

# Ускорительный отдел в 2004 году

## План доклада

### 1 Синхроциклотрон

*1.1 Проблемы эксплуатации*

*1.2 Усовершенствования*

### 2 Протонная терапия

### 3 Изохронный циклотрон

*3.1 Магнитная система*

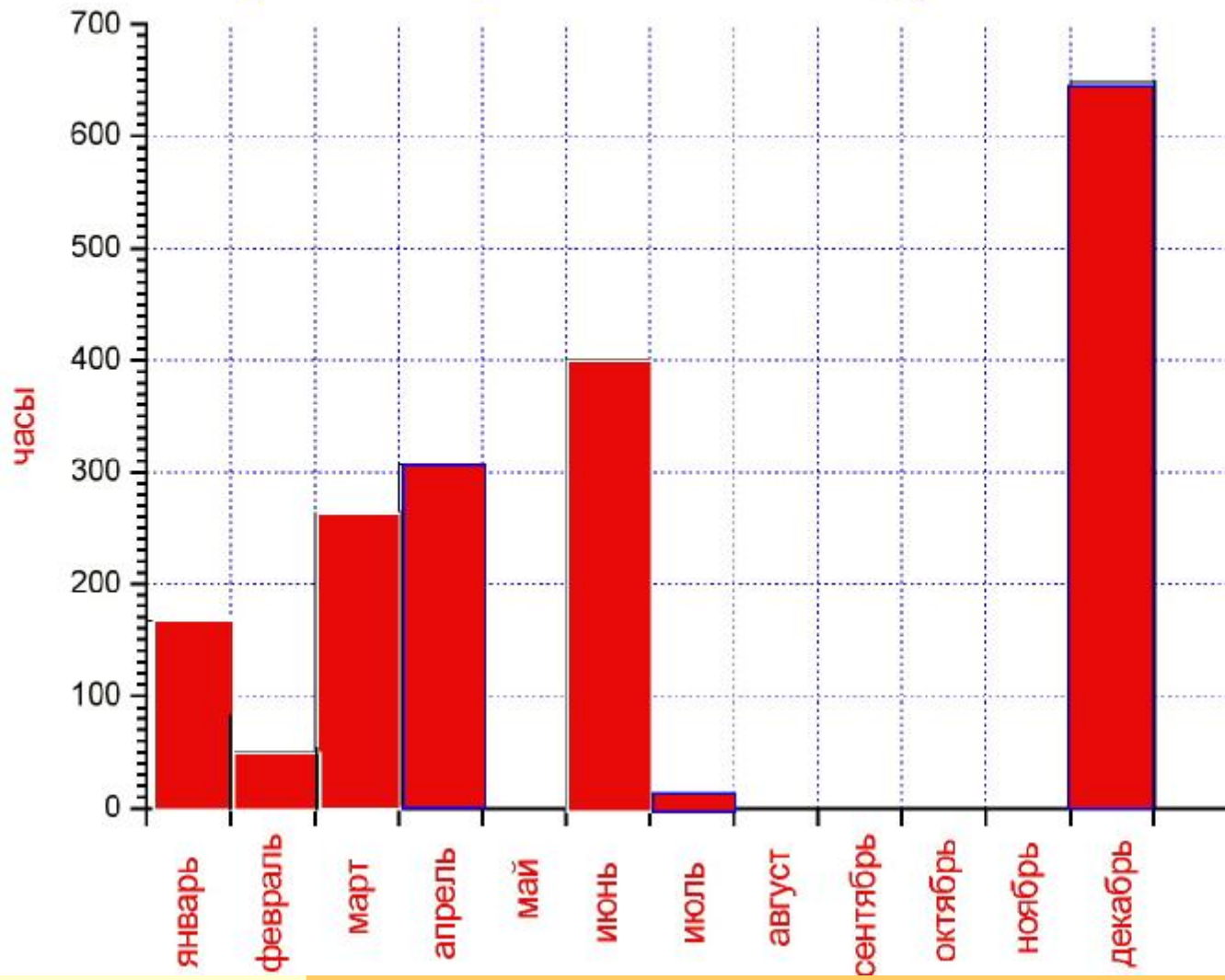
*3.2 ВЧ система*

*3.3  $H^-$  источник*

### 4 Договора с НИИЭФА и “Электронстандарт”

### 5 Малые ускорители

## Ускоритель отработал в 2004 году 1846 часов



# 1 Синхроциклотрон

## 1.1 Проблемы эксплуатации

Работа такой сложной и опасной установки как СЦ связана с решением ряда разноплановых проблем. Отметим некоторые из них, возникшие в 2004 году.

1. В конце 2003 года появились проблемы с ВЧ системой и вакуумом в камере ускорителя.  
Перегрев плакировок → Чистка накипи раствором сульфаминовой кислоты → Появление водяной микротечи в вакуумной камере → Поиски и устранения этой течи
2. Кадровая проблема. Коллектив ускорительного отдела выражает благодарность руководству ОФВЭ за помощь в комплектации 4 смен оперативного персонала.
3. В декабре этого года мы только по счастливой случайности избежали аварии со смертельным исходом. Из-за несогласованных действий городской подстанции №58 и отдела главного энергетика ПИЯФ на фидер, где работали наши сотрудники было подано напряжение 6 кВ.

Таким образом эксплуатация ускорителя является требующей постоянного внимания работой, связанной с электро и радиационной опасностью.

## **1.2 Усовершенствования синхроциклотрона**

**Четыре старых теплообменника на 2.5 МВт, каждый из 6 труб диаметром 330 мм, длиной 4 м.**

**После 35 лет эксплуатации теплообменники пришли в полную негодность.**



17.01.2005

Рябов Г.А.

4

## **1.2 Усовершенствования синхроциклотрона**

- 1. Новые пластинчатые теплообменники на 2.8 МВт.**
- 2. Стоимость: 450 тыс. руб.**
- 3. Монтаж, демонтаж и наладка выполнены силами ускорительного отдела.**

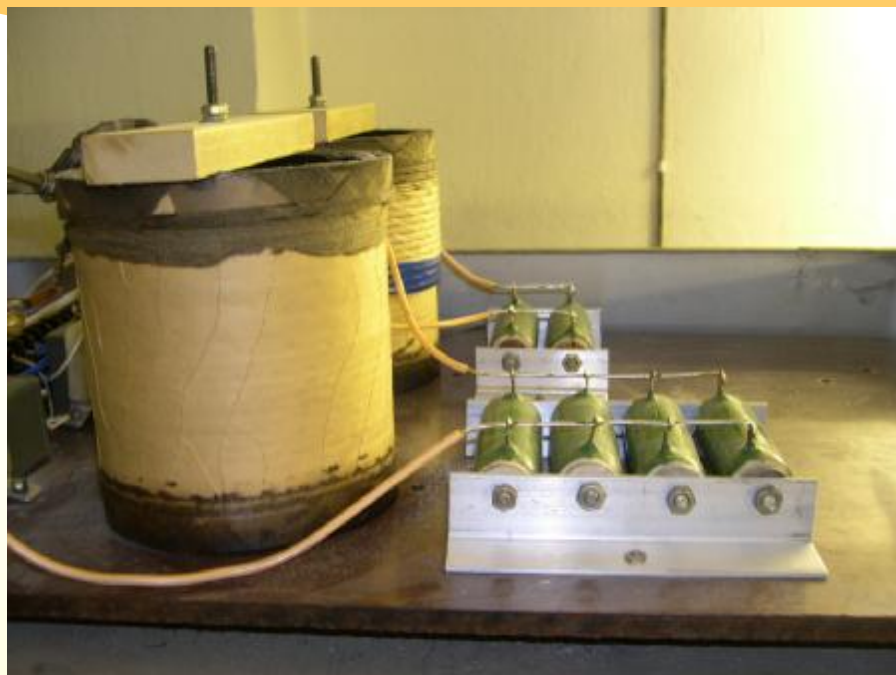


## **1.2 Усовершенствования синхроциклотрона**

**Введен в строй  
новый резервный  
агрегат питания для  
магнита Е-9  
мощностью 1.6  
МВт и током 6000 А**



## 1.2 Усовершенствования синхроциклотрона



По заявкам физиков для подавления помех 150 Гц в системе питания магнита Е-9 разработана и реализована схема фильтров, позволившая уменьшить помехи на 16-20 Дб (в 5-10 раз).

17.01.2005



Для дальнейшего понижения помех приобретены разделительные трансформаторы, мощностью 10 КВт, стоимостью 32 тыс. руб.

Рябов Г.А.

7

## 1.2 Усовершенствования синхроциклотрона

Замена индивидуальных нейтронных дозиметров на основе ядерных эмульсий, исчерпавших эксплуатационный ресурс, на дозиметры типа ДВН-А-01. Сумма затрат на 30 шт. составила 30 000 руб. Дозиметры прошли сертификационные испытания и включены в Гостреестр измерения радиационных факторов.

17.01.2005



Рябов Г.А.

8



## 1.2 Усовершенствования синхроциклотрона

Усовершенствование инфраструктура в 2004 году :

Ремонт  
вестибюля  
корпуса 2а.

Ремонт  
конференц зала  
корпуса 2а

Ремонт крыши  
машинного зала

Ремонт  
измерительного  
зала  
синхроциклотр  
она силами  
PCO

450 тыс.  
руб.

380 тыс.  
руб.



## 2 Протонная терапия

- п **Облучено больных за год – 29**
  - 11 – артериовенозные мальформации головного мозга;*
  - 10 – рак молочной железы;*
  - 6 – рак предстательной железы;*
  - 2 – болезнь Иценко-Кушенка.*

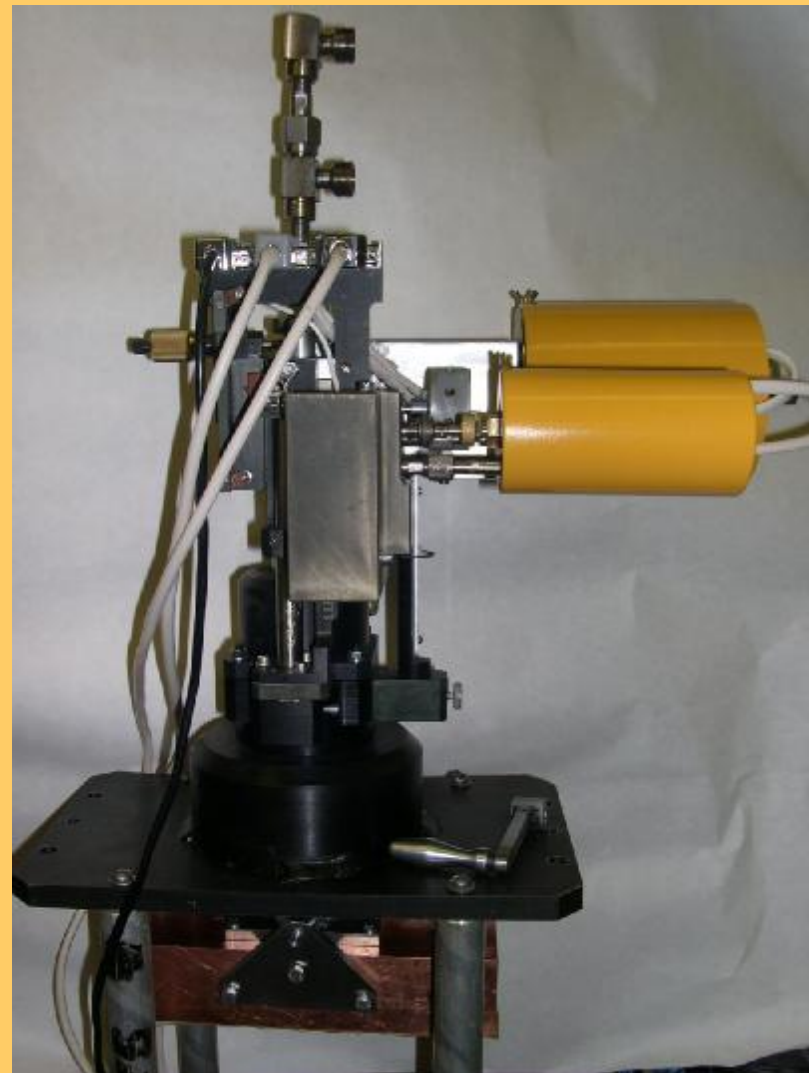
- п **Модернизация и автоматизация комплекса ПЛТ ( губернаторский грант N323-300-2\2001, совместно с ОРЭ, ОНИ)**
  - коллиматоры,*
  - профилометры,*
  - разработка АСУ магнитных элементов.*

## 2 Протонная терапия

### *Коллиматор главного зала*

#### Состояние:

1. Изготовлены все детали в ЦЭО
2. Изготовлены элементы привода на шаговых двигателях и создана программа управления (Муратов)
3. 4 блока проходят обкатку
4. ЦЭО не может изготовить вакуумный корпус всего коллиматора

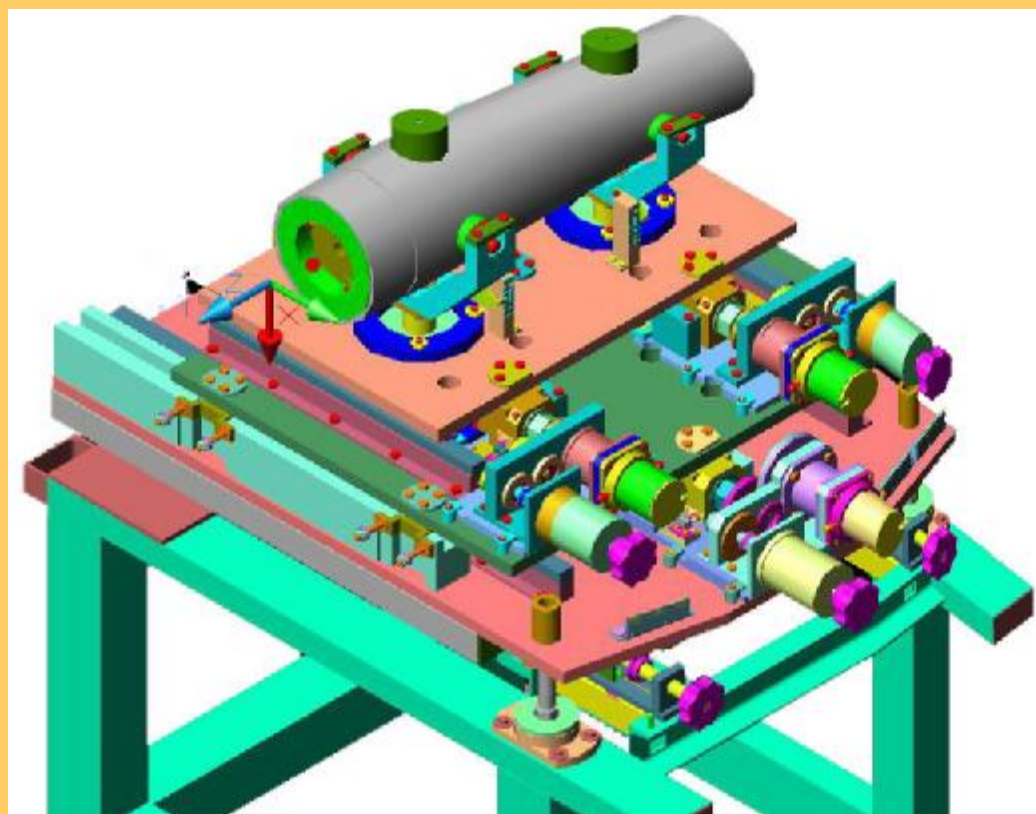


## 2 Протонная терапия

### *Коллиматор экспериментального зала*

#### Состояние:

1. Детали в процессе изготовления в ЦЭО
2. Изготовлены элементы привода на шаговых двигателях и создана программа управления (Муратов)



## 2 Протонная терапия

### *Профилометры*

Состояние:

1. Один профилометр с новым шаговым двигателем проходит испытания механики, электропривода и программы управления (Муратов)



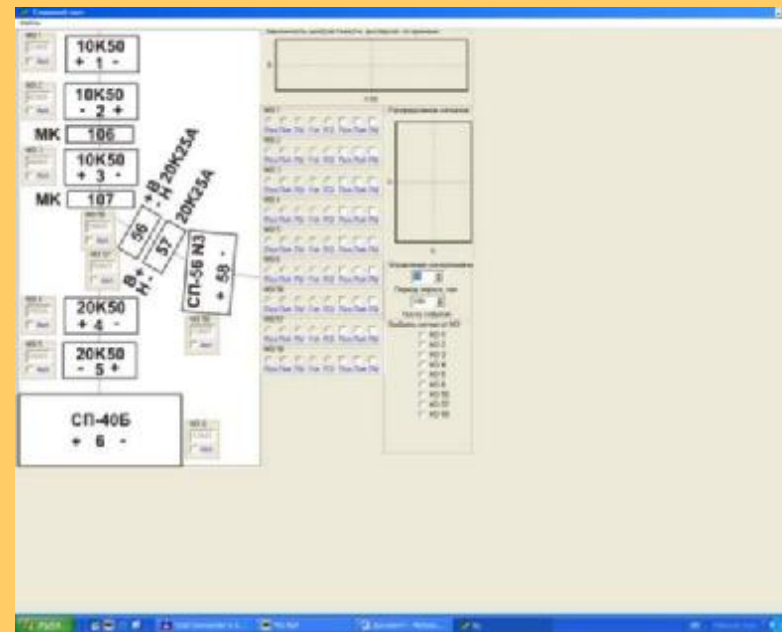
## 2 Протонная терапия

### Разработка АСУ магнитных элементов



#### Состояние:

- В ОРЭ (В. Скаррь) разработано и изготовлено 6 плат.



- В процессе разработки программа управления магнитными элементами (Е. Лобочев)

## 2 Протонная терапия

### **Резюме**

1. **Официально проект закончен и контракт закрыт.**
2. **Выполнен большой объем важных и нужных работ.**
3. **Осталась не выполненной значительная часть работы, в основном связанная с программированием и настройкой системы.**
4. **В связи с окончанием контракта для продолжения работы необходимо найти источники финансирования.**
5. **В 2005 году планируется подать заявку на грант губернатора Ленинградской области на тему : “Разработка и исследование параметров пучка протонов на энергию 200 МэВ для лучевой терапии”**

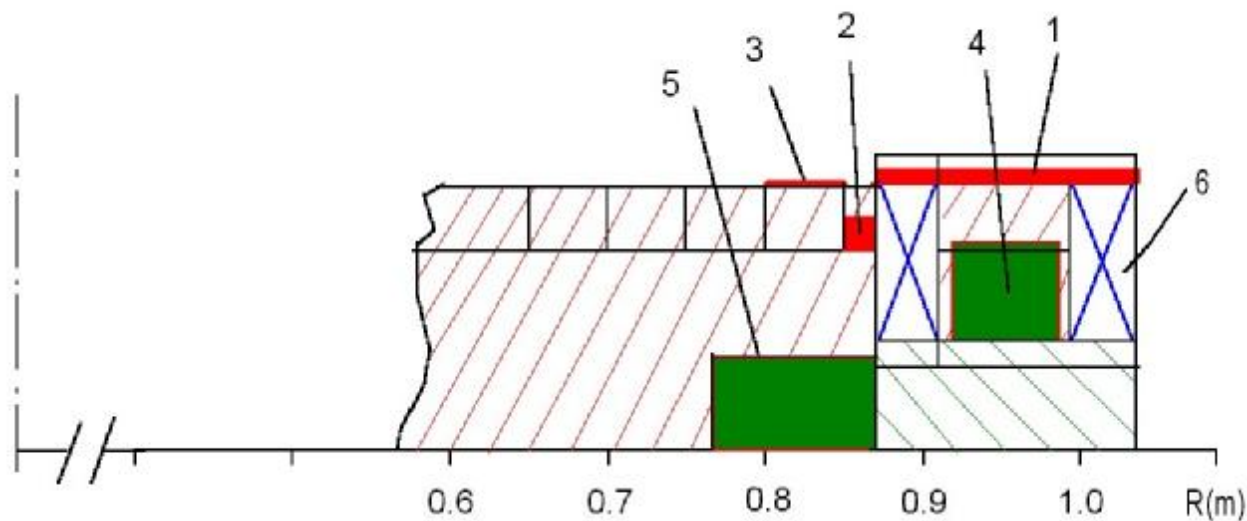
# 3 Изохронный циклотрон ГИЦ

## 3.1 Магнитная система

### Развертка сечения сектора и долины вдоль радиуса

- Секторные накладки:
1. вместо 10 мм накладка - 5 мм;
  2. вместо 18 мм накладка - 9 мм;
  3. добавлено 3 мм.

- Долинные шиммы:
4. внутри гармонической обмотки  $h = 45$  мм;
  5. дополнительный шимм  $h = 45$  мм;
  6. гармоническая обмотка.



Произведен подбор шимм по измерениям в одном секторе для получения изохронного поля на конечных радиусах 55-80 см.

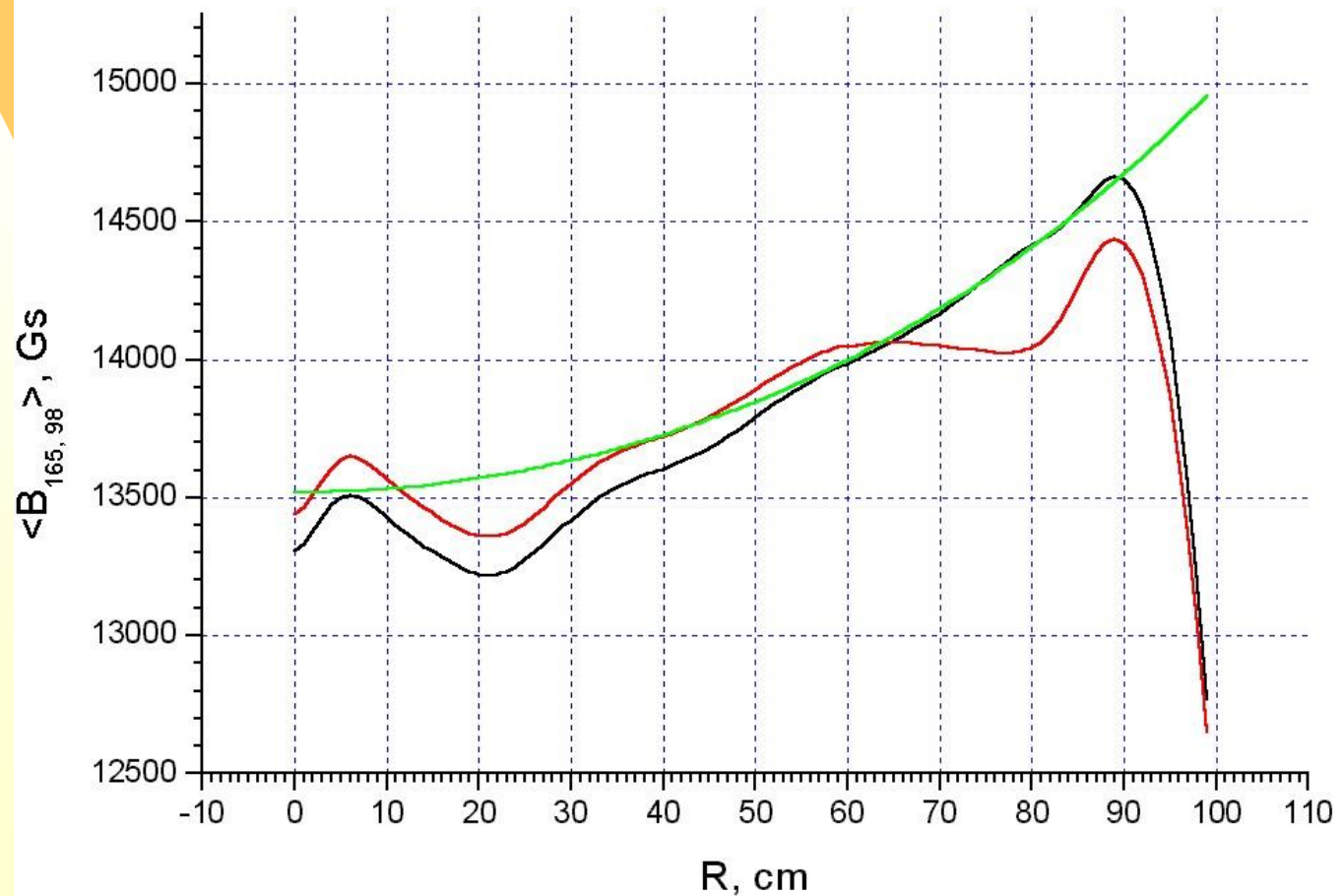
Изготовлен набор подобранных шимм на все сектора.  
Стоимость материала 25 тыс. руб., зарплата 10 тыс. руб.



# 3 Изохронный циклотрон ГИЦ

## 3.1 Магнитная система

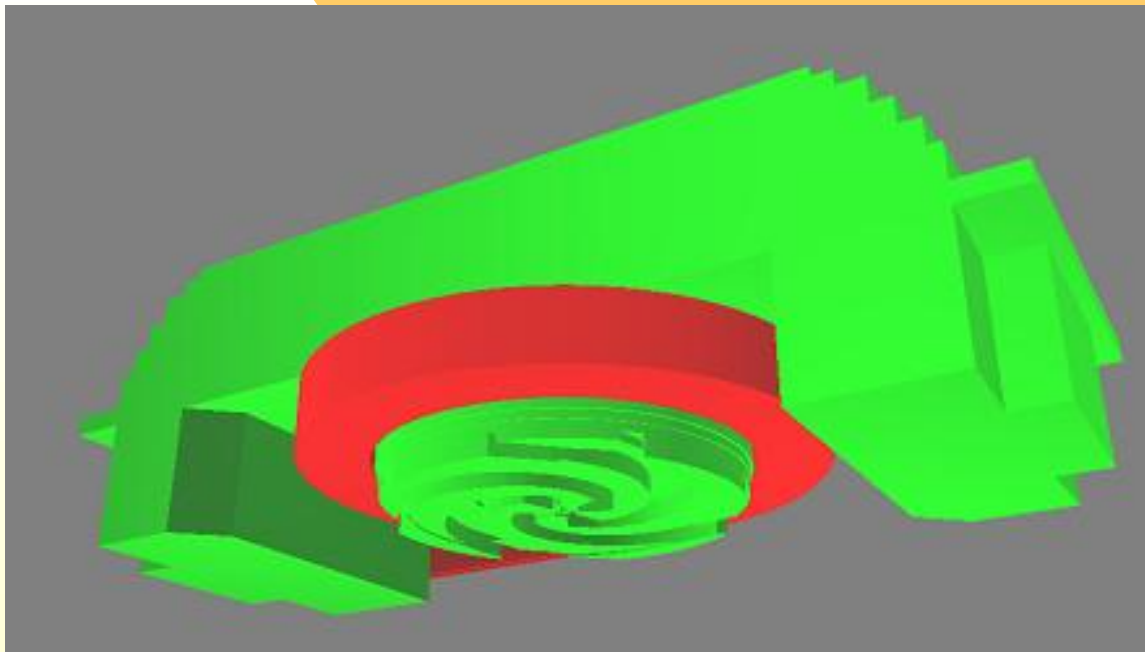
Результаты шиммирования среднего поля на последних радиусах.



# 3 Изохронный циклотрон ГИЦ

## 3.1 Магнитная система

3D расчеты магнитного поля.



Цель: упростить подбор шимм и сократить мех. работы.

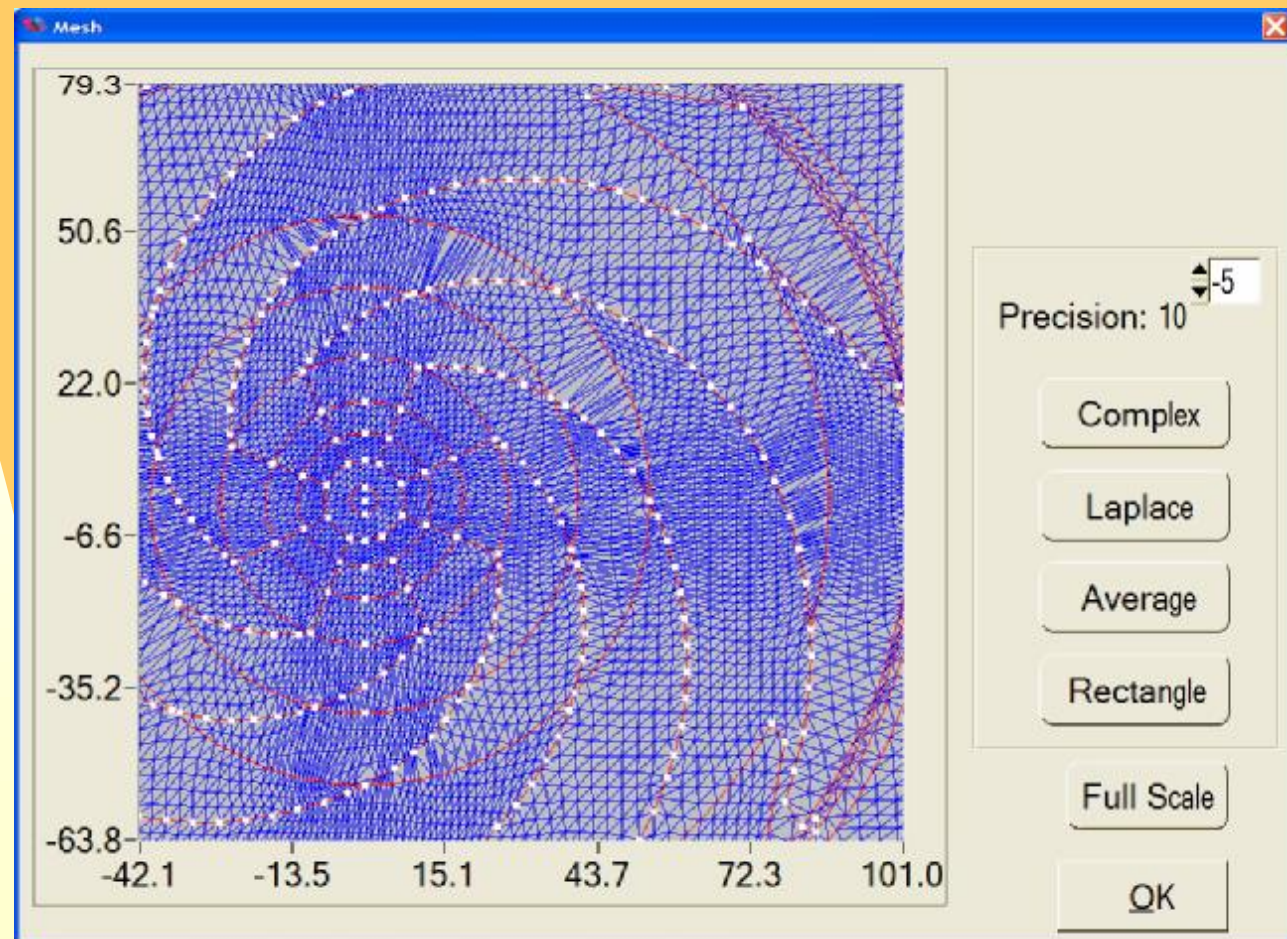
(Программа MERMAID, автор А.Н. Дубровин, Новосибирск, 60000руб., 5 млн. узлов, скорость счета – 3 GHz, оперативная память – 2GByte, время счета - часы)

# 3 Изохронный циклотрон ГИЦ

## 3.1 Магнитная система

3D расчеты магнитного поля.

Фрагмент  
сетки

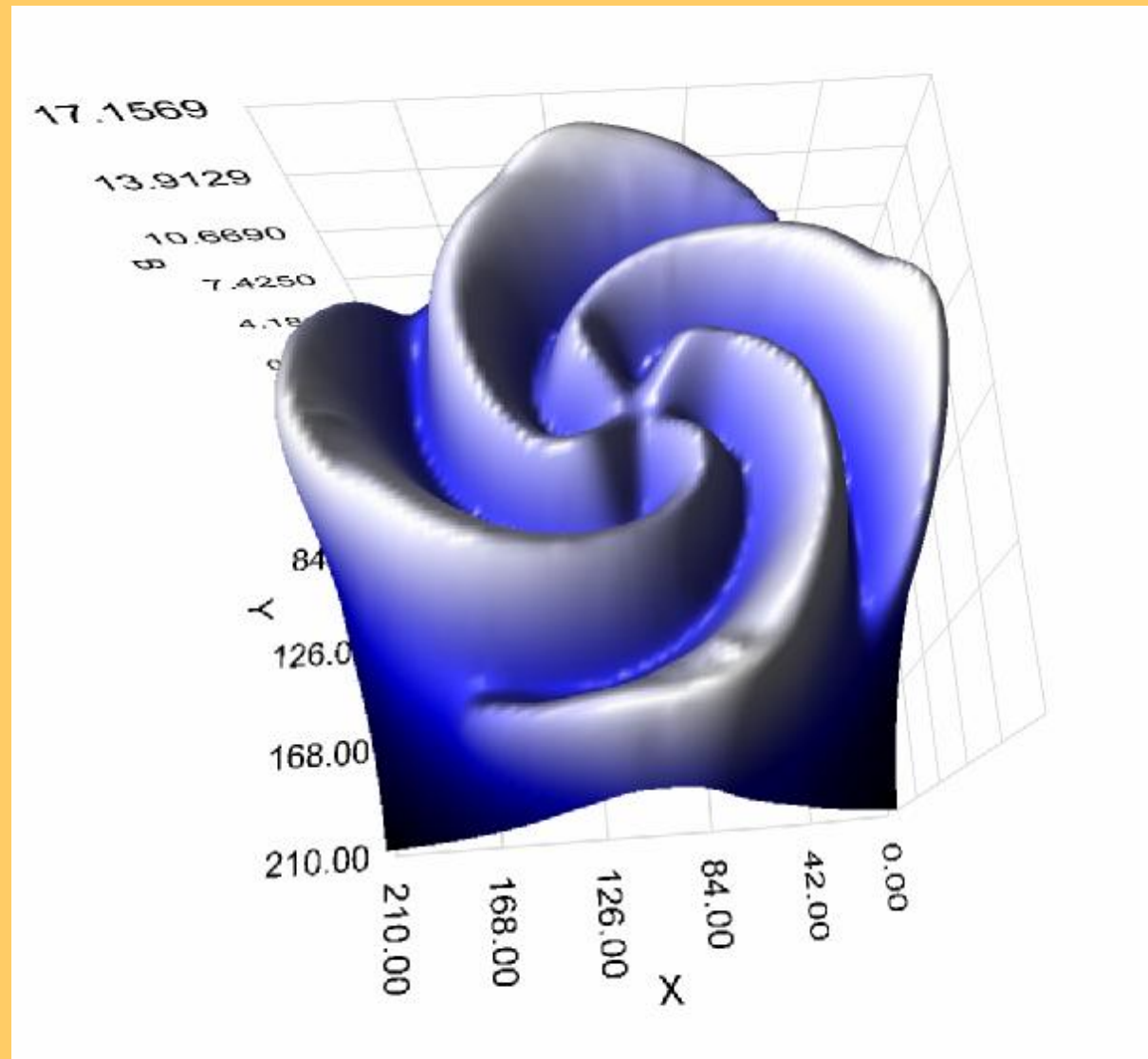


# 3 Изохронный циклотрон ГИЦ

## 3.1 Магнитная система

3D расчеты  
магнитного поля.

3D график  
расчетного  
магнитного  
поля

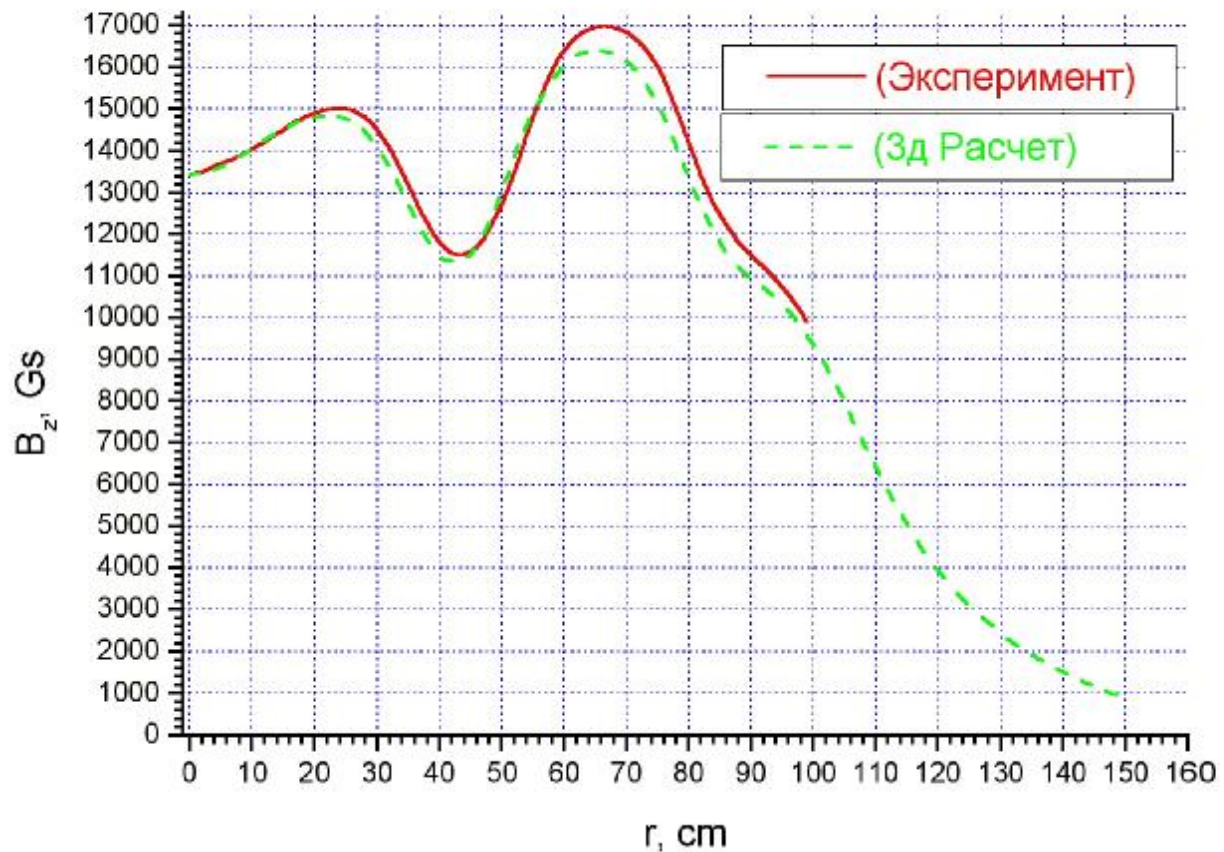


# 3 Изохронный циклотрон ГИЦ

## 3.1 Магнитная система

3D расчеты магнитного поля.

Сравнение  
результатов  
расчета с  
эксперименталь-  
ными  
измерениями  
магнитного  
поля вдоль  
радиуса



# 3 Изохронный циклотрон ГИЦ

## 3.1 Магнитная система

Перешлифовка положения балки относительно боковых стоек магнита с помощью фрезерного станка с магнитной фиксацией (пр-во США, стоимость 70 тыс. руб.).



# 3 Изохронный циклотрон ГИЦ

## 3.2 ВЧ система.

Проведены расчеты четверть волнового и полуволнового коаксиальных резонаторов (фидера связи) для связи высокочастотного генератора (ГВЧ) мощностью 40 кВт с дуантом. Расчеты проверены и откорректированы на полномасштабных макете дуанта и фидере связи. Отработана методика настройки совместно с ГВЧ, фидером связи и дуантом.



# 3 Изохронный циклотрон ГИЦ

## 3.2 ВЧ система.

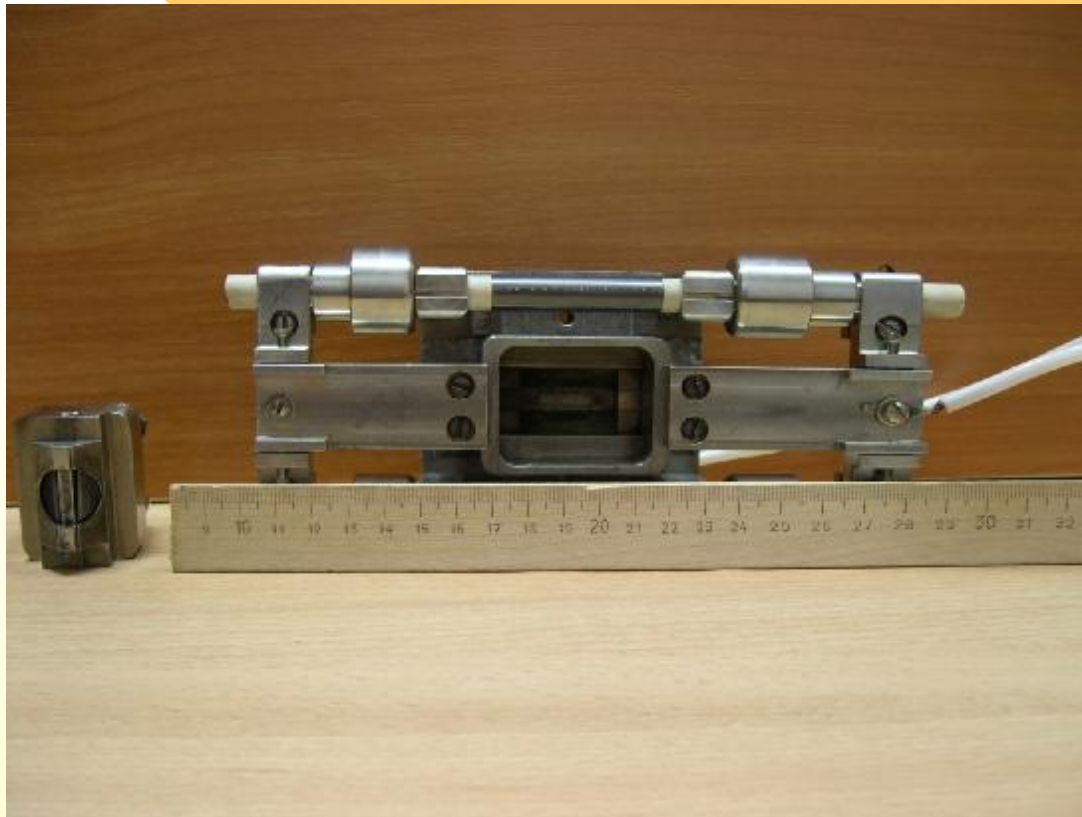
Разработана схема и изготовлен шкаф быстродействующей защиты генераторной лампы в системе анодного питания высокочастотных генераторов ГИЦ со следующими параметрами: ток ограничения разряда  $\leq 40$  А, время срабатывания  $\leq 5$  мсек, рабочее напряжение  $\leq 12$  кВ.





## 3 Изохронный циклотрон ГИЦ

### 3.2 H<sup>-</sup> источник.



В 2003 году установлено, что для получения в ППИ H<sup>-</sup> ионов с током 3 мА необходимо увеличить мощность разряда до 1 кВт и ввести охлаждение анода и катода. В 2004 году введено охлаждение анода дисциллированной водой под давлением 10 Атм. Стоимость насоса на 10 Атм. и теплообменника ~ 70 тыс.руб.

Получен в нестабильном режиме ток > 3 мА. Остается решить вопрос о долговременном режиме работы.

## 4 Договора с НИИЭФА и “Электронстандарт”

### 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.

Оценка стоимости изготовления ГИЦ.

В 2005 году планируется продолжение договора.

В 2004 году выполнено две договорных работы по облучению компонент радиоэлектроники для предприятия “Электронстандарт”.

Стоимость работ 180 тыс. руб.

## 5 Малые ускорители.

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

Кроме того на ЭСУ проведены исследования:

1. Механизмов старения газоразрядных детекторов для экспериментов на ЛНС ( с ОФВЭ),
2. Старения электродов водородной камеры для мю – катализа (А.А.Воробьев, Г.Г.Семенчук).
3. Полупроводниковых материалов для микроэлектроники (совместно с ФТИ РАН).

В 2004 году опубликовано 4 печатных работы.

# Список публикаций Ускорительного Отдела в 2004 году.

1. Н.К.Абросимов, В.Г.Вовченко, В.А.Елисеев, Е.М.Иванов, Ю.Т.Мионов, 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.

2. G.A.Riabov, V.G.Riabov, M.G.Tverskoy.

"Application of Monte-Carlo method for simulation and optimization of beam lines". 8-th ICAP (International Computational Accelerator Physics Conference), 29 June - 2 July, St.Petersburg, с.169.

3. Г.Ф.Михеев

"Разработка ВЧ ускоряющей системы для изохронного циклотрона Н<sup>+</sup> ионов на энергию 80 МэВ. Часть 1. Выбор структуры и расчет".

Препринт ПИЯФ-2580, ПИЯФ РАН, Гатчина, 2004 , 26 с.

4. Г.Ф.Михеев

"Разработка ВЧ ускоряющей системы для изохронного циклотрона Н<sup>+</sup> ионов на энергию 80 МэВ. Часть 2. Исследование на моделях и выбор конструкции",  
Препринт ПИЯФ-2582, ПИЯФ РАН, Гатчина, 2004, 29 с.

5. N.Andronenko, M.N.Andronenko, V.D.Domkin, B.L.Gorshkov, A.V.Kravtsov, Yu.T.Mironov, V.R.Resnik, G.E.Solyakin

"Fragment Isotopic Distributions from Nuclear Disintegrations Induced in Direct and Inverse Kinematics". Препринт ПИЯФ-2004, 2562, ПИЯФ РАН, Гатчина, 2004.

6. Ю.Т.Мионов

"Вода - это жизнь". Сборник "Экология. безопасность. Жизнь", выпуск №15, 2004 г.(в печати).

# Список публикаций Ускорительного Отдела в 2004 году.

7. V.Yu.Davydov, A.A.Klochikhin, V.V.Emtsev, A.N.Smirnov, V.F.Yagovkina, V.M.Lebedev.

"X-Ray, RBS and Raman Studies of hexagonal InN and InGaN alloys". Proceedings of 12-th International Symposium "Nanostructures: Physics and Technology". St.Petersburg, Russia. June 21-25, 2004. P.381-382.

8. Ю.К.Ундалов, Е.И.Теруков, О.Б.Гусев. В.М.Лебедев, В.Х.Кудоярова

"Влияние площади эрбиевой мишени и кислорода на состав пленок  $\alpha\text{-SiO}_x\text{:H<Er>}$ , полученных dc-магнетронным способом, и интенсивность фотолюминесценции эрбия". Сборник трудов IV Международной конференции "Аморфные и микрокристаллические полупроводники". Санкт-Петербург, 5-7 июля 2004 г. с.71-72.

9. В.М.Лебедев "Определение стехиометрии пленок ядерно-физическими методами". Сборник трудов IV Международной конференции "Аморфные и микрокристаллические полупроводники". Санкт-Петербург, 5-7- июля 2004 г. С.329-330.

10. Л.Е.Гамарц, В.М.Лебедев, В.А.Мошников, Д.Б.Чеснокова.

"Определение профиля диффузии кислорода в поликристаллических слоях селенида свинца методами ядерного микроанализа". ФТП, 2004. Т.38. Вып.10. С.1195-1198.

11. Н.К.Абросимов

"Создание и дальнейшее усовершенствование синхроциклотрона на энергию 1ГэВ ПИЯФ РАН". Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора тех.наук. ПИЯФ РАН, С.Петербург, 2004, 39 с. Диссертация - НИИЭФА им.Д.В.Ефремова. 2004, 234 С.

12. Н.К.Абросимов, В.Г.Вовченко, В.А.Елисеев, Е.М.Иванов, Ю.Т.Миронов, Г.А.Рябов, М.Г.Тверской, Ю.А.Честнов

"Расчет и экспериментальное исследование пучка протонов с энергией 200-900 МэВ, полученного путем торможения 1000 МэВ протонов в поглотителе". Припринт ПИЯФ №2525,2003

н **Успехов в  
Новом Году !**



н **Спасибо за  
внимание!**