

# Ускорительный отдел в 2005 году

## План доклада

### 1 Синхроциклотрон

*1.1 Проблемы эксплуатации*

*1.2 Усовершенствования*

### 2 Протонная терапия

### 3 Изохронный циклотрон

*3.1 Магнитная система*

*3.2 ВЧ система*

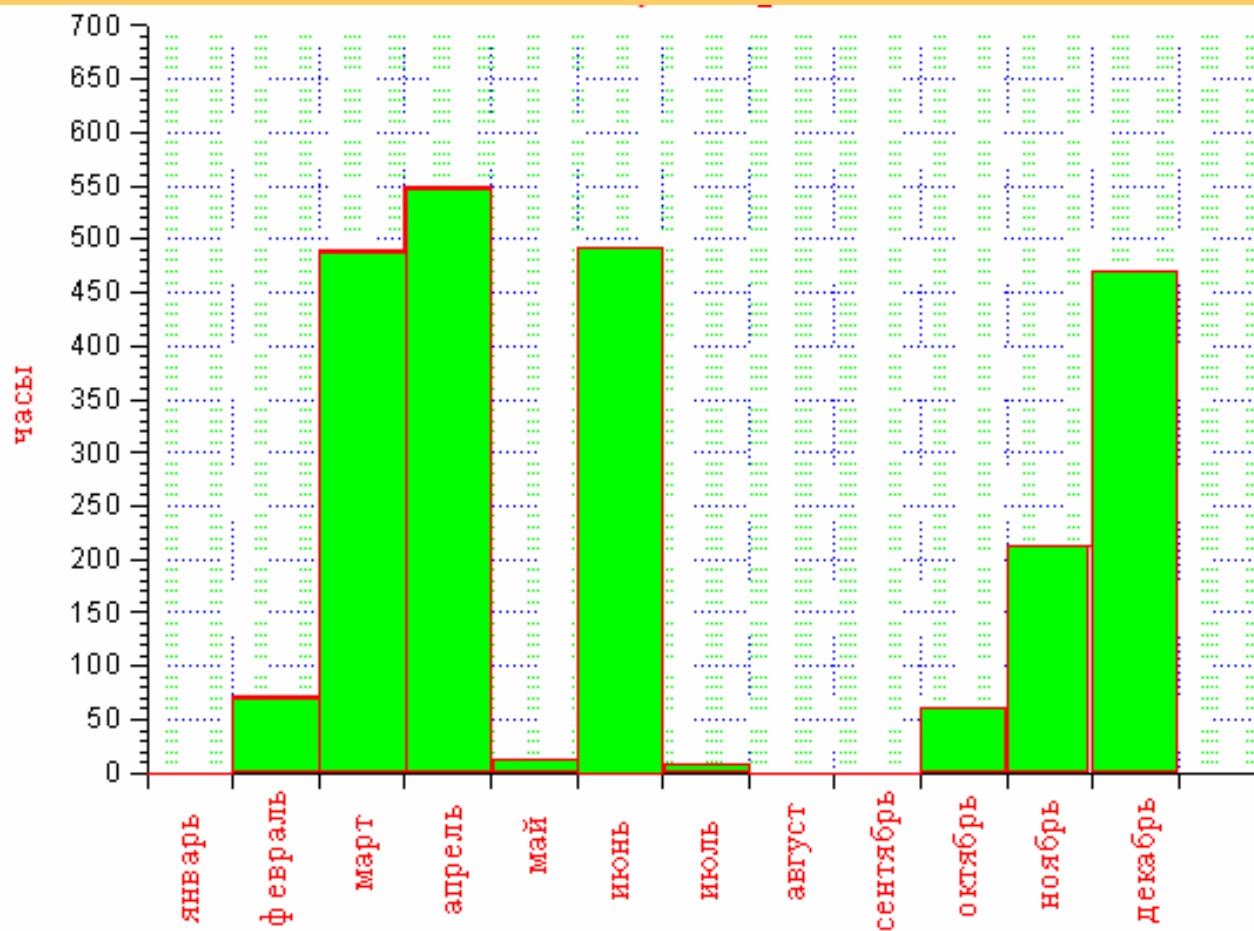
*3.3 H<sup>-</sup> источник*

*3.4 Договор с НИИЭФА и коррекция проекта*

### 4 Малые ускорители

### 5. Наши проблемы

# Ускоритель отработал в 2005 году 2532 часа



# 1 Синхроциклотрон

## 1.1 Проблемы эксплуатации

Эксплуатация СЦ требует постоянных усилий по обеспечению жизнеспособности установки и связана с электро- и радиационной опасностью.

В течение 2005 года мы избежали значительных технических сбоев:

1. Засорение систем водяного охлаждения в линзах главного зала и в лаборатории ИРИС, в высоковакуумных насосах, генераторе и т.д..

Этот эффект «склероза» каналов водяного охлаждения – возрастной фактор. Методы борьбы – промывка и травление осадка; переход на новые полиэтиленовые шланги вместо дюритовых.

2. Основная угроза успешной эксплуатации СЦ в ближайшие 2-3 года связана не с техническими неполадками, а с проблемой кадров.

## **1.2 Усовершенствования синхроциклотрона**

**1.2.1 Замена 6 силовых низковольтных (300А\*380V) и 2 высоковольтных (10kV) кабелей на 5 трансформаторах для обеспечения электропитания мощностью 3.4 МВт для ускорителя, лаборатории ИРИС, ОРЭ, МБ и лаб.пристройки.**

**Стоимость Н / В кабеля ~ 100 тыс.руб., В / В кабеля ~50 тыс.руб.**

**Монтаж  
выполнен  
организацией  
«Арден»  
(~200тыс.руб. в  
рамках  
контракта с  
Мин. Науки)**



27.12.2005

Рябов Г.А.

4

## 1.2 Усовершенствования синхроциклотрона (система электропитания)

1.2.2 По заявкам физиков для устранения пульсаций 150 Гц в системе питания магнита Е-9 в цепь возбуждения генератора введен дополнительный разделительный трансформатор 20 кВА

Стоимость ~2\*32 тыс. руб.

Пульсации практически полностью устранены.



## 1.2 Усовершенствования синхроциклотрона (система электропитания)

1.2.3 Ревизия 50  
пультов  
управления систем  
стабилизации,  
расположенных в  
измерительном  
зале – замена  
«ВЫСОХШИХ»  
электролитических  
конденсаторов,  
чистка и настройка



## **1.2 Усовершенствования синхроциклотрона (система электропитания)**

**1.2.4 Замена батареи  
аварийного  
электропитания.**

**Монтаж и пуск в  
эксплуатацию новой  
необслуживаемой  
батареи аккумуляторов:  
 $V=220\text{ V}$ ,  $W=64\text{ Ah}$**

**Стоимость ~60 тыс.руб.**

**Разрабатывается  
система автоматической  
подзарядки**



## 1.2 Усовершенствования синхроциклотрона (улучшение параметров пучка)

1.2.5. Для улучшения работы системы стабилизации интенсивности пучка при облучении пациентов (БСИ-схема) разработана и изготовлена новая схема частотного селектора для своевременного запуска фокусирующего электрода.





## 1.2 Усовершенствования синхроциклотрона (улучшение параметров пучка)

1.2.6. Разработана схема и выполнен макет ЯМР-отметчика для точного воспроизведения энергии СЦ в различных сеансах.

Проблемы:

- 1) Поиск места в магнитной цепи Е-9, где «нет» радиационного фона для установки ампулы ЯМР датчика;
- 2) Передача сигнала ЯМР на пульт СЦ (расстояние в 350 м).



## 1.2 Усовершенствования синхроциклотрона (дозиметрия)

### 1.2.7.

- п На дозиметрическом контроле.  
ОФВЭ (245 чел.) + УО (66 чел.)=311 чел.  
Средние дозы:  
0.089 бэр – ОФВЭ  
0.270 бэр – УО
- п Калибровка индивидуальных нейтронных (ДВА-Н1) дозиметров на фантоме с помощью источника быстрых нейтронов.
- п Проблемы с внешней дозиметрией



## 1.2 Усовершенствования синхроциклотрона (улучшение инфраструктуры)

1.2.8 Ремонт пультовой к. 2а,  
туалета к. 2а

«Архиград» ~ 1 млн. руб.

Ремонт малого машинного зала 2к,  
мех. мастерская 2к,  
помещение аккумуляторной,  
козырек крыш корпусов 2 и 2а

Силами РСО



27.12.2005

Рябов Г.А.

11

## 2 Протонная терапия

- п **Облучено больных за год – 23**  
*7 – артериовенозные мальформации головного мозга;  
9 – рак молочной железы;  
4 – рак предстательной железы;  
3 – аденомы гипофиза.*
- п **Модернизация и автоматизация комплекса ПЛТ (проект совместно с ОНИ)**  
*- коллиматоры главного и экспериментального залов.*
- п **Разработка и исследование параметров пучка протонов на энергию 200 МэВ для лучевой терапии.**

## 2 Протонная терапия

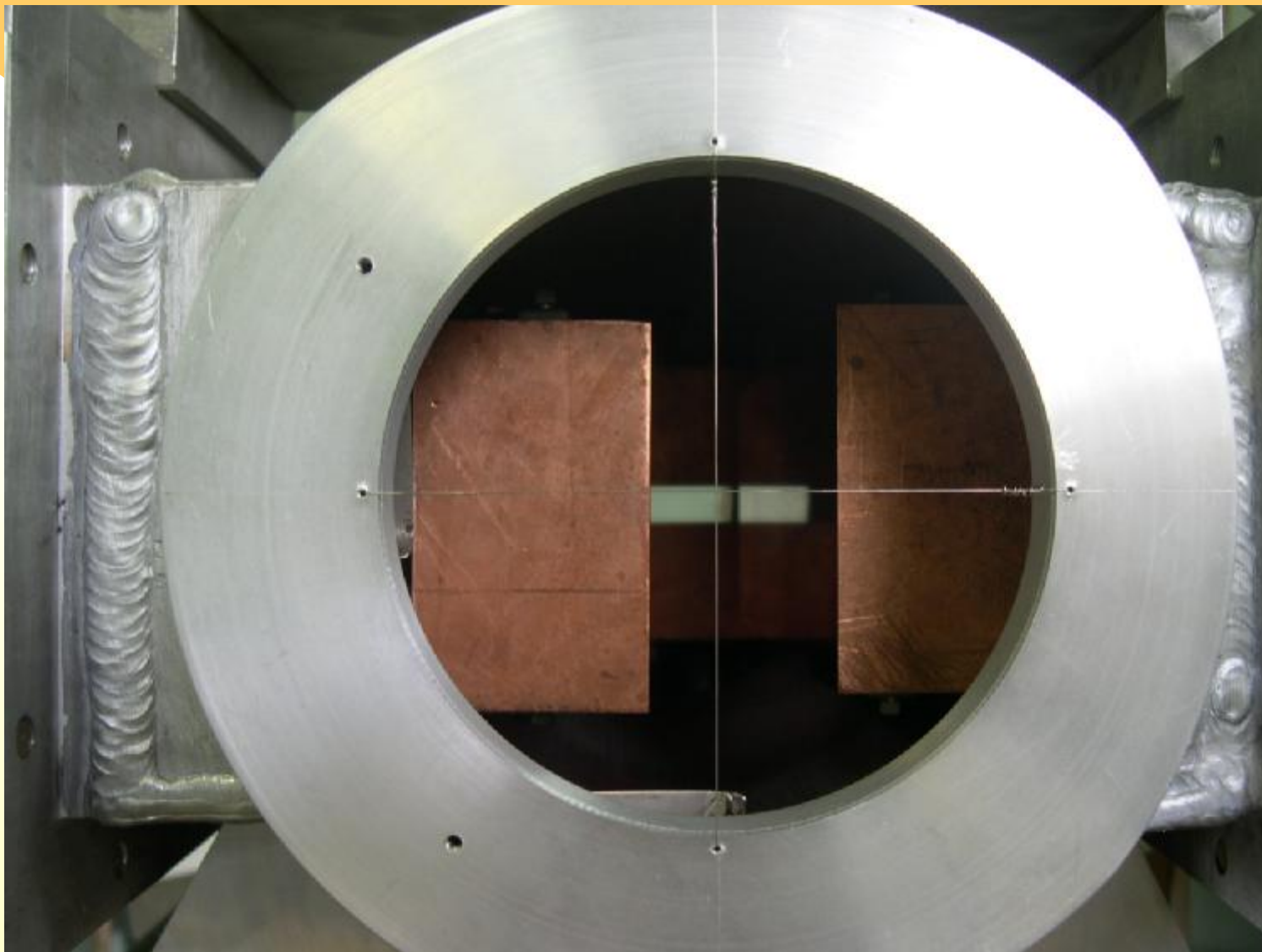
### *Коллиматор главного зала*

#### Состояние:

1. Изготовлен, собран в ЦЭО и передан в УО в июне 2005 г.
2. На стенде УО выполняются работы по устранению ошибок конструкции и изготовления, геодезические привязки, настройка программного обеспечения и движения.



## ***Коллиматор главного зала***

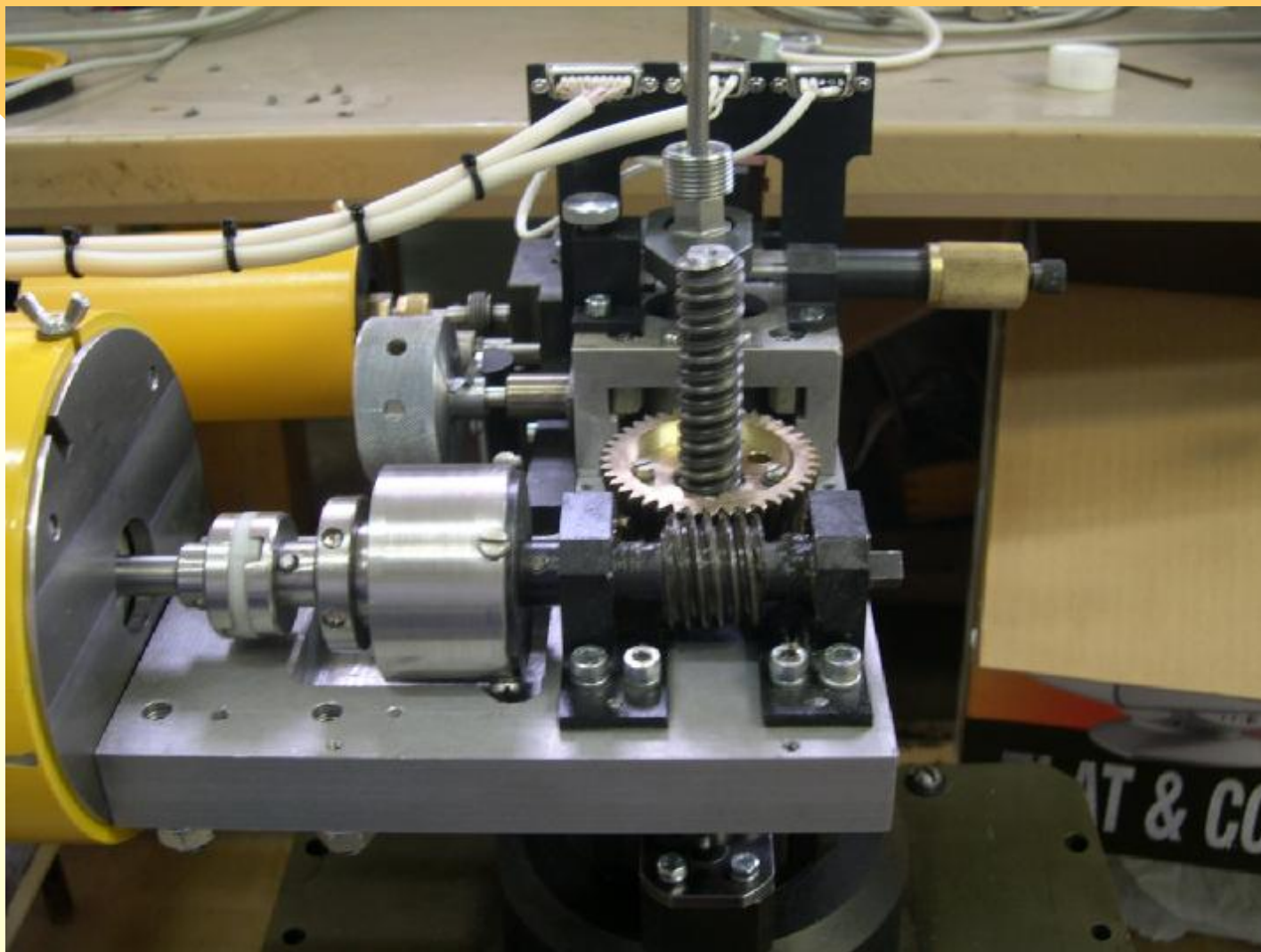


27.12.2005

Рябов Г.А.

14

## ***Коллиматор главного зала***



27.12.2005

Рябов Г.А.

15

## 2 Протонная терапия

### *Коллиматор экспериментального зала*

#### Состояние:

1. Механизм перемещения коллиматора изготовлен, собран и передан УО в ноябре 2005 года
2. На стенде выполняются работы по устранению ошибок конструкции и изготовления, настройка программного обеспечения и движения.





## ***Коллиматор экспериментального зала***



27.12.2005

Рябов Г.А.

17

# 2 Протонная терапия

## 200 МэВ для медицины

“Стандартный” 200 МэВ  
пучок  $7 \cdot 10^7 \text{ сек}^{-1}$

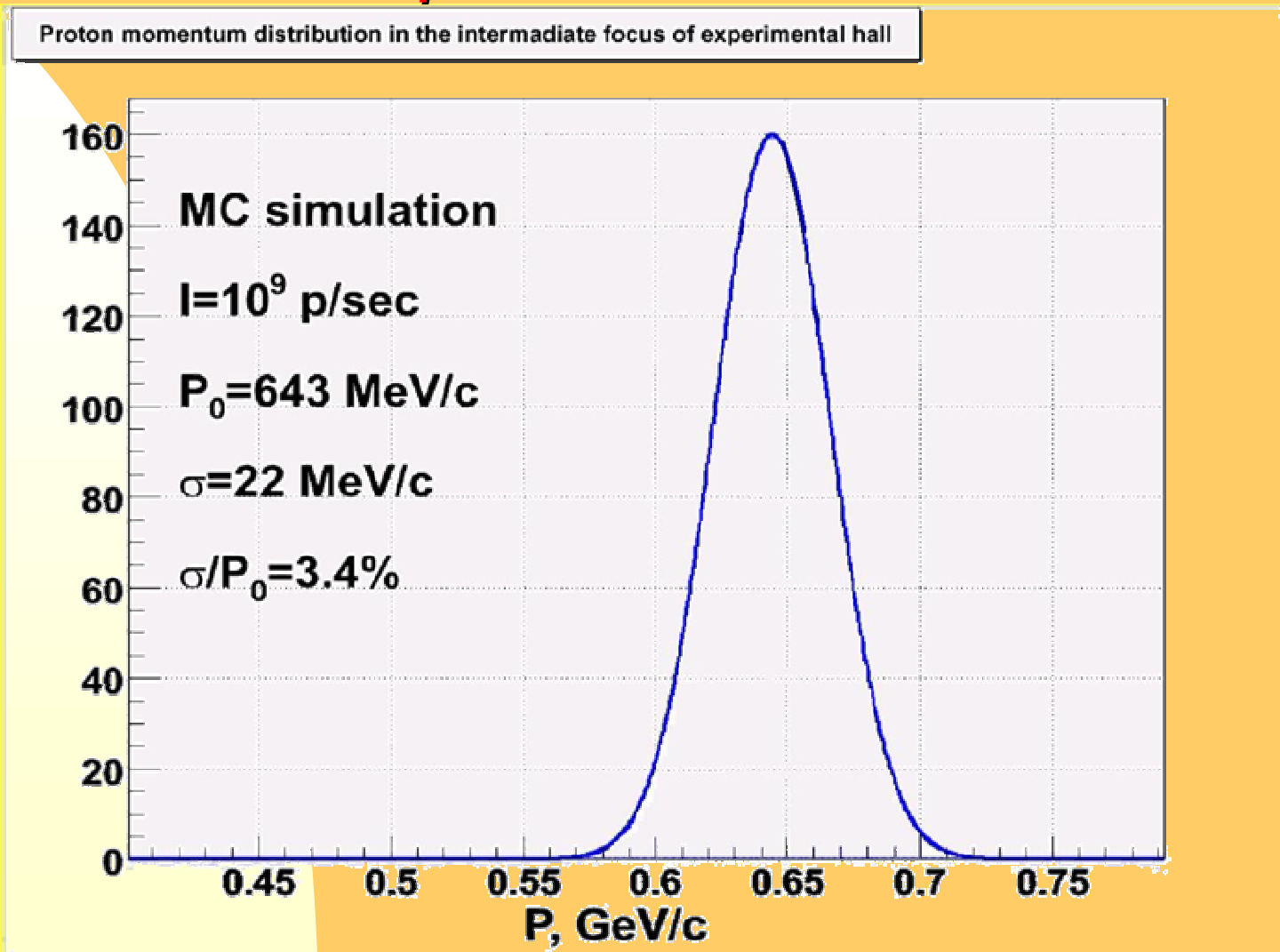
Желательно :

- Увеличить интенсивность.
- Получить геометрические и энергетические параметры пучка.
- Получить режимы линз.



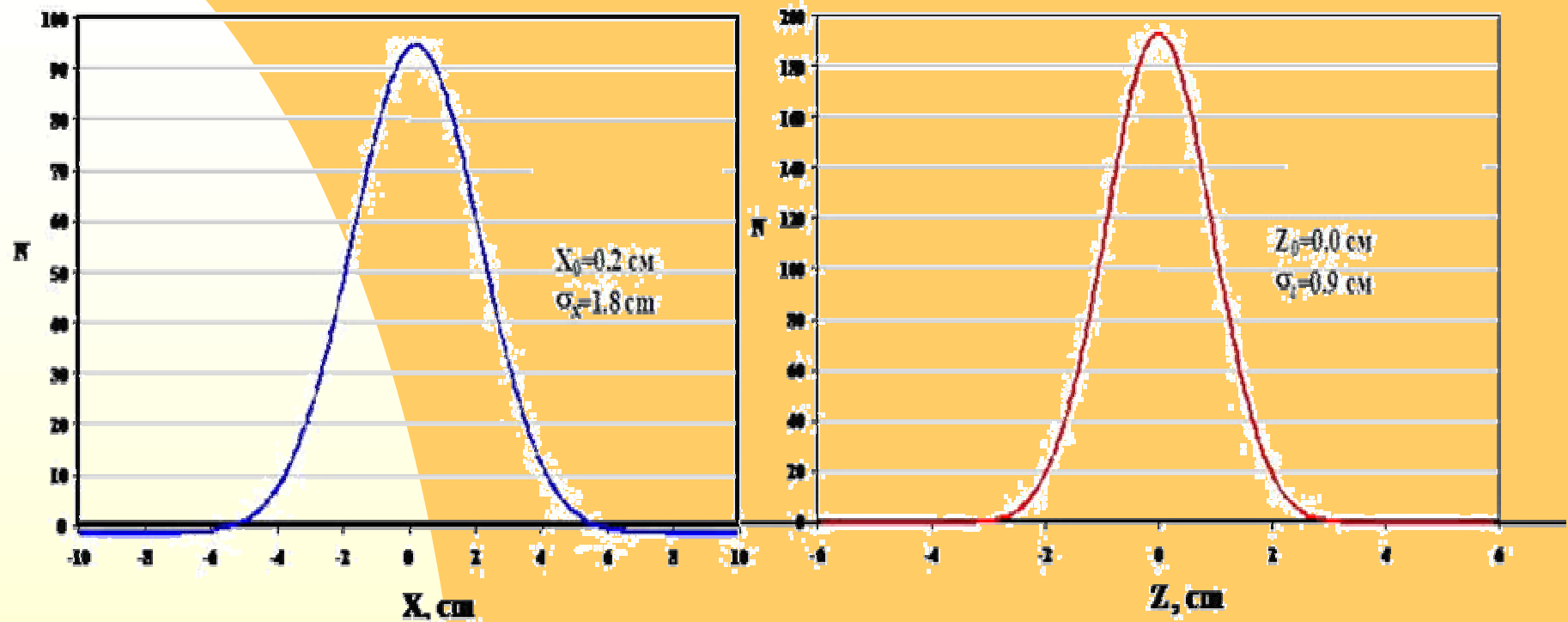
## 2 Протонная терапия

### 200 МэВ для медицины



## 2 Протонная терапия

### 200 МэВ для медицины



Поглощенная доза  $D = 20\text{ Гр / мин.}$

## 2 Протонная терапия

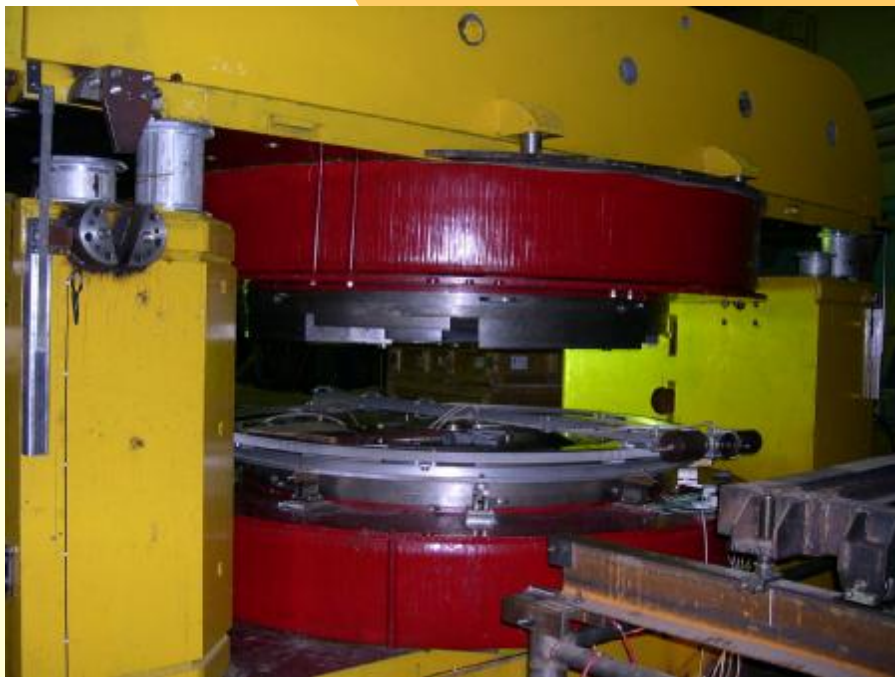
### *Предложения на 2006 год:*

1. В 2006 году закончить работы по настройке коллиматоров и профилометров в рамках финансирования, выделенного ОФВЭ на 2005 год.
2. Работы по магнитным элементам стоят. ОРЭ не выполняет своих обязательств.  
**Предложение: обязать ОРЭ закончить работы по управлению магнитными элементами. Это дополнительно даст возможность блокировать работу ускорителя при аварийном отключении линз, на чем настаивает внешняя дозиметрия**
3. Работы по сетевому управлению комплексом передать ОНИ и выделить для этого ресурсы ( $\approx 100$  тыс. рублей).
4. Обсуждается вопрос о подаче заявки на грант губернатора Ленинградской области на тему : “Разработка и исследование параметров пучка протонов на энергию 200 МэВ для лучевой терапии”

# 3 Изохронный циклотрон ГИЦ

## 3.1 Магнитная система

Цель – получение изохронного поля на радиусах 40 – 90 см не в одном элементе периодичности, а во всем магните



Подъем балки магнита .

27.12.2005



Монтаж новых шимм.

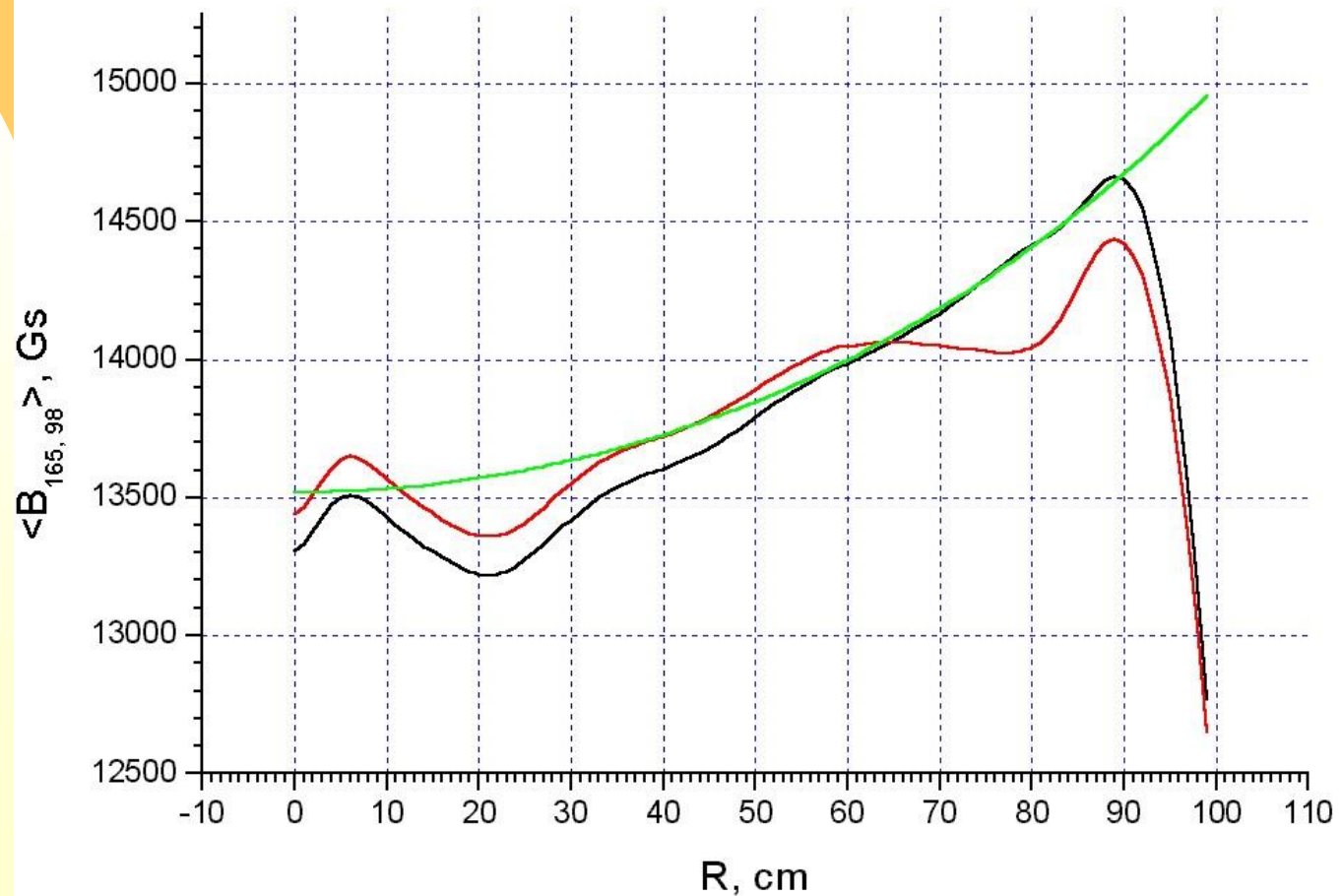
Рябов Г.А.

22

# 3 Изохронный циклотрон ГИЦ

## 3.1 Магнитная система

Результаты шиммирования среднего поля на последних радиусах.

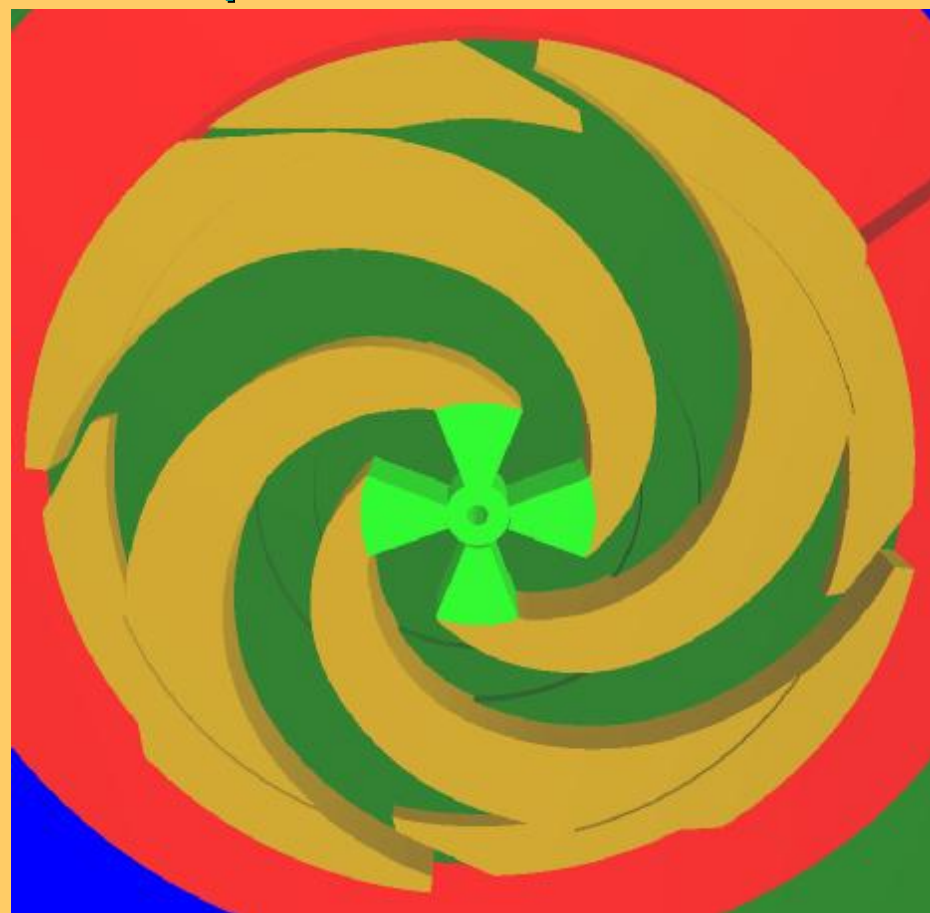
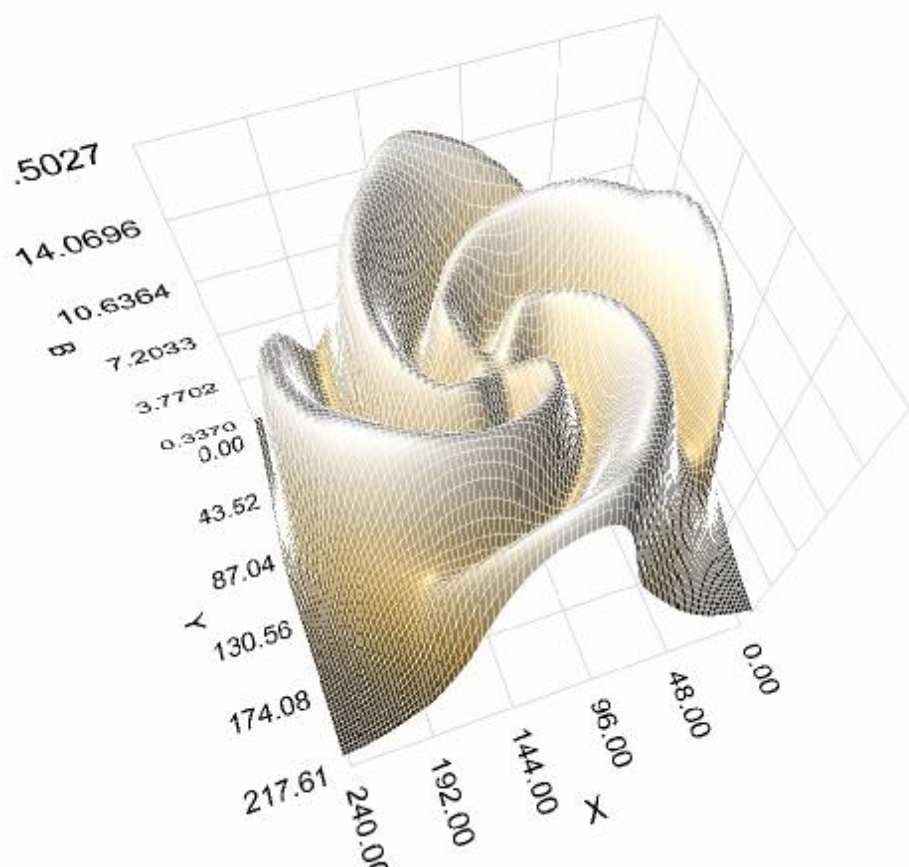


# 3 Изохронный циклотрон ГИЦ

## 3.1 Магнитная система

3D расчеты магнитного поля.

Цель: упростить подбор шимм и сократить мех. работы.





# 3 Изохронный циклотрон ГИЦ

## 3.1 Магнитная система

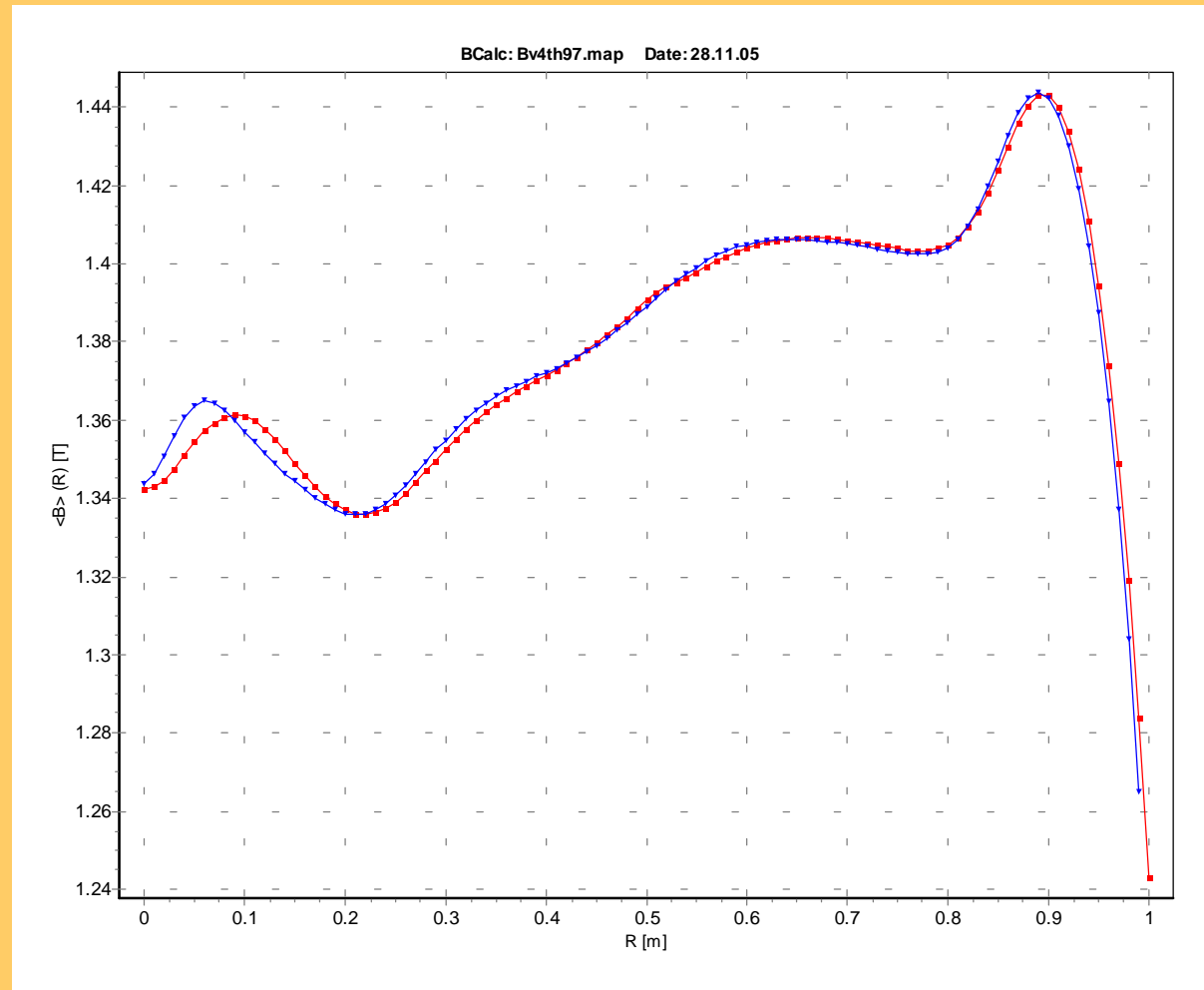
3D расчеты магнитного поля.

Среднее поле

Расчет -----

Эксперимент ---

$\Delta B \sim 10 - 20Gs$



# 3 Изохронный циклотрон ГИЦ

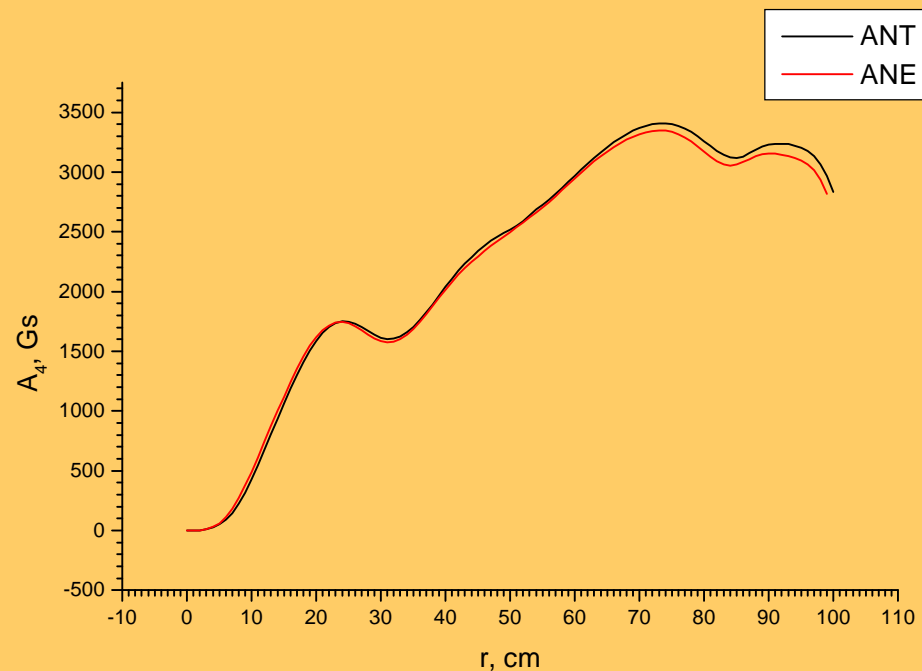
## 3.1 Магнитная система

3D расчеты  
магнитного поля.

Абсолютные  
амплитуды  
вариации  
магнитного  
поля ГИЦ

Эксперимент —

Расчет---



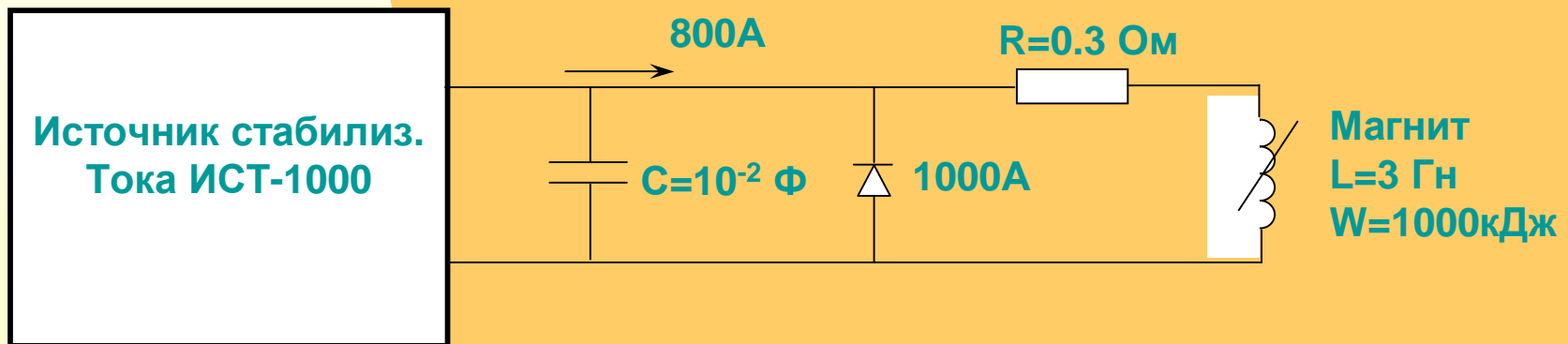
$$\Delta A_{\max} \approx 2\%$$

# 3 Изохронный циклотрон ГИЦ

## 3.1 Магнитная система

### Усовершенствования системы электропитания ГИЦ

1. Увеличена стабильность тока заводского генератора ИСТ-1000 с  $10^{-4}$  до  $2 \cdot 10^{-5}$  путем замены опорных стабилитронов на стабилизаторы на микросхемах, введения экранировок и заменой заводского монтажа.
2. Введена система защиты ИСТ`а от несанкционированного отключения питания.

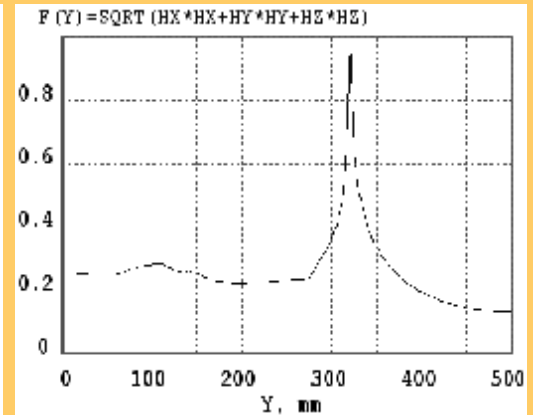
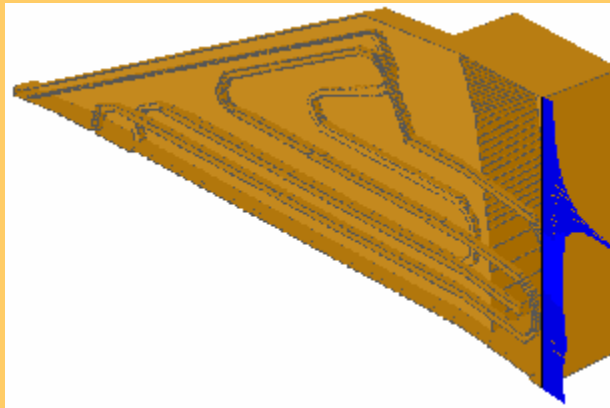
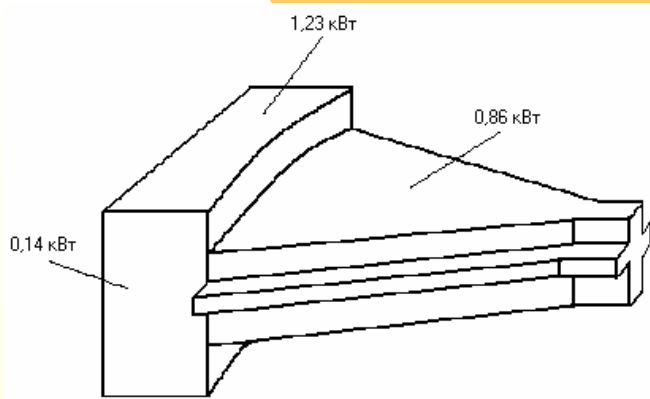


# 3 Изохронный циклотрон ГИЦ

## 3.2. 3D расчет новой ВЧ системы.

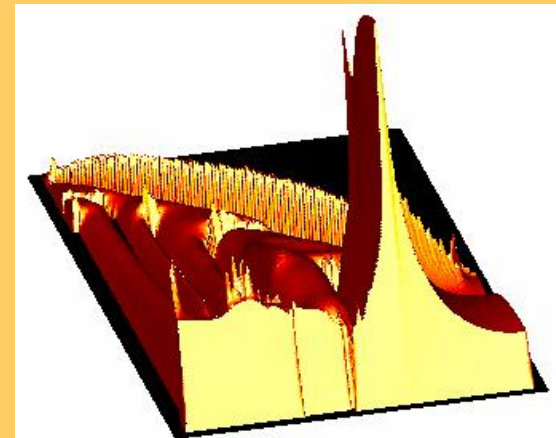
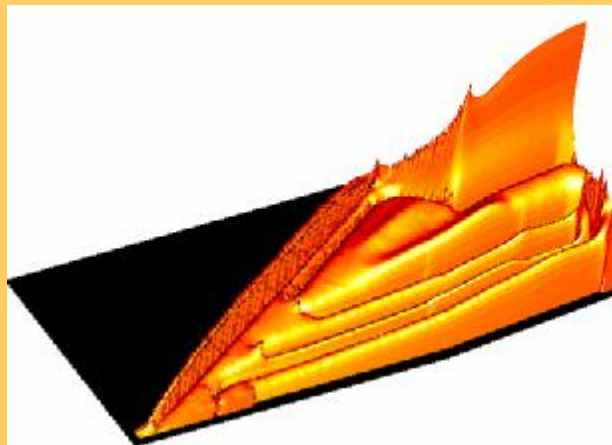
Метод конечных элементов (3 500 000 элементов).

Основные параметры ВЧ системы: 41.2 МГц, 60 кВ.



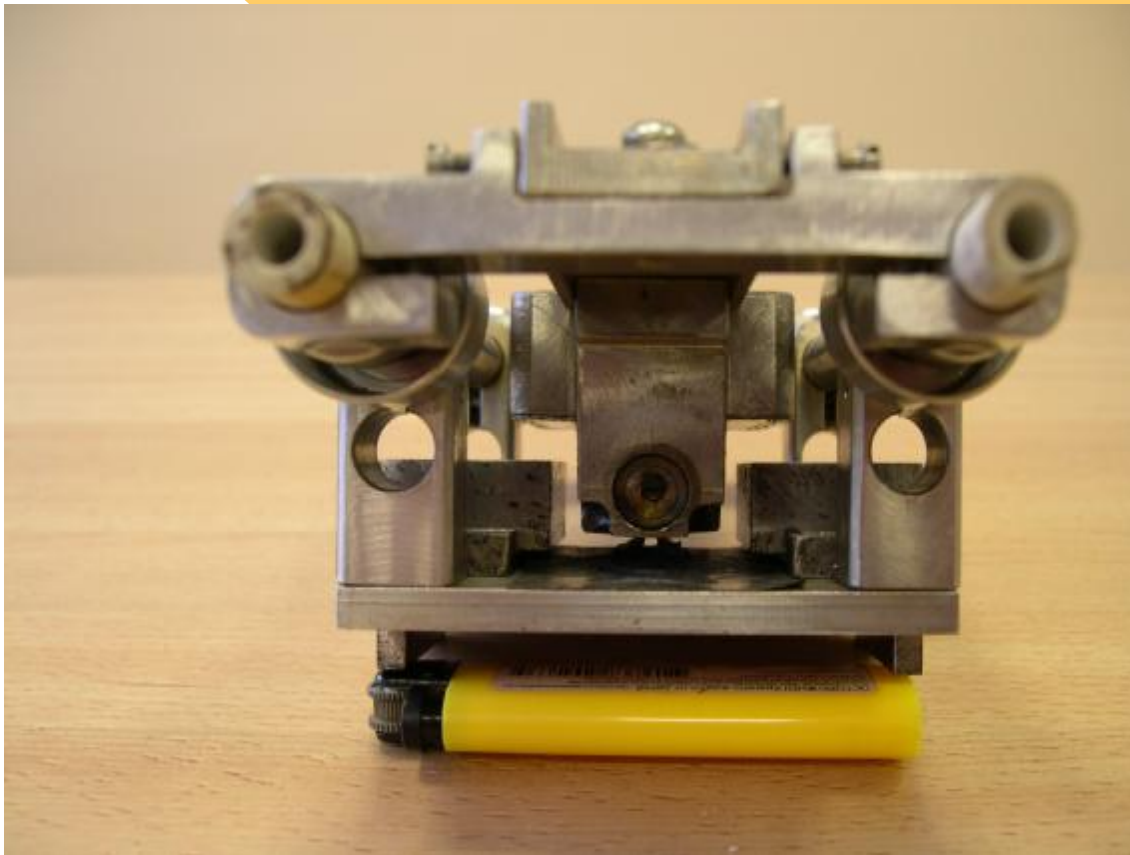
### Результаты расчета:

- Частота 41.2 МГц
- Мощность потерь 19.5 кВт.
- Добротность 6700.



# 3 Изохронный циклотрон ГИЦ

## 3.3 $H^-$ источник.



В 2005 году для увеличения тока  $H^-$  ионов увеличена мощность разряда до 1 кВт и введено охлаждение анода и катода ПП источника.

В аноде созданы каналы диаметром 1 мм для охлаждения водой.

## **3 Изохронный циклотрон ГИЦ**

### **3.3 H<sup>-</sup> источник. (установка для охлаждения)**



**Создана система охлаждения дистиллированной водой под давлением 10 Атм.**

**Насос 10 Атм**

**Теплообменник**

**Стоимость: ~70 тыс. руб.**

**Получен ток H<sup>-</sup> ионов 2.5 мА (уже минимально достаточный для работы циклотрона.)**

**Проблема долговременной работы источника в связи с распылением катода.**

27.12.2005

Рябов Г.А.

30

## **3 Изохронный циклотрон**

### **3.4. Договор с НИИЭФА по разработке документации**

#### **Корректировка проекта ГИЦ:**

- упрощение откачной системы за счет перехода только на внешнюю инжекцию;
- отказ от технологии изготовления плакировки методом взрыва и коррекция чертежей вакуумной камеры, ускорительной системы.

**В 2005 году выполнены рабочие чертежи новой круглой камеры.**

**В 2006 году – рабочие чертежи новой резонансной системы. Разработка системы аксиальной инжекции.**

## 4 Малые ускорители

В группе малых ускорителей проводятся работы по разработке ППИ Н<sup>-</sup> ионов, представленные выше.

Кроме того на ЭСУ проведены исследования:

1. Продолжено исследование механизмов старения газо-разрядных детекторов для экспериментов на ЛНС (с ОФВЭ);
2. Исследование защитных покрытий, взаимодействующих с высокотемпературной плазмой (с ФТИ);
3. Исследование полупроводниковых материалов для микроэлектроники (совместно с ФТИ РАН).

В 2005 г. группа вошла в программу «Вредные вещества», цель которой – получение перспективных данных для совершенствования аппаратуры для обнаружения взрывчатых веществ, наркотиков (совместно с гр. Митропольскльго И.А. и Логинова Ю.Е.)

Получено небольшое финансирование – куплено 0.5 насоса НОРД

В 2005 году опубликовано 7 печатных работ.



## 5. Список публикаций Ускорительного Отдела в 2005 году.

1. Н.К. Абросимов, В.Л. Головцов, Е.М. Иванов, Г.А. Рябов, Д.М. Селиверстов, В.А. Соловей, А.В. Ханзадеев, В.М. Виноградов, Д.Л. Карлин. «Модернизация комплекса протонной терапии на синхроциклотроне в Гатчине». XI Международное совещание по применению ускорителей заряженных частиц в промышленности и медицине (ICAA'05), С. Петербург, 10 – 14 октября 2005 г. С. Петербург, СпбГУ, 2005, с.172-176.
2. N.K. Abrossimov, Yu.A. Gavrikov, E.M. Ivanov, D.L. Karlin, A.V. Khanzadeev, N.N. Yalynych, G.A. Riabov, D.M. Seliverstov, V.M. Vinogradov. "1000 MeV Proton beam therapy facility at Petersburg Nuclear Physics Institute Synchrocyclotron." Conference. New trends in nuclear physics applications and technology. Pavia, Italy, September 5-9, 2005. Book of Abstracts, p.93.
3. Р.А. Алиев, В.Н. Андреев, В.А. Климов, В.М. Лебедев, С.Е. Никитин, Е.И. Теруков, Е.Б. Шадрин. « Влияние вакуумной термообработки тонких пленок диоксида ванадия на фазовый переход металл-полупроводник», ЖТФ, 2005, Том 75. Вып. 6, с.81-84.
4. А.В. Лепехин, В.Т. Лебедев, В.А. Трунов, Д. Торок, В.М. Лебедев. «Малоугловой дифрактометр поляризованных нейтронов «Мембрана» для высокопоточного реактора», Препринт ПИЯФ № 2604, Гатчина, 2005, 18 с.
5. В.М. Лебедев, В.А. Смолин, Б.Б. Токарев. «Ядерно-физические методы изучения структуры и состава вещества с использованием ускоренных частиц – разработка и применение для исследования новых материалов, приборов, технологий», Препринт ПИЯФ № 2609, Гатчина, 2005, 23 с.
6. В.М. Лебедев, А.Г. Крившич, А.Н. Татаринцев. «Исследование концентрационных профилей фтора в тонкой проволоке методом ядерных реакций», Препринт ПИЯФ № 2616, Гатчина, 2005, 22 с.
7. Н.В. Латухина, В.М. Лебедев. Распределение компонентов в структурах «кремний-оксид кремния» и «кремний-оксид редкоземельного элемента», Письма в ЖТФ, 2005, т.31, вып. 13, с. 58-64.

# Список публикаций Ускорительного Отдела в 2005 году.

8. V.T. Lebedev, A.B. Melnikov, Gy. Torok, V.M. Lebedev, K.V. Gnutov. "Interchain association of sulfonated polystyrene-based ionomer in chloroform", Program of European Polymer Congress -"EPC'2005", M.V. Lomonosov Moscow state university, Moscow, Russia, June 27 – July 1 2005. P. 229.
9. В.М. Лебедев, В.Т. Лебедев, С.П. Орлов, Б.З. Певзнер, И.Н. Толстихин. «Исследование радиационных дефектов в кристаллическом кварце методом малоуглового рассеяния нейтронов», Препринт ПИЯФ № 2629, Гатчина, 38с.
10. Н.К. Абросимов, А.А. Воробьев, Г.Ф. Михеев, Г.А. Рябов. "Базовые научно-исследовательские установки института. Ускорительный комплекс". «Основные результаты научных исследований ПИЯФ РАН 2000-2005 г.», ПИЯФ РАН, Гатчина, в печати.
11. Н.К. Абросимов, В.П. Гресь, В.А. Елисеев, Е.М. Иванов, Ю.Т. Миронов, Г.Ф. Михеев, И.А. Петров, Г.А. Рябов. «Модернизация синхроциклотрона ПИЯФ РАН и создание новых возможностей для проведения экспериментов». «Основные результаты научных исследований ПИЯФ РАН 2000-2005 г.», ПИЯФ РАН, Гатчина, в печати.
12. Н.К. Абросимов, В.Л. Головцов, Е.М. Иванов, Д.Л. Карлин, Г.А. Рябов, Д.М. Селиверстов, В.А. Соловей, А.В. Ханзадеев. «Модернизация комплекса протонной терапии на синхроциклотроне ПИЯФ.», «Основные результаты научных исследований ПИЯФ РАН 2000-2005 г.», ПИЯФ РАН, Гатчина, в печати.
13. В.М. Лебедев, И.М. Котина, А.Г. Крившич, В.А. Смолин и др. «Исследование структуры и свойств пленочных структур и объемных материалов методами ядерного микроанализа на пучках протонов и дейтронов», «Основные результаты научных исследований ПИЯФ РАН 2000-2005 г.», ПИЯФ РАН, Гатчина, в печати.
14. Н.К. Абросимов, С.А. Артамонов, В.П. Гресь, В.А. Елисеев, Е.М. Иванов, Ю.Т. Миронов, Г.Ф. Михеев, И.А. Петров А.С. Покровский, Г.А. Рябов, В.А. Смолин, Б.Б. Токарев. «Состояние работ по сооружению и разработке изохронного циклотрона Н<sup>-</sup> ионов на энергию 80 МэВ и ток 100 мкА», «Основные результаты научных исследований ПИЯФ РАН 2000-2005 г.», ПИЯФ РАН, Гатчина, в печати.

# Премии конкурса лучших работ ПИЯФ РАН 2004 – 2005г.

п 1-ая премия. Г.Ф. Михеев.

"Разработка ВЧ ускоряющей системы для изохронного циклотрона  $H^-$  - ионов на энергию 80 МэВ. Часть I. Выбор структуры и расчет". Препринт ПИЯФ-2580, ПИЯФ РАН, Гатчина, 2004 , 26 с.

"Часть II. Исследование на моделях и выбор конструкции".Препринт ПИЯФ-2582, ПИЯФ РАН, Гатчина, 2004 , 29с.

р 2-ая премия. Н.К. Абросимов, В.Г. Вовченко, В.А. Елисеев, Е.М. Иванов, Ю.Т. Миронов, Г.А. Рябов, М.Г. Тверской. "Расчет и экспериментальное исследование пучка протонов с энергией 200-900 МэВ, полученного путем замедления 1000 МэВ протонов в поглотителе". XIX RuPAC (Russian Particle Accelerator), 4-8 октября 2004 года, Дубна.

# *Ускорительный отдел в 2005 году*

## **Наши проблемы**

**1 Капитальный ремонт помещений**

**2 Кадры**

**3 Что можно сделать**

## **1. Капитальный ремонт помещений**

- п В 2005 г. институт получил 30 млн. руб. на капитальный ремонт. Корпус 2 и 2а не получили ничего.**
- п Состояние отдельных участков зданий катастрофическое.**
- п Просьба к руководству ОФВЭ обратиться в дирекцию и выделить на 2006 г. средства на ремонт крыши и зданий.**

## Состояние зданий



27.12.2005

Рябов Г.А.

38

## Состояние зданий



фундамент насосной

## Состояние зданий



узел ввода, корп. 2



## Состояние зданий



27.12.2005

Рябов Г.А.

41

# **Наши проблемы**

## **Кадры**

- 1. В 2004г. С помощью ОФВЭ было укомплектовано 4 смены (12 человек). В 2005 г. 2 человек ушло.**
- 2. Электрики  
В 2004 г. Было 3 электромонтера. В 2005 г. 3 человека уволилось.**

## **Состав электротехнической службы на 2004 г.**



27.12.2005

Рябов Г.А.

43

## Что можно сделать.

### **Краткосрочные меры :**

- n **Выполнить договоренность между ОФВЭ (Селиверстов Д.М.) и ОТuЗ (Николаева В.А.) 2005 г. о сохранении штатных единиц уходящих сотрудников с 2005 г. Разрешить совмещение.**

### **Долгосрочные меры :**

- n **Придать эксплуатационным службам статус особо нужных институту подразделений. (Например приравнять к персоналу ТЭЦ). Это необходимо, если институт заинтересован в сохранении ускорителя на ближайшие 2-3 года.**

**В ближайшие 2-3 года технику можно сохранить – для этого нужны “короткие” деньги.**

**Основная проблема – кадры, где нужны штатные или “длинные” деньги.**

п **Успехов в  
Новом Году !**



п **Спасибо за  
внимание!**