



**Петербургский институт ядерной физики**

# **Ядерная медицина и протонно-лучевая терапия на базе ускорителей СЦ-1000 и Ц-80.**

**НИЦ «Курчатовский институт»,  
Петербургский институт ядерной физики им.Б.П.Константинова**



**Центр протонно-лучевой терапии и ядерной медицины**  
на базе Петербургского института ядерной физики  
им. Б. П. Константинова

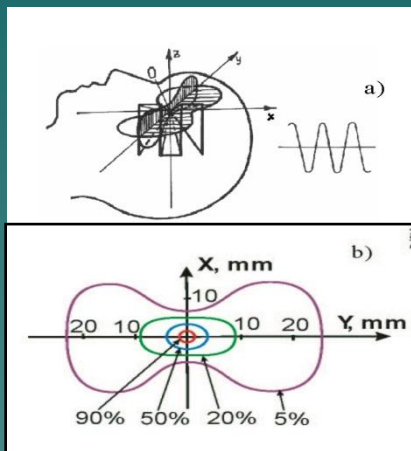
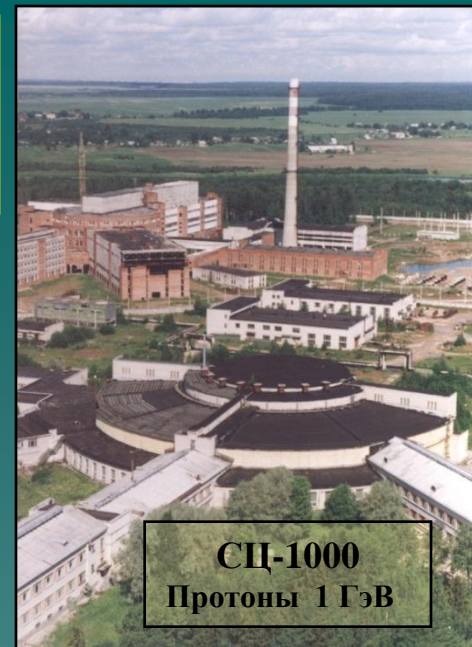


# Протонная терапия в ПИЯФ

## *Сегодняшний статус*

В кооперации с Российским Научным Центром Радиологии и Хирургических Технологий (РНЦ РХТ)

# КОМПЛЕКС ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ В ПИЯФ на БАЗЕ ускорителя СЦ-1000



Курс протонного облучения внутричерепных мишеней прошли:

**1352 пациентов (с 1975г.)**

Диагноз:

Артериовенозные аневризмы

Аденомы гипофиза

Офтальмопатия

Рак молочной железы

Клиническая ремиссия - **около 80%**

## Гатчинский метод

Высокое отношение дозы в центре облучаемого объекта к дозе на поверхности головы (до 200),



# СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ядерной медицины в ПИЯФ

Офтальмологический  
комплекс. Ток = 1нА

40-80 МэВ



Сильноточный циклотрон Ц-80

Производство изотопов,  
включая все типы генераторов  
для ПЭТ. Ток = 200мкА

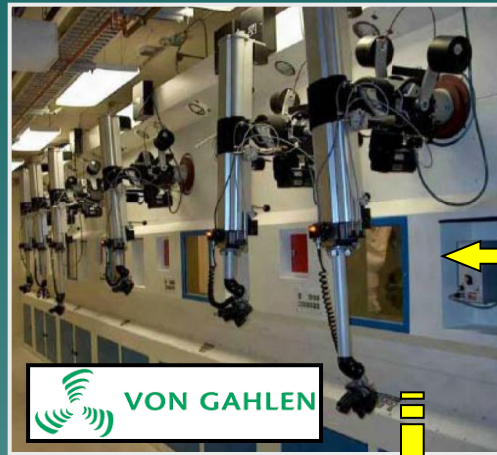


# ГЕНЕРАТОРЫ и РАДИОИЗОТОПЫ на РИЦ-80

Изотопы	Период полураспада	Станция №1. Масс-сепаратор. Мишень.	Станция №2. Сухое выделение. Мишень.	Станция №3. Классическое выделение. Мишень.	Назначение
<b>Sr-82/ Rb-82</b> (ПЭТ)	25,55дней/ 75 сек	УС, Nb	Rb, RbCl, УС, Nb	Rb	<b>Диагностика</b> заболеваний сердечно-сосудистой системы
<b>Ge-68/ Ga-82</b> (ПЭТ)	270,8дней/ 68мин.	-	Ga	Ga	<b>Диагностика</b> заболеваний нейроэндокринной системы. Калибровка ПЭТ сканеров.
<b>Rb-81/ Kr-81</b> (ПЭТ)	4,57час./ 13,1сек	Ут	-	-	<b>Диагностика</b> заболеваний легких
<b>In-111</b> (ОФЭТ)	2,8 дня	Ут	-	-	<b>Диагностика</b> воспалительных процессов и злокачественных образований
<b>I-123</b> (ОФЭТ)	13,3 часа	Te	-	Хе	<b>Диагностика</b> щитовидной железы, локализация опухолей (нейробластома и феохромоцитомы)
<b>I-124</b> (ОФЭТ)	4,2дня	Te	Te	-	<b>Диагностика</b> щитовидной железы, локализация опухолей, терапия
<b>Tb-149</b> ( $\alpha$ - тер.)	4,1час.	GdC	-	-	<b>Терапия</b> злокачественных образований на клеточном уровне
<b>Ra-223</b> ( $\alpha$ - тер.)	11,4дня	Th	Th	-	<b>Терапия</b> злокачественных образований (кости)
<b>F-18</b> (ПЭТ)	109,8мин.	-	-	H <sub>2</sub> O	<b>Диагностика</b> злокачественных образований

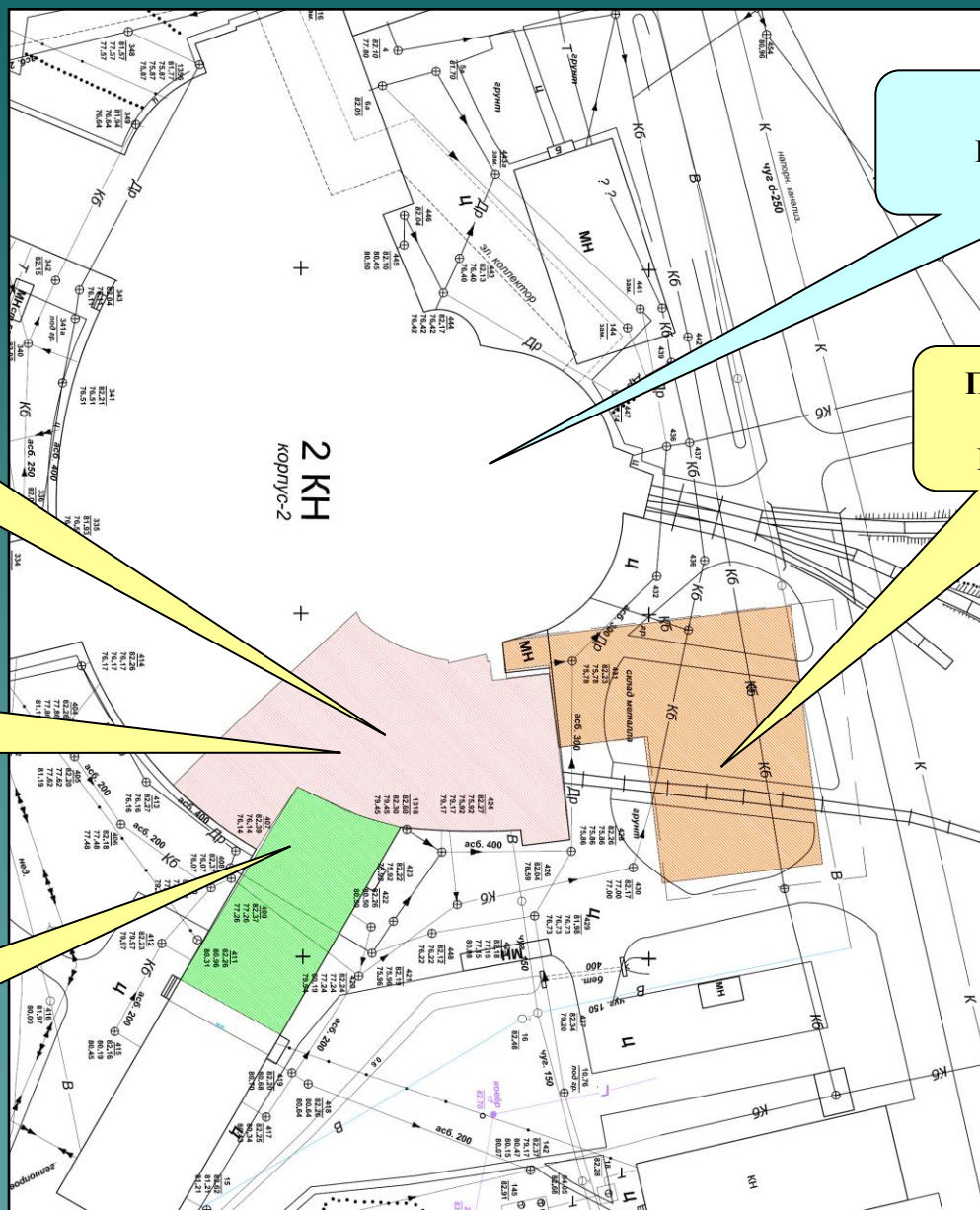


# Проект Центра ядерной медицины на базе циклотрона Ц-80



**Петербургский институт ядерной физики**

# Проект размещения Центра Ядерной Медицины на базе циклотрона Ц-80



**СЦ-1000**  
Главный зал

**Получение  
радиоизотопов (РИЦ-80)**  
Подвал  
экспериментального зала

**Производство РИ и  
РФП (РИЦ-80)**  
Новая пристройка.

**Офтальмология.**  
Кабина для облучения  
Первый этаж  
экспериментального зала

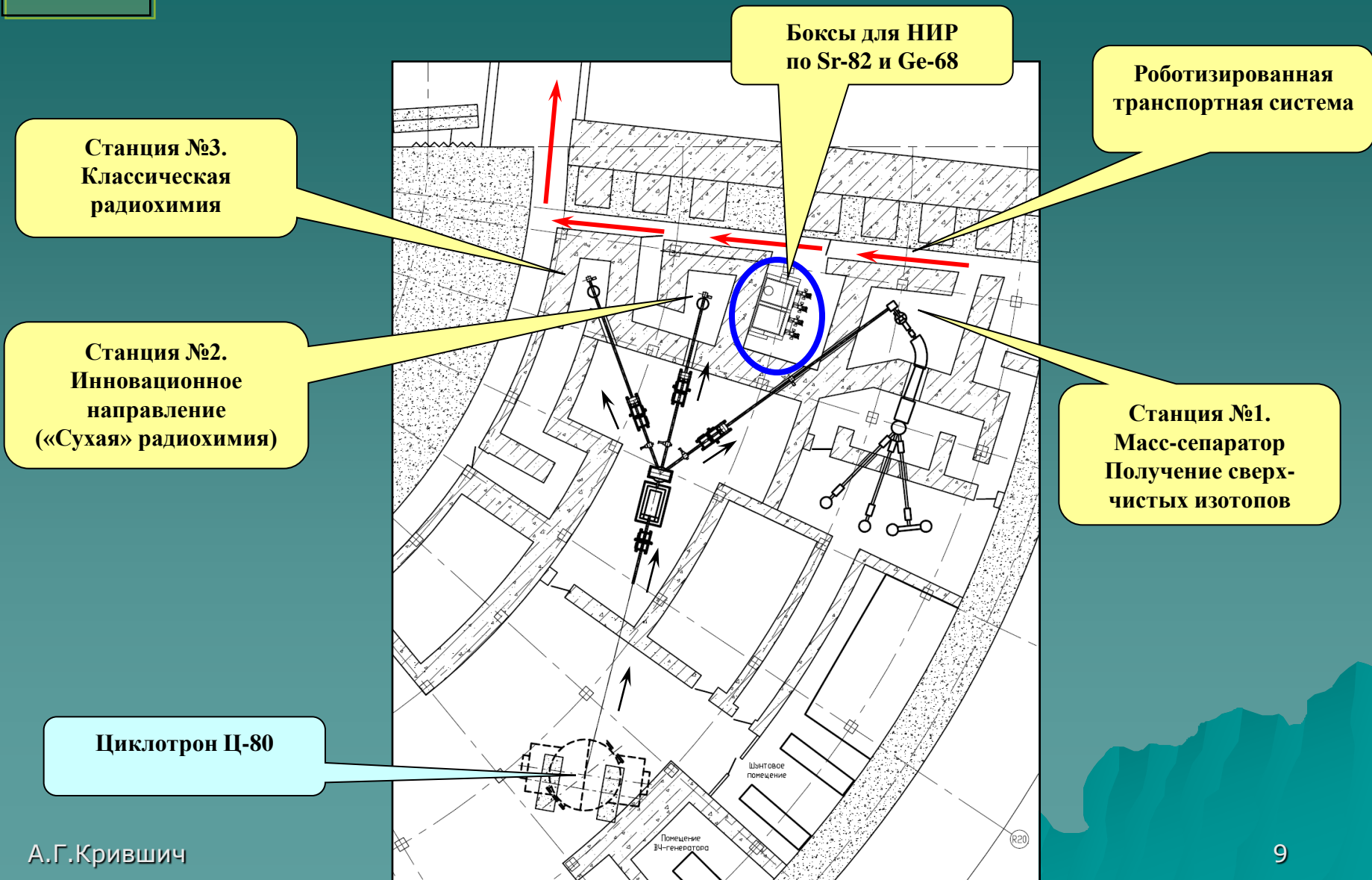
**Офтальмология.**  
Вспомогательные  
помещения.  
(корпус ОРЭ)





# Получение радиоизотопов (РИЦ-80)

Подвал экспериментального зала СЦ-1000





# Офтальмология

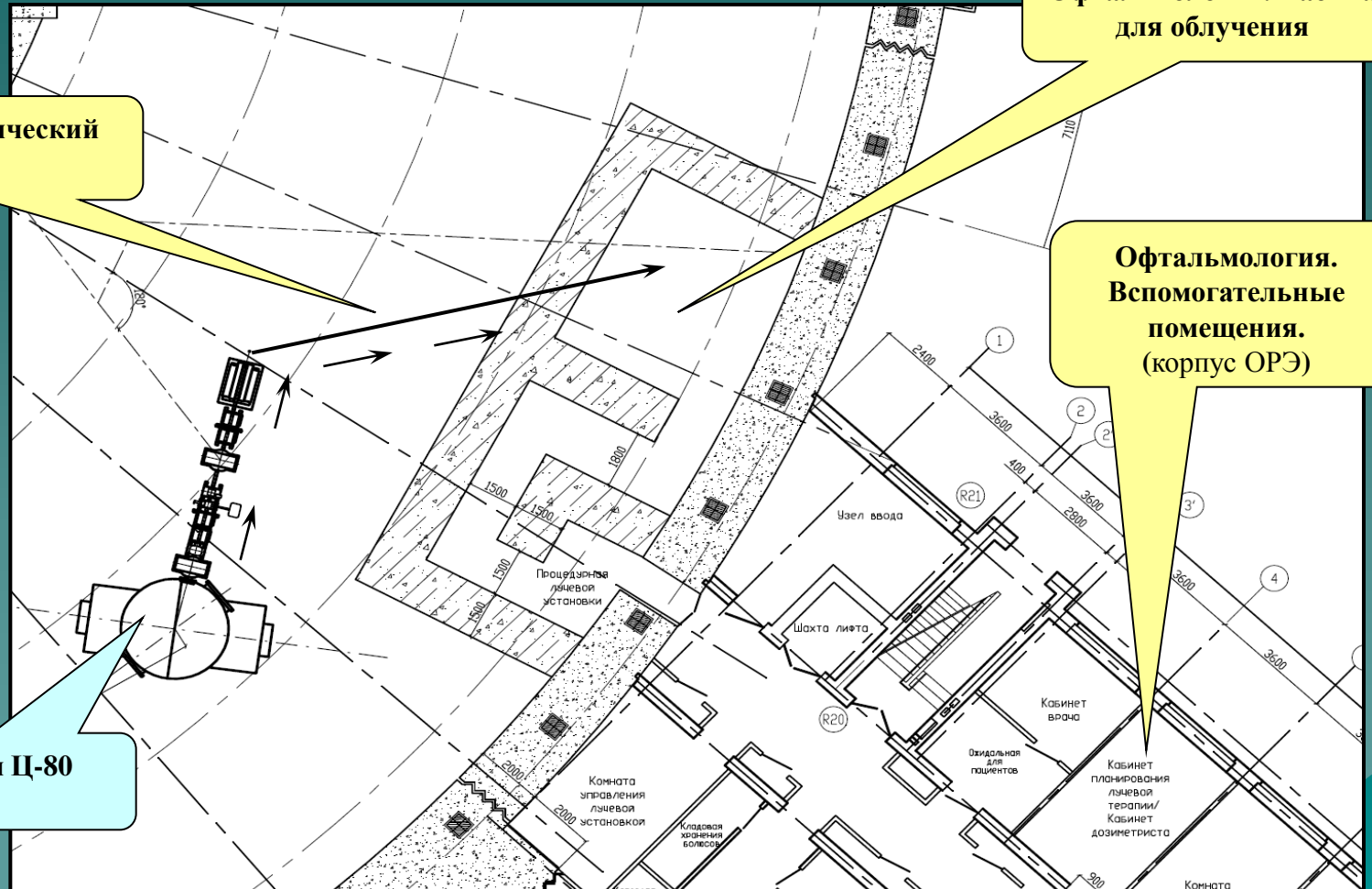
Первый этаж экспериментального зала СЦ-1000

Офтальмологический пучок

Офтальмология. Кабина для облучения

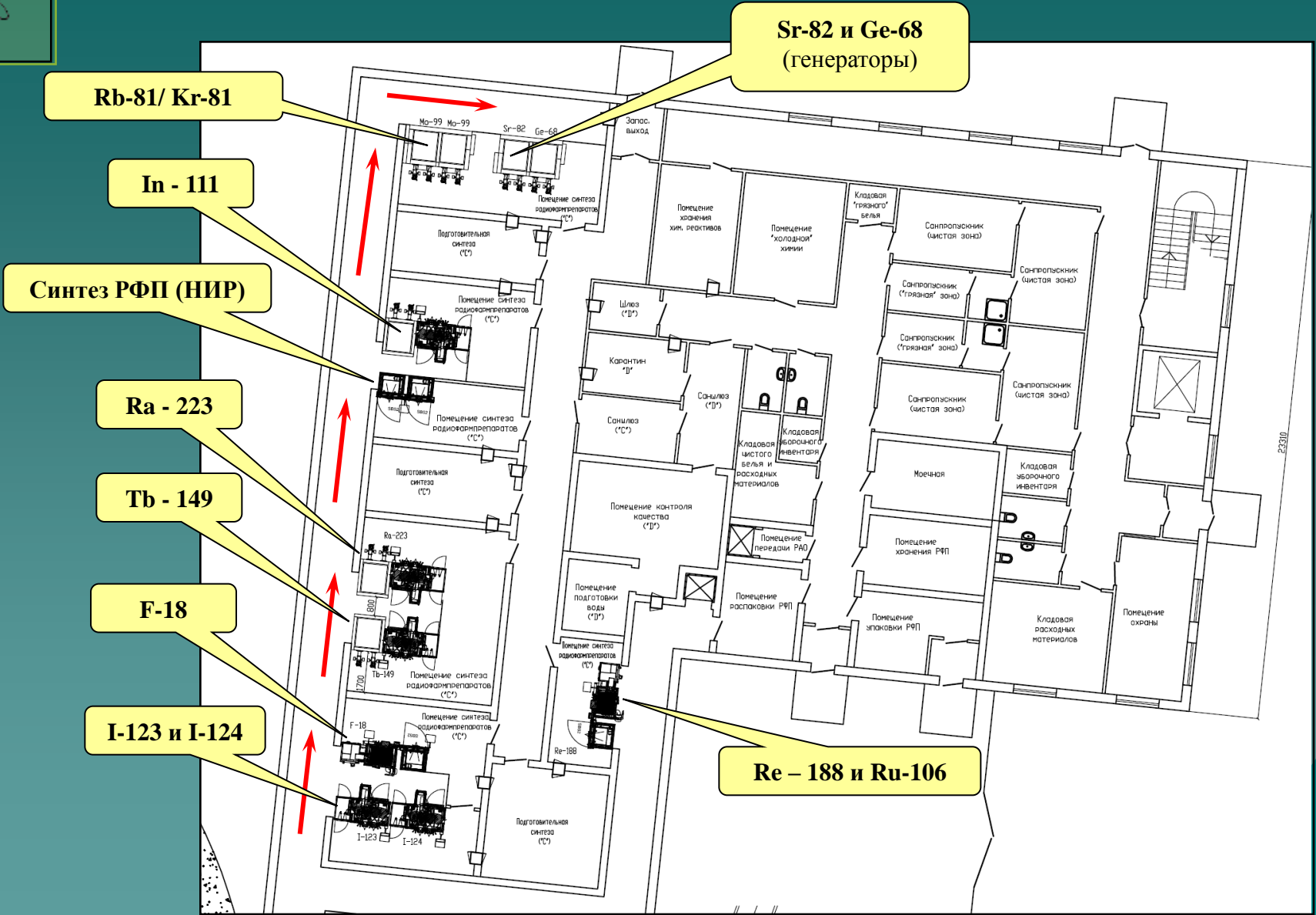
Офтальмология. Вспомогательные помещения. (корпус ОРЭ)

Циклотрон Ц-80





# Производство РФП (РИЦ-80). Новая пристройка.





## ГОРЯЧИЕ БОКСЫ И ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА

- до 150 мм [6"] свинцового экранирования
- внутреннее исполнение из стали или пластика
- конвейерная система транспорта
- транспортная система для контейнеров с мишенными станциями
- HEPA фильтры и фильтры-поглотители из активированного угля





**РИЦ 80:** 68Ga, 82Sr, 223Ra, 149Tb, 99Mo,  
18F, 123I, 106Ru, 201Tl, 111In

ПЭТ и ОФЭКТ РФП  
ЛП для альфа-терапии

таблица «Изотопы, РФП-блокбастеры  
и перспективные продукты»



***Стратегические  
конкурентные  
преимущества, получаемые  
ТТИЯФ от реализации  
предлагаемого проекта  
развития***



## План-график выполнения работ по созданию Центра ЯМ на базе Ц-80

	12г.	2013г.			2014г.			2015г.			2016г.		
<b>Циклотрон Ц-80. Комплексный запуск.</b>	[Timeline bar from Q1 2013 to Q3 2013]												
<b>Проект создания комплекса ЯМ на базе Ц-80</b>	[Timeline bar from Q1 2013 to Q3 2013]												
Готовность проекта по Этапу №1.	[Timeline bar from Q1 2013 to Q3 2013]												
Заключение Гос. контракта по Этапу №1	[Timeline bar from Q3 2013 to Q1 2014]												
Готовность проекта (включая Этапы №2 и №3).	[Timeline bar from Q1 2013 to Q3 2013]												
Госэкспертиза.	[Timeline bar from Q3 2013 to Q1 2014]												
<b>Радиоизотопы на РИЦ-80 (Этап №1 и Этап №3)</b>	[Timeline bar from Q3 2013 to Q1 2014]												
Этап №1. Отладка методов получения радиоизотопов на РИЦ-80. ОКР на получение Sr-82 и Ge-68.	[Timeline bar from Q3 2013 to Q1 2014]												
Этап №3. Строительство пристройки. Оснащение оборудованием и запуск РИЦ-80	[Timeline bar from Q1 2014 to Q3 2015]												
Этап №3. Получение лицензий. Регистрация.	[Timeline bar from Q3 2015 to Q1 2016]												
<b>Офтальмологический центр (Этап №2)</b>	[Timeline bar from Q1 2013 to Q3 2013]												
Создание офтальмологического тракта	[Timeline bar from Q1 2013 to Q3 2013]												
Готовность офтальмологического центра	[Timeline bar from Q3 2013 to Q1 2014]												
Получение лицензий. Регистрация	[Timeline bar from Q1 2014 to Q3 2015]												



## План-график финансирования работ по созданию Центра ЯМ на базе Ц-80

	2013г.	2014г.	2015г.	2016г.
1. Проект Центра ЯМ на базе Ц-80	13			
2. Радиоизотопы (Этап №1 - подвал СЦ-1000)	194	152		
3. Офтальмология (Этап №2 - первый этаж СЦ-1000)	30	238	22	
4. Радиоизотопы и РФП (этап №3 - пристройка к СЦ-1000) (капитальное строительство)	0	374	200	5
5. Протонная терапия на СЦ-1000 "на пролет"	12,3	24	3	
6. Много-целевой циклотронный комплекс Ц-80.	14	23	2	
<b>Итого, млн.руб.</b>	<b>263,3</b>	<b>811</b>	<b>227</b>	<b>5</b>
<b>ВСЕГО, млн.руб.</b>	<b>1306,3</b>			

БЕЗ Этапа №3 (капитальное строительство), млн.руб.	263,3	437	27	0
	727,3			





**Спасибо за внимание**

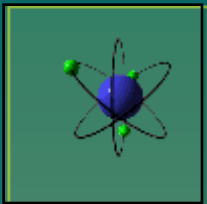












## Новые способы диагностики и лечения опухолей мозга методами иммунотерапии

### Результат действия иммунотерапии

Октябрь 2004



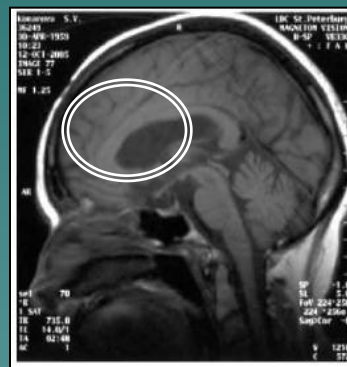
В начале лечения.

Январь 2005



После облучения и химиотерапии. Начало иммунотерапии.

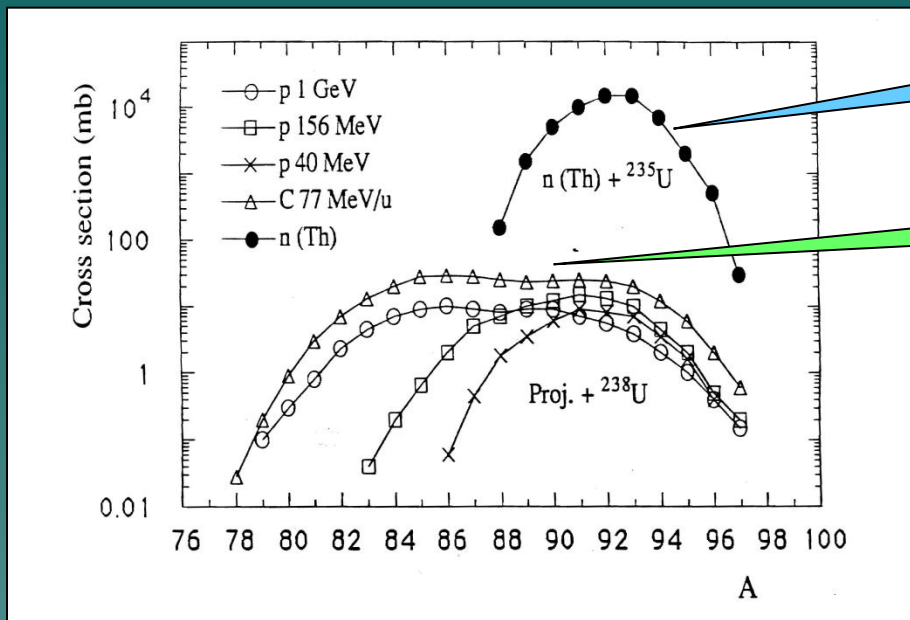
Ноябрь 2005



Результат иммунотерапии.

Данный метод иммунотерапии был разработан в ПИЯФ и успешно применяется в Институте Нейрохирургии им. Поленова на протяжении более чем 12 лет.

# Для производства радиоизотопов на реакторе ПИК предусмотрен масс-сепаратор ИРИНА



Реакторные  
нейтроны

Заряженные  
частицы

Выход сепарированной активности  
нейтронно-избыточных изотопов с периодами  
полураспада «минуты - десятки минут – часы»  
может достигать **100 кюри**  
(это -  $\beta$  распадчики для диагностики и  
терапии)

**Производительность реактора или ускорителя, работающего  
в линию с масс-сепаратором. Выход  $^{97}\text{Rb}$  ( $T_{1/2}=0.17\text{s}$ ):**

	Интенсивность пучка	Масса мишени	Выход активности
Реактор ПИК	$3 \times 10^{13}$ н/см <sup>2</sup>	3-4 г	$8 \times 10^9$ атомов/сек
Циклотрон Ц-80	100 мкА	4 г/см <sup>2</sup>	$1 \times 10^9$ атомов/сек
Ускоритель СЦ-1000	0,3 мкА	100 г/см <sup>2</sup>	$9 \times 10^7$ атомов/сек



**Основная задача Центра -**  
Принципиальное расширение возможностей  
по диагностике и лечению предельно широкого спектра  
форм онкологических заболеваний.

**В Центре** будут сосредоточены  
наиболее перспективные  
ядерно-физические технологии

**Создаваемый Центр** радикально улучшит ситуацию  
ранней диагностики онкологических заболеваний и  
их своевременное адекватное лечение во всем  
Северо-Западном регионе России.



Разрабатываемый проект радиоизотопного комплекса включает в себя три мишенные станции для производства наиболее используемых в настоящее время радионуклидов. Система автоматической транспортировки обеспечивает перемещение облученных мишеней в горячие камеры, где происходит выделение получаемых радиоизотопов и приготовление соответствующих радиофармпрепаратов. Энергия выведенного протонного пучка 40-80 МэВ и интенсивность до 200 мкА обеспечивает самые широкие возможности в получении медицинских радионуклидов и радиофармпрепаратов для диагностики и терапии, которых до настоящего времени не было на других Российских установках. По своим параметрам и возможностям РИЦ-80 будет соответствовать самым лучшим зарубежным аналогам. По возможности получения сверхчистых радионуклидов данная установка не будет иметь мировых аналогов