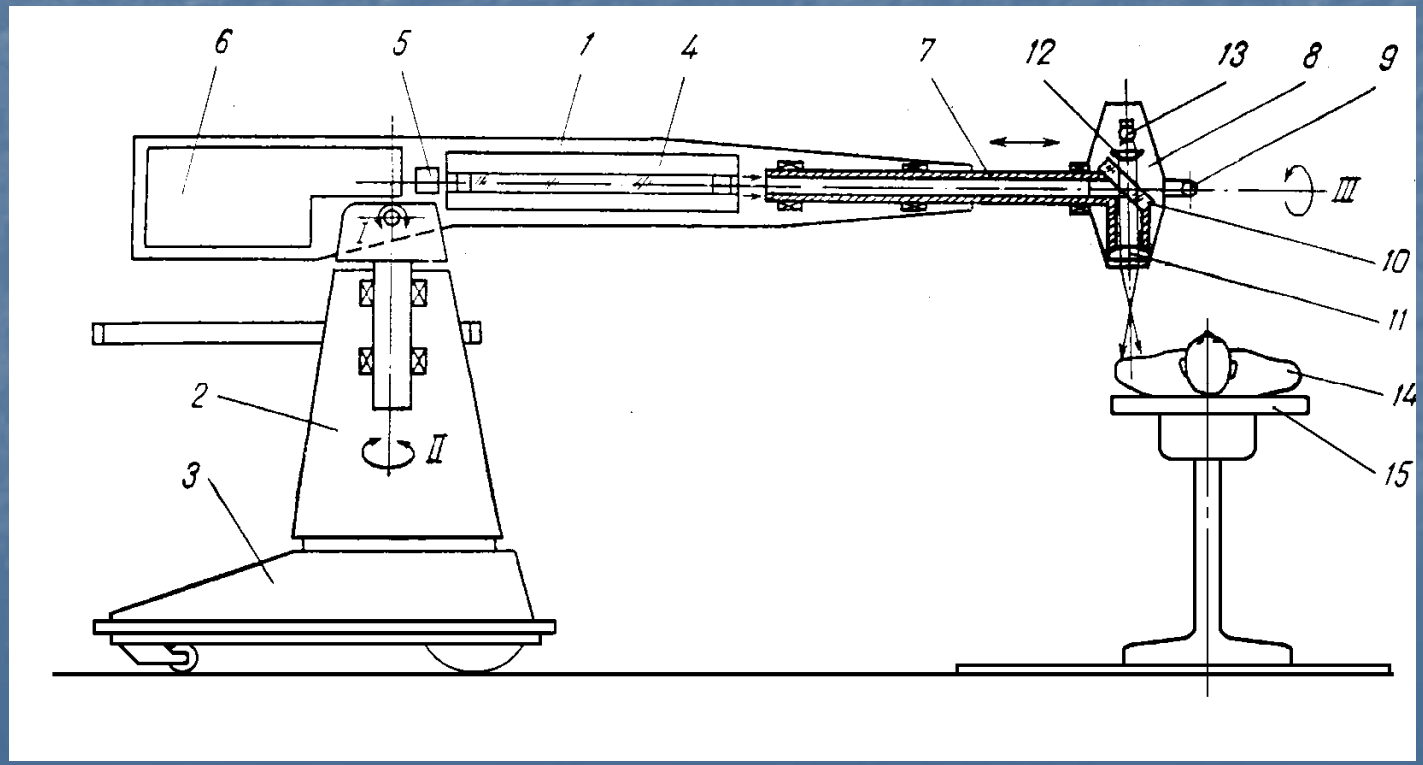
Радиационное модифицирование минералов и полупроводников

- Технология окрашивания минералов:
  - *Разработана технология окрашивания природных и синтетических минералов различных классов в цвета, которые пользуются повышенным спросом на ювелирном рынке*
- **Радиационно-окрашенные минералы**
- топазы – голубого цвета от Sky Blue до London Blue , винного цвета
- бериллы – аквамаринового и гелиодорового цвета
- скаполиты – ярко розового и сиреневого цвета
- сапфиры, цоизиты – оранжево-желтого и зеленого цвета
- природные алмазы – зеленого, голубого, черного цвета
- синтетические алмазы – пурпурного цвета.

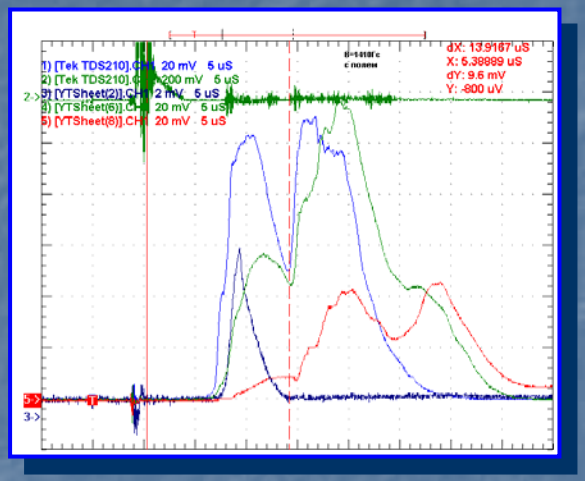
Медицина

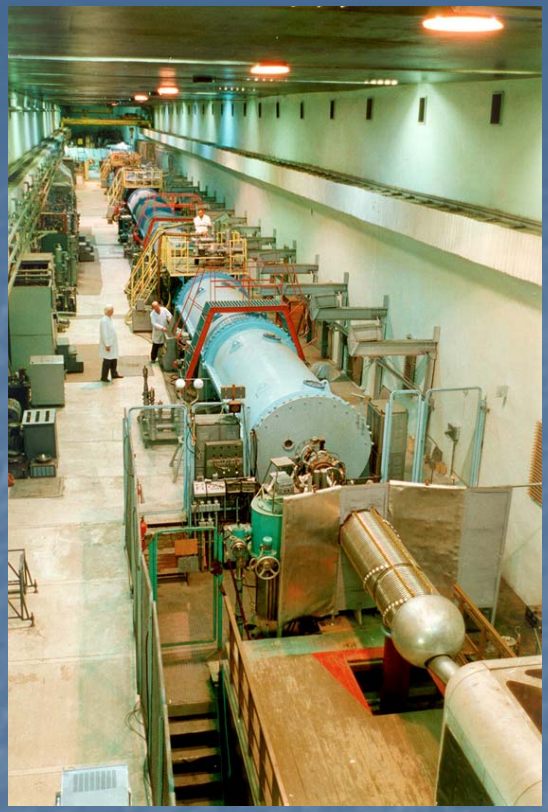
- Лучевая терапия
- Низкодозовая диагностика
- Наработка УКЖ изотопов
- Стерилизация медоборудования

Облучение опухолей



ПУЧКИ ЛЕГКИХ ЯДЕР в МЕДИЦИНСКИХ ЦЕЛЯХ



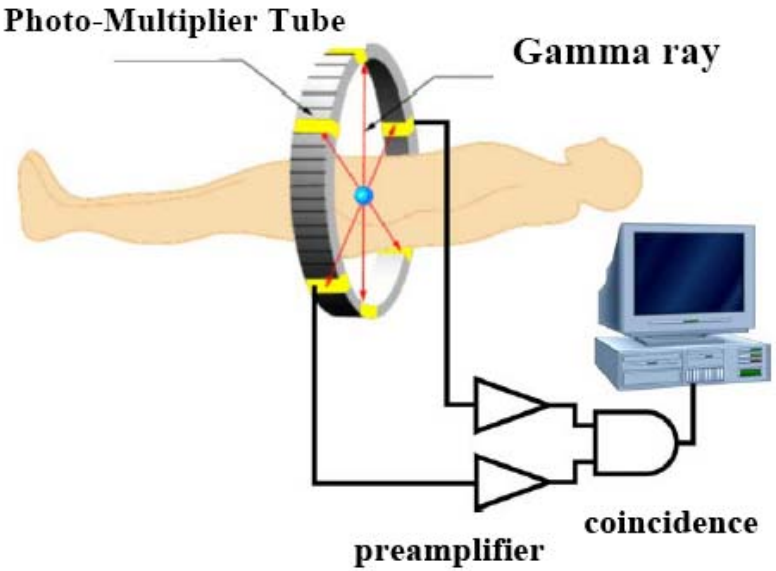


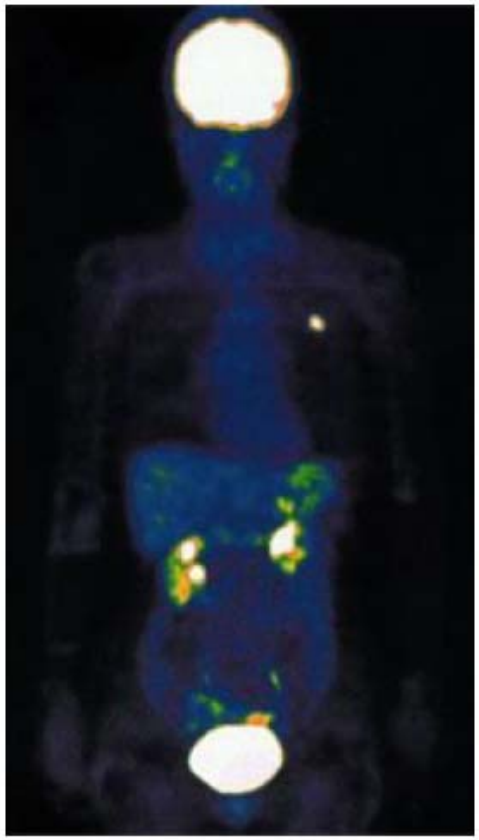
ГНЦ ИФВЭ и МРНЦ (г. Обнинск) разработан проект Центра Протон-Ионной Лучевой Терапии, предполагающий использование существующего ускорительного комплекса ИФВЭ для создания медицинских пучков протонов и ионов углерода.

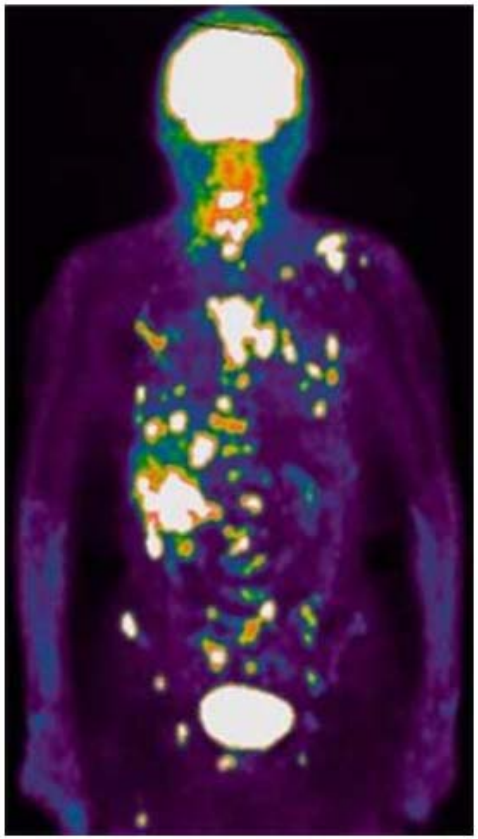
В ГНЦ ИФВЭ осуществлено ускорение дейтронов и ионов углерода C^{+5} в ускорителе И-100. Ведутся работы по переводу и ускорению этих пучков в бустере и У-70 с целями:

- создания центра лучевой терапии
- проведения фундаментальных и прикладных исследований в пучках легких ядер

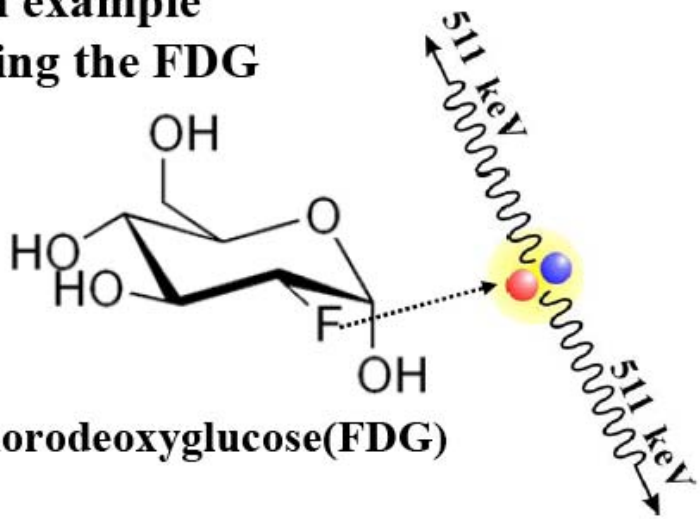
Positron Emission Tomography (PET)







An example using the FDG



Fluorodeoxyglucose(FDG)

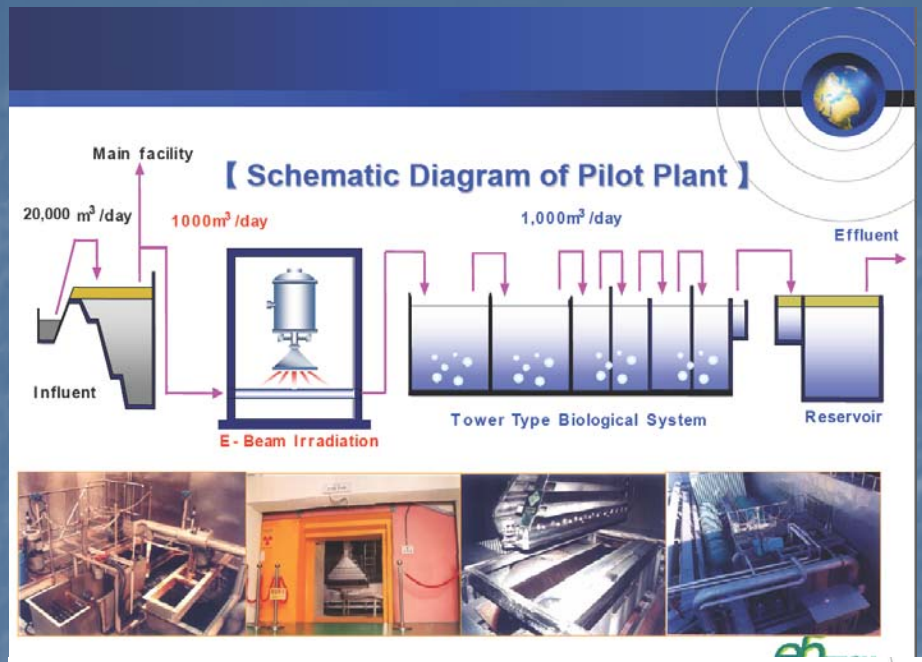
FDG is retained by tissues with high metabolic activity (that is Cancer!!).
If the fluorine in the FDG molecule is chosen to be the positron-emitting radioactive isotope ^{18}F …

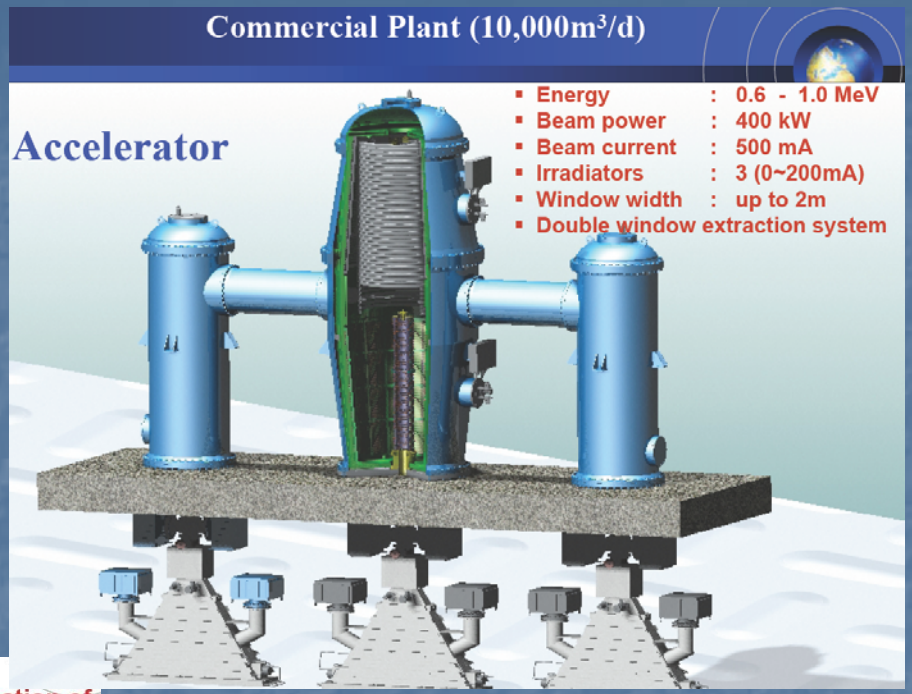
Установка для стерилизации одноразовых шприцев электронным пучком

Безопасность

- Таможня (досмотр)
- Дезактивация газообразных выбросов
- Уничтожение насекомых-вредителей в продуктах питания
- Очистка воды (создание фильтров)

Обеззараживание воды





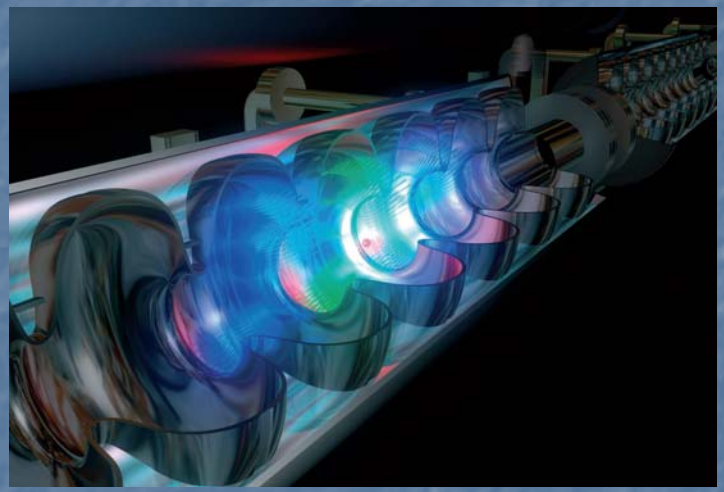
Стоимость промышленного проекта

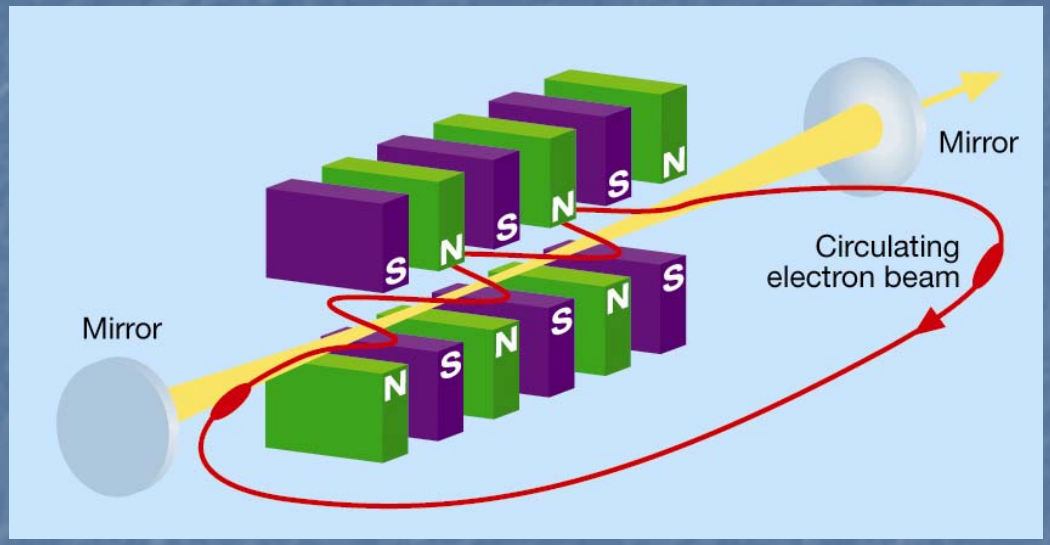
3 млн. $

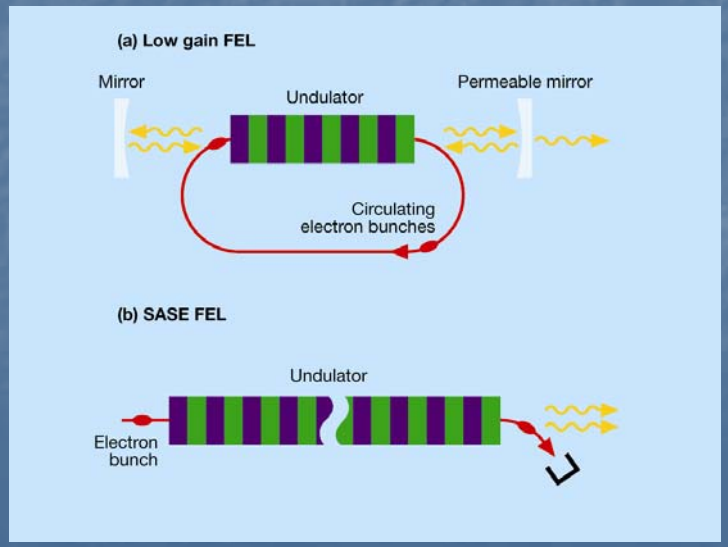
Наука

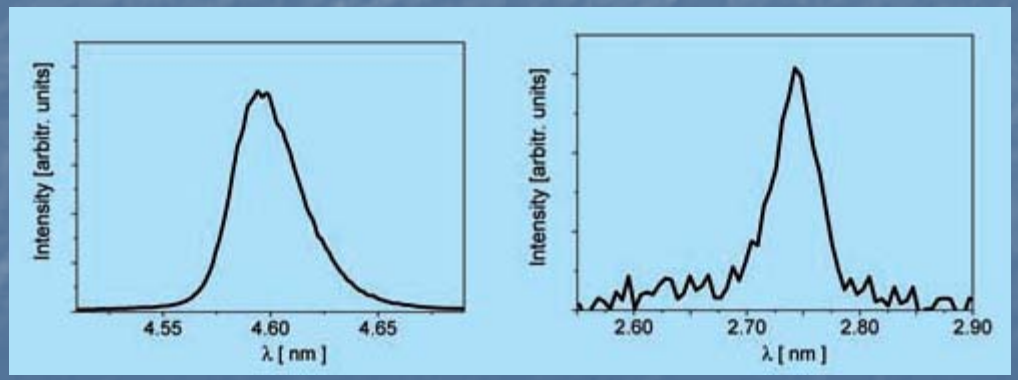
- Фундаментальные исследования
- Прикладные исследования (биология, химия, материаловедение)
- Новые источники э/м излучения

Лазер на свободных электронах (получение потоков фотонов рентгеновского диапазона для различных целей)



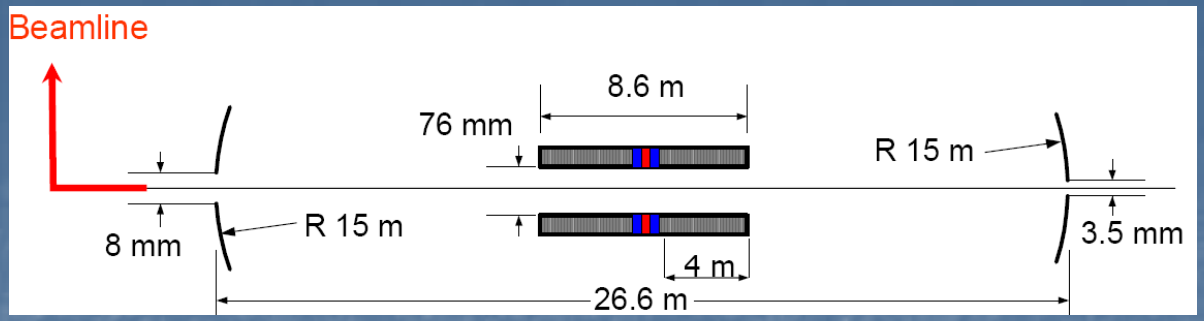




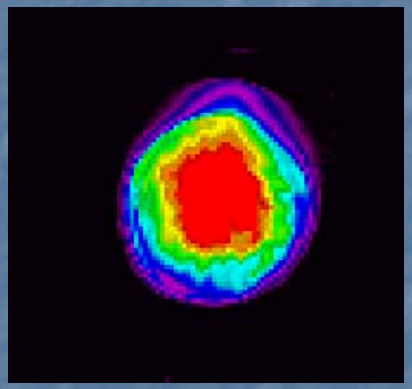


Spectra of the third (left) and the fifth harmonic (right) at a fundamental wavelength of 13.7 nm measured at FLASH.

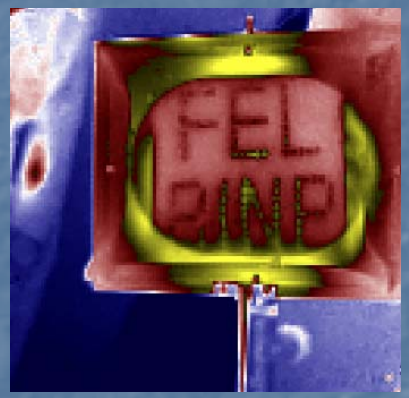
Лазер на свободных электронах (получение потоков фотонов ТГц диапазона для различных целей)

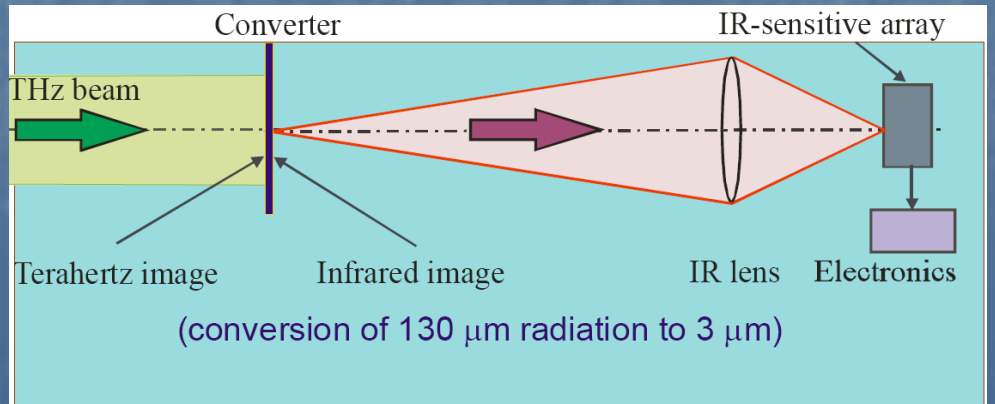


Профиль пучка



Металлический экран с отверстиями

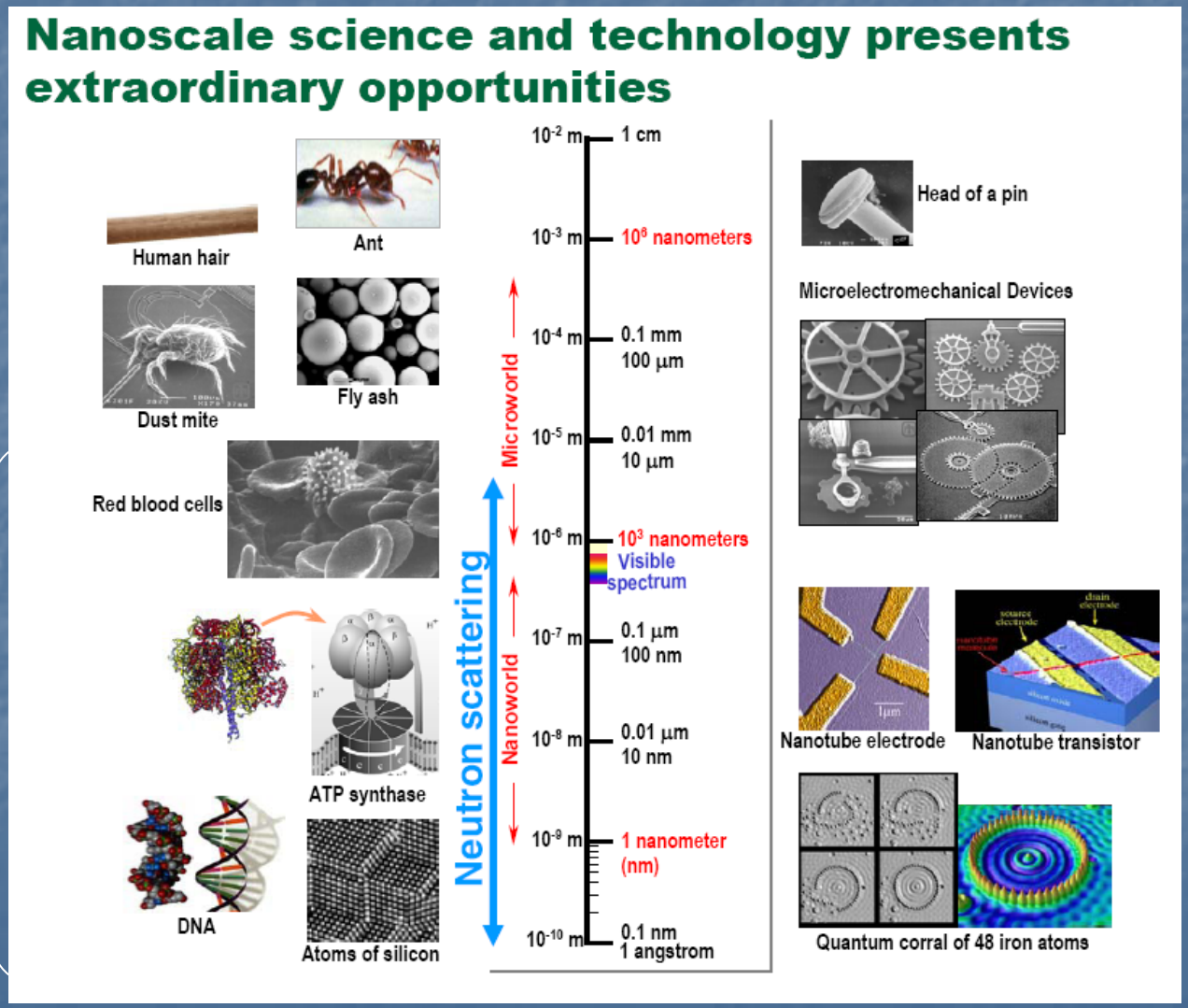




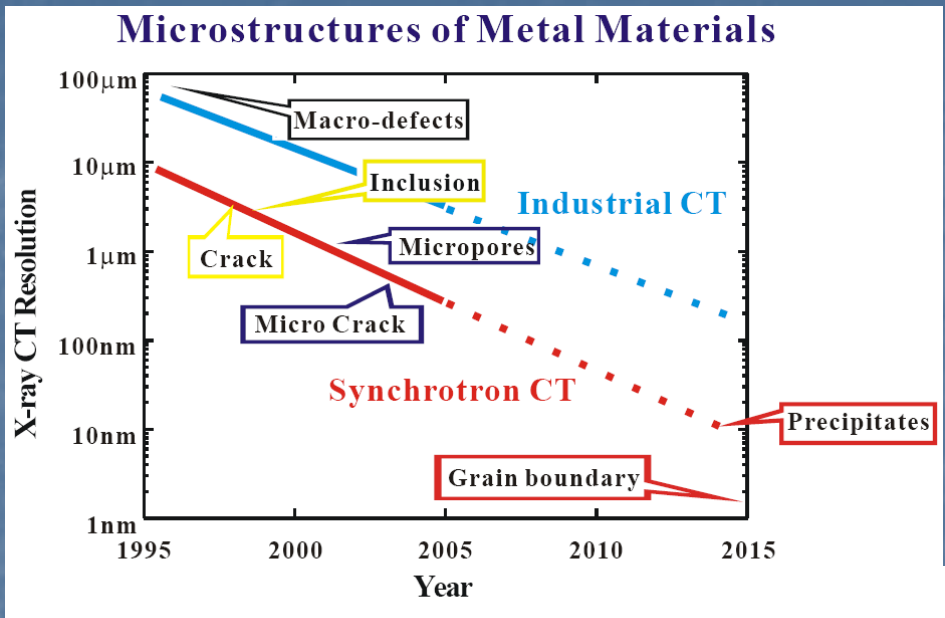
Снимок ключей в пакете

Получение потоков нейтронов

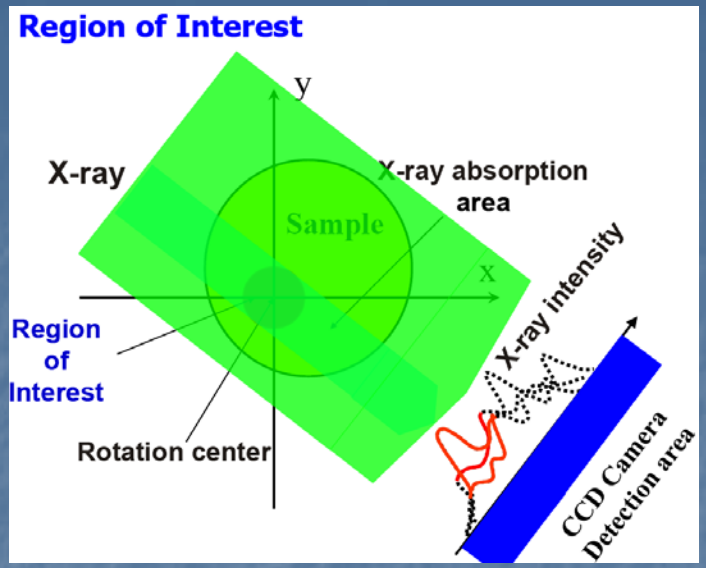
Исследование потоками нейтронов

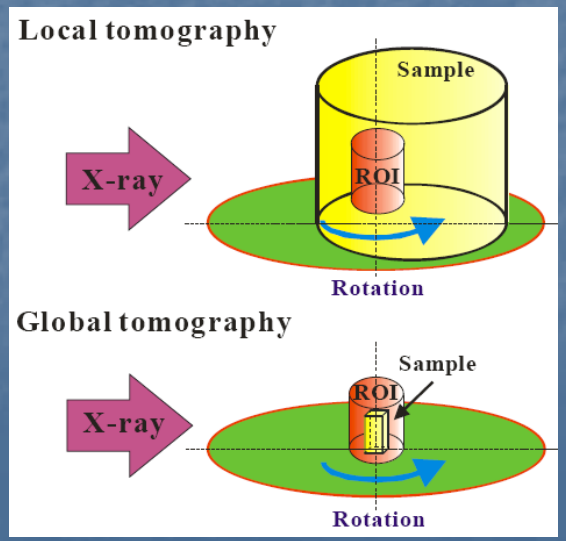


Исследование микроструктуры материалов

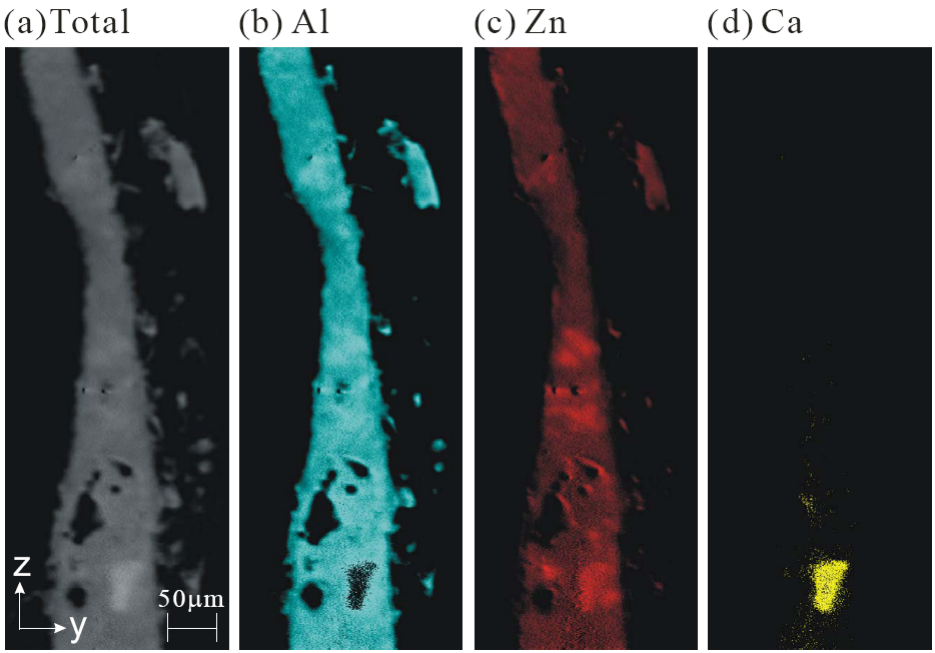


Local Tomography Technique for High Resolution Application !

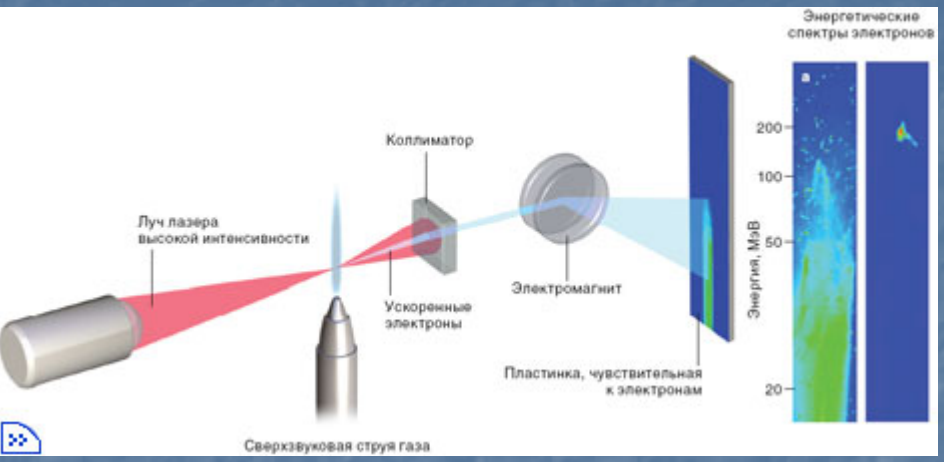


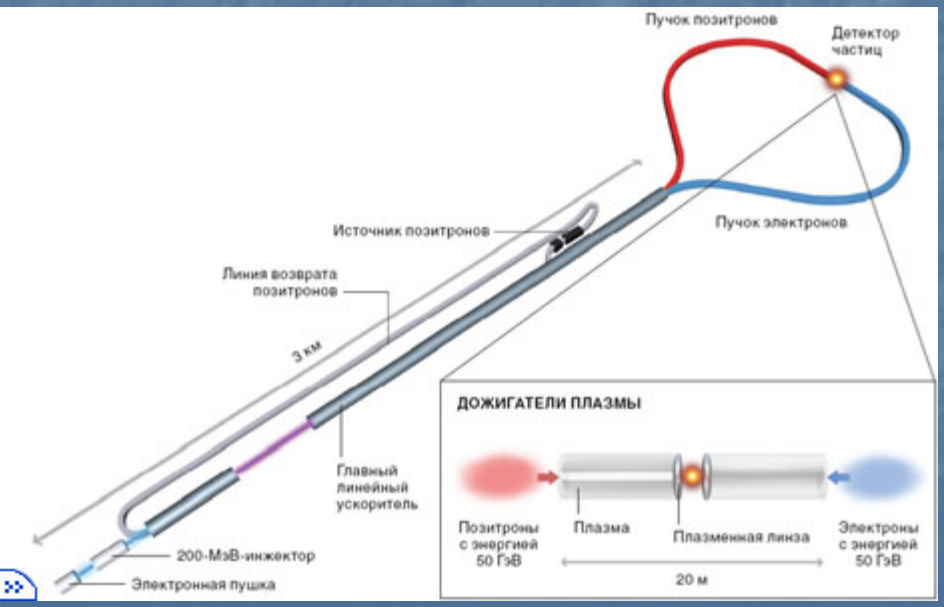


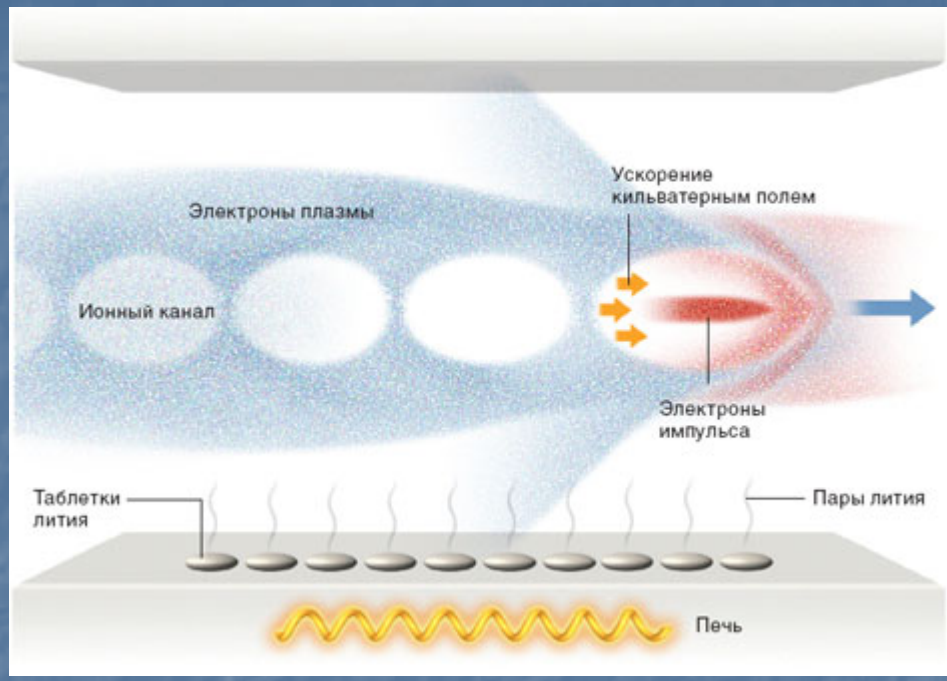
Element sensitive tomography

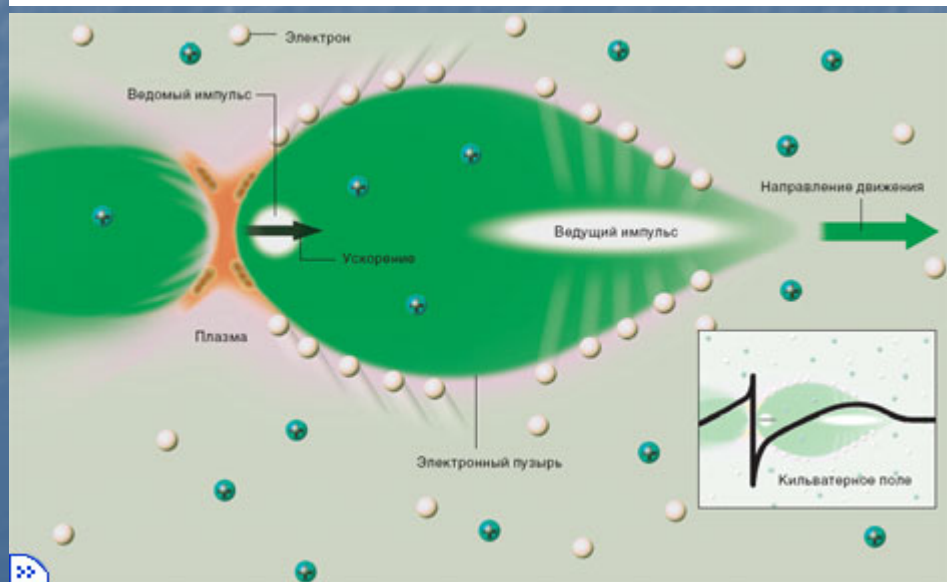


XXI век. Плазменные ускорители









Итого:

- На 2004 год в мире эксплуатировалось более 5000 ускорителей на энергию выше 200 кэВ.
- Из них около 50% эксплуатируется в медицинских целях.
- В 2005 году объем продаж радиофармпрепаратов в США для медицинских целей превысил объем продаж электроэнергии, выработанной на АЭС.
- В России предполагается создание 4 ядерно-медицинских центров (Обнинск, Димитровград, Екатеринбург, Томск), которые будут оснащены циклотронами для лечения и наработки УКЖ изотопов и электронными ускорителями для лучевой терапии

Кафедра прикладной физики ТПУ

Научная школа
по физике излучения
заряженных частиц в периодических структурах,
прохождению излучения через вещество,
физике ускорителей.

Руководитель школы: д.ф.-м.н., профессор А.П. Потылицын

Направления НИР для магистров:

1. Экспериментальная физика (ускорители, приборы и техника эксперимента),

2. Теоретическая физика (излучение заряженных частиц, электродинамика пучков и ускорителей),

3. Математическое моделирование физических процессов при высоких энергиях,

4. Физика плазмы.

+ новая лабораторная база !

Направления распределения магистров:

1. Аспирантура кафедры Прикладной физики,
2. НИИ Ядерной Физики при ТПУ,
3. Институт сильноточной электроники СО РАН,
4. Предприятия Минатома РФ.

Благодарим за внимание !

Сайт кафедры ПФ ТПУ: http://interact.phtd.tpu.edu.ru/

Сайт лаборатории «ФОТОН»: http://foton.tpu.ru/