

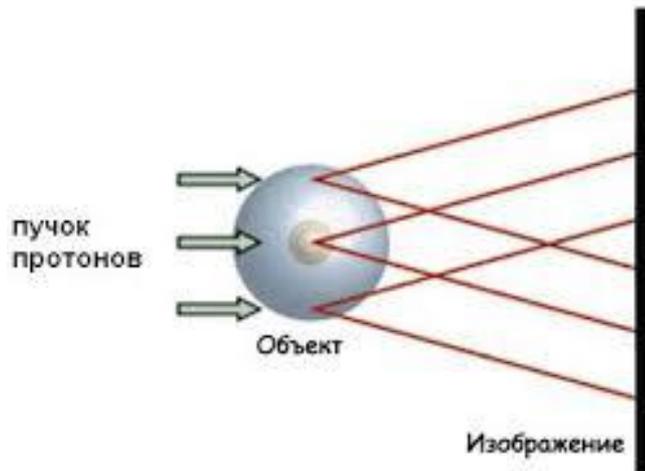
**Национальный исследовательский ядерный
университет «МИФИ»**

Факультет теоретической и экспериментальной физики
Кафедра физики экстремальных состояний вещества

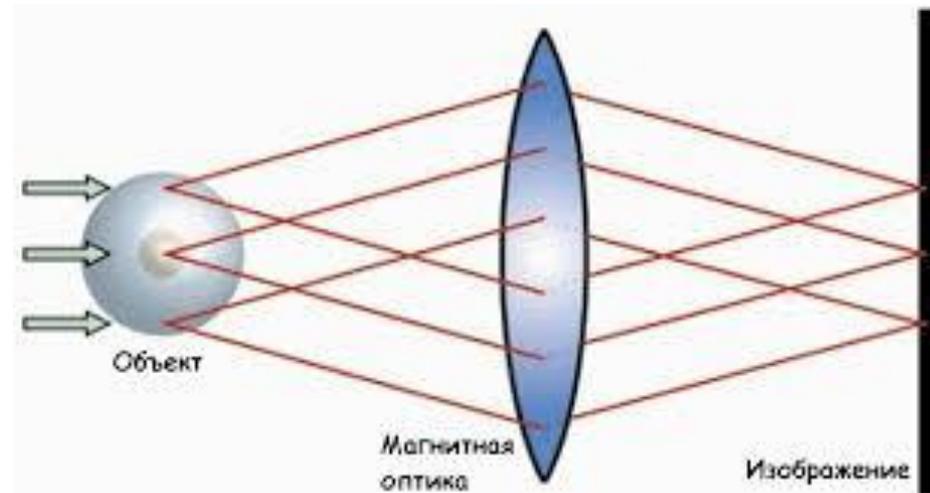
**«Численное моделирование в среде
Geant4 элементов протонной
радиографической установки»**

Студент группы Т07-60: Скобляков А. В.
Научный руководитель: Канцырев А. В.

Методика протонной радиографии



Размытое протонной изображение



Компенсация размытия протонного изображения с помощью магнитной оптики

Преимущества протонной радиографии над рентгеном:

- Высокая проникающая способность (до 200 г/см^2 (10 мкм) при энергии пучка 800 МэВ)
- Высокое пространственное разрешение

Схема протонно-радиографической установки

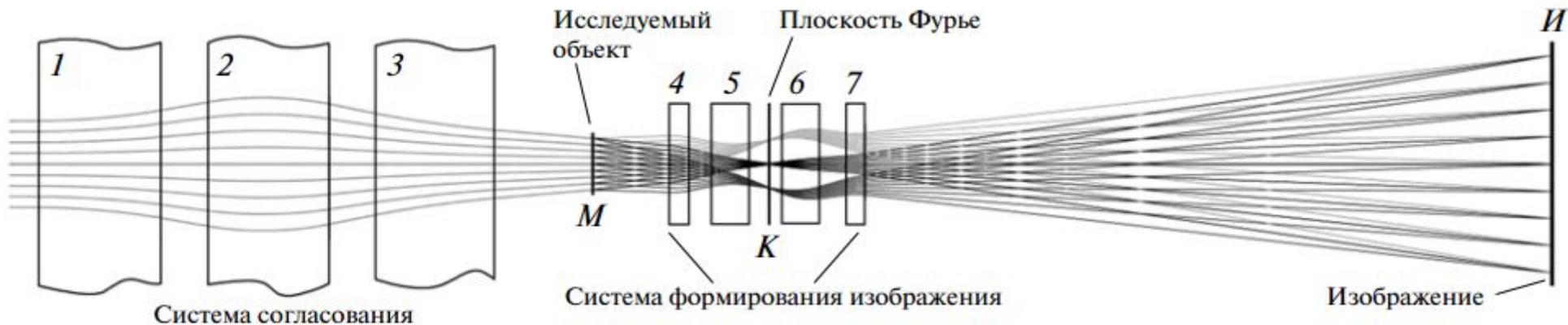
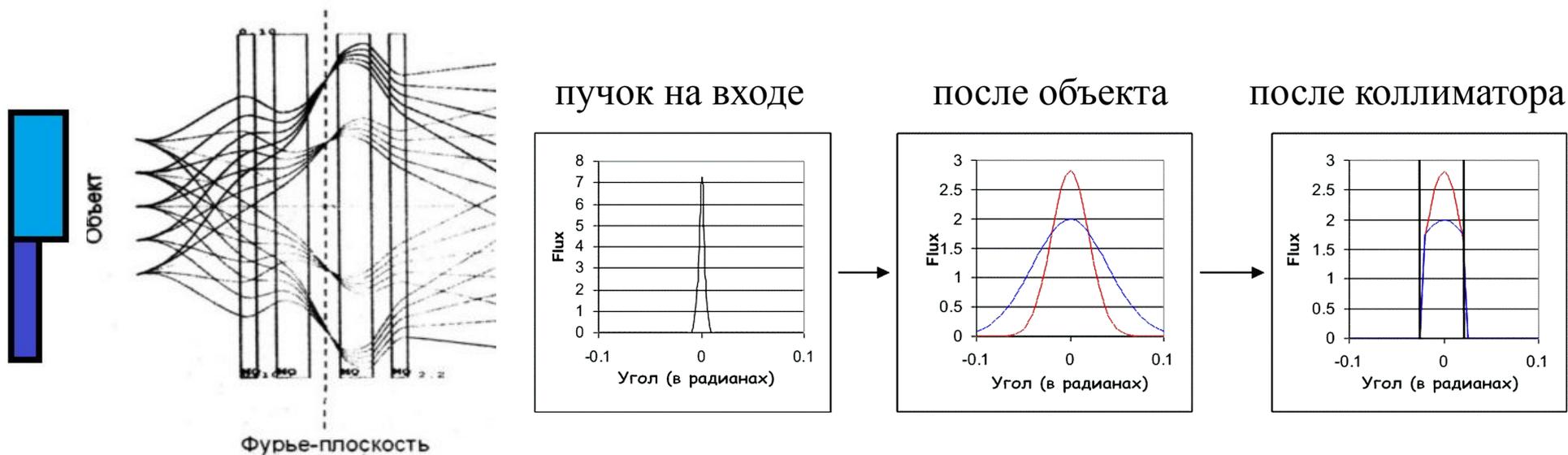
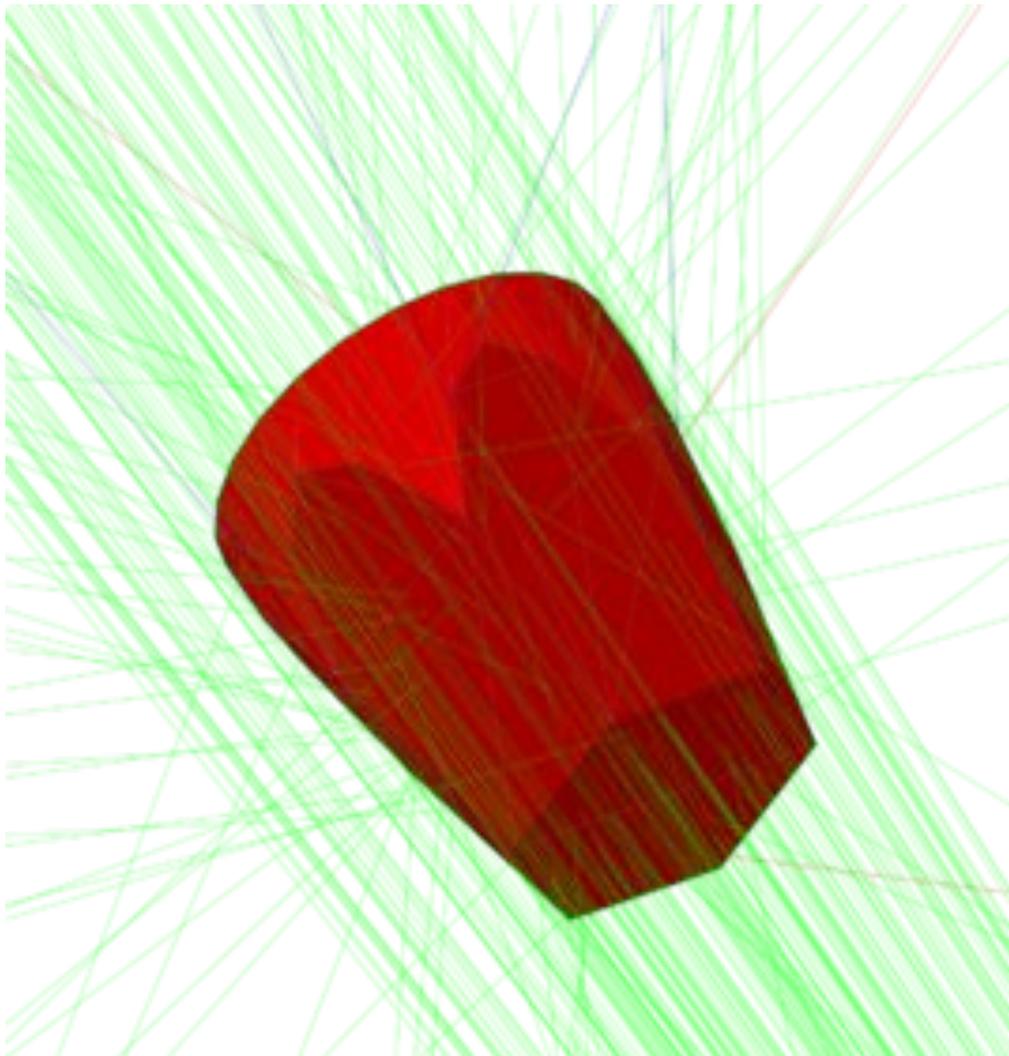


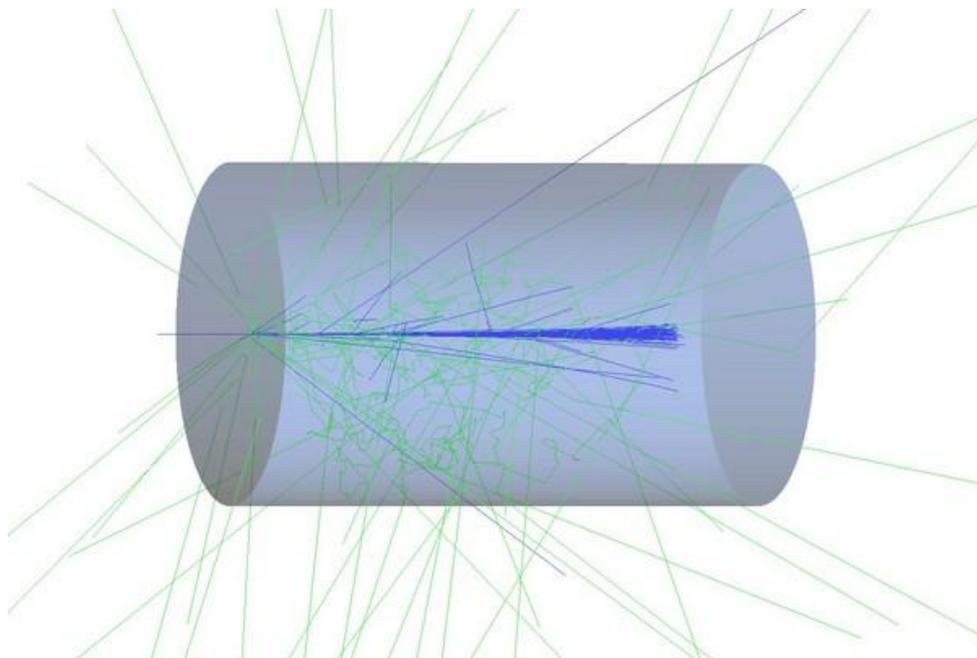
схема расположения магнитных элементов и траектория пучка протонного микроскопа



Система GEANT4



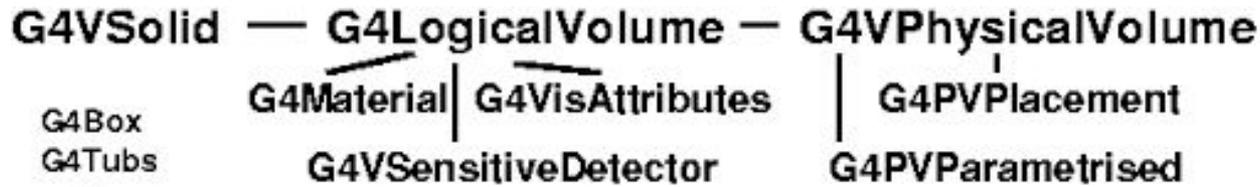
GEANT4 - это система библиотек для компьютерного моделирования процессов прохождения элементарных частиц через вещество с использованием методов Монте-Карло.



Освоение GEANT4

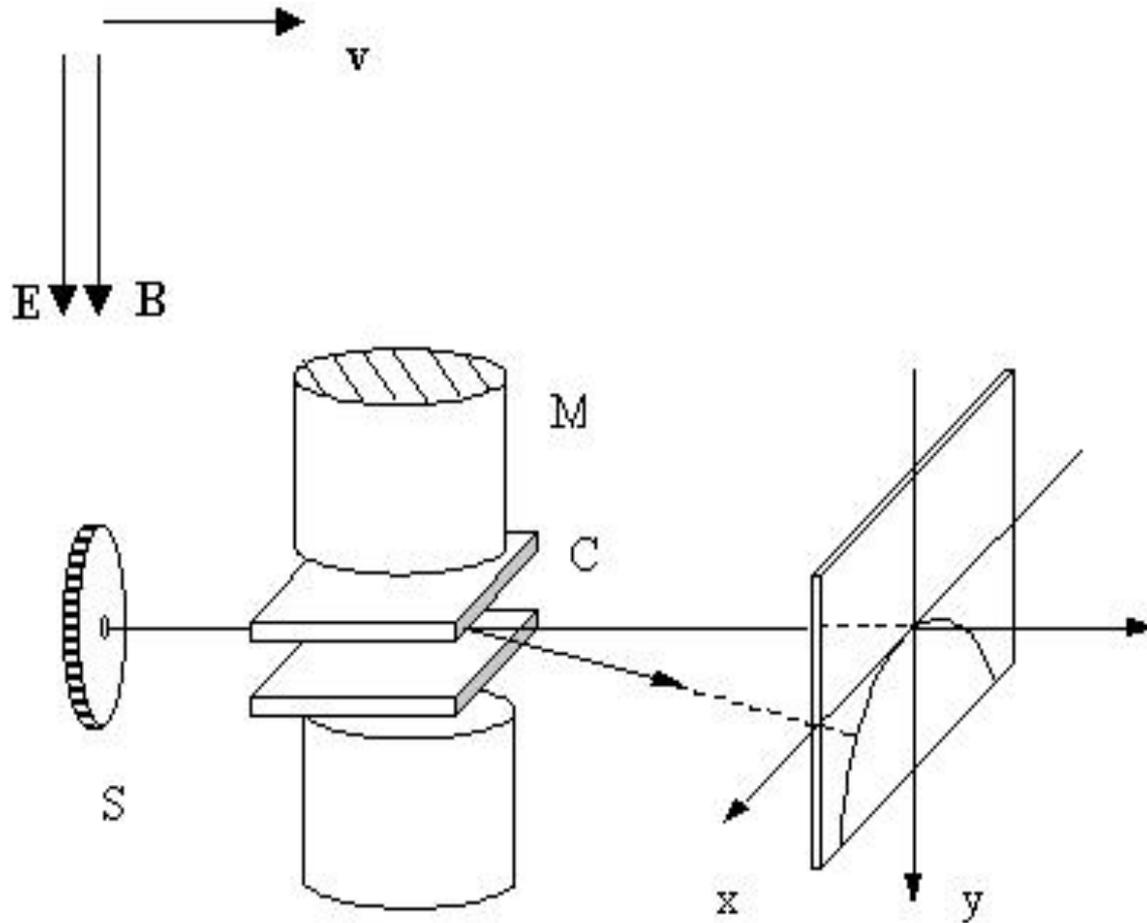
За время работы в Geant4 научился:

- Задавать и менять геометрию системы



- Задавать источник первичных частиц (его форму, энергетическое распределение, направление распространения, сорт частиц и т. д)
- Задавать идеальный детектор
- Подключать различные процессы взаимодействия частиц с исследуемым веществом
- Снимать различные данные с детектора (угловое, энергетическое и пространственное распределение)
 - Задавать электрические и магнитные поля
- Строить квадрупольные линзы

Модельный эксперимент – масс-спектрометр (параболы Томсона)

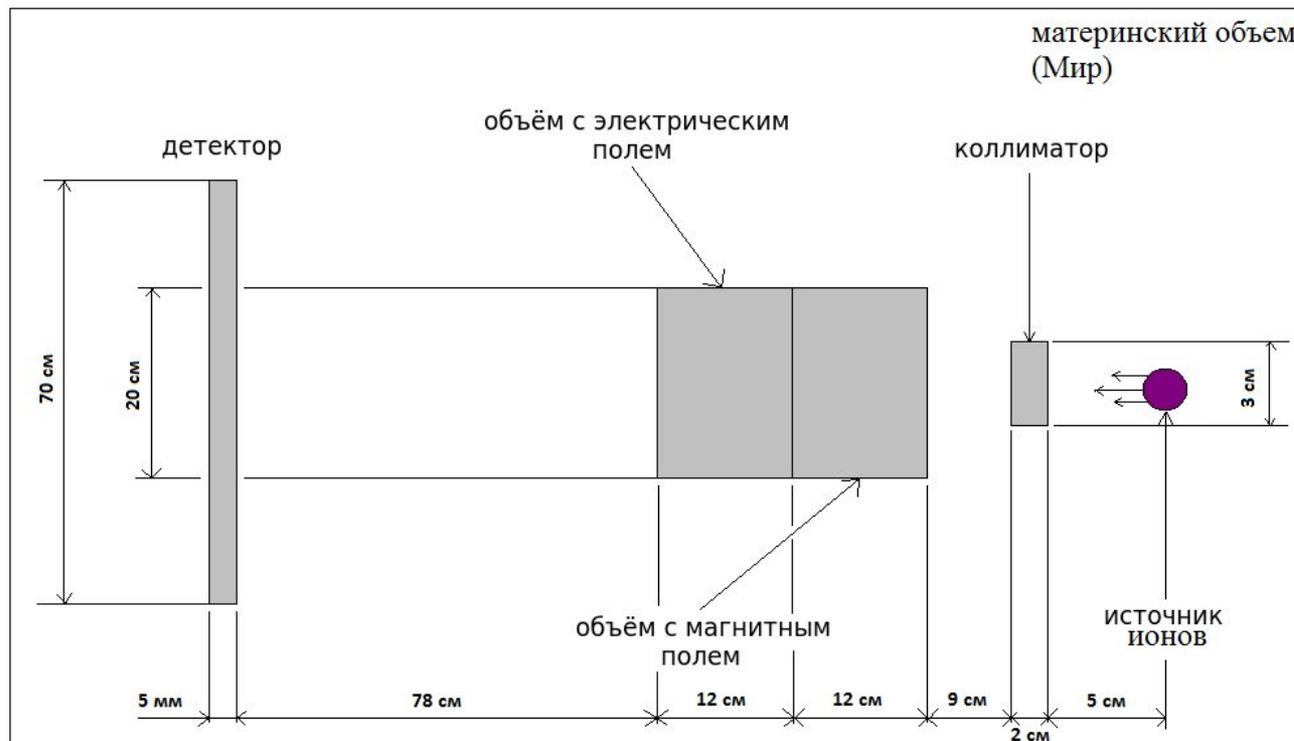


Метод парабол Томсона сводится к отклонению частиц в однородных электростатическом и магнитном полях, параллельных друг другу.

Описание модели эксперимента по получению парабол Томсона в Geant4

Модель в системе GEANT4 состоит из следующих частей:

1. Материнский объем (мир)
2. Источник протонов
3. Исследуемая система:
 - Коллиматор
 - Объем с магнитным полем
 - Объем с электрическим полем
4. Детектор (сцинтиллятор)



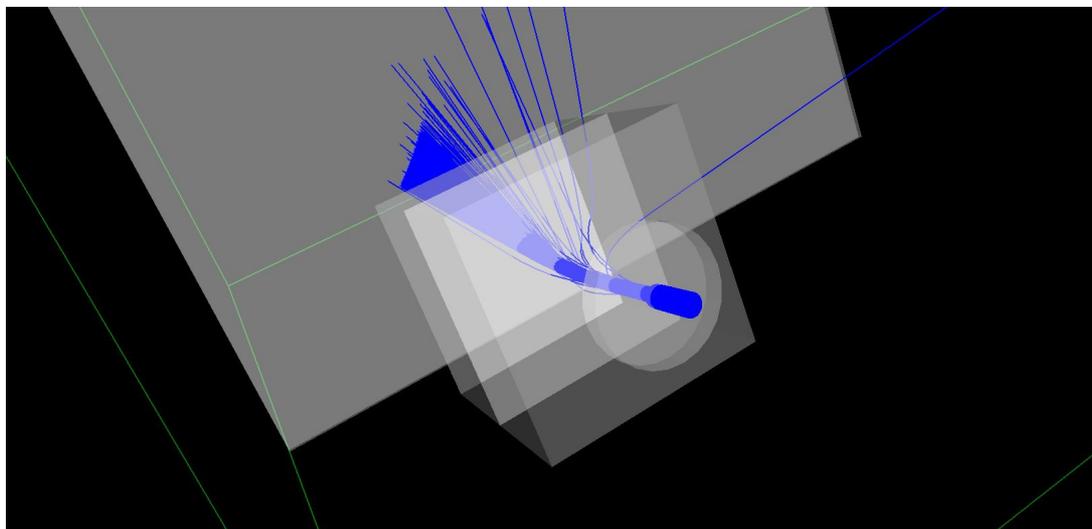
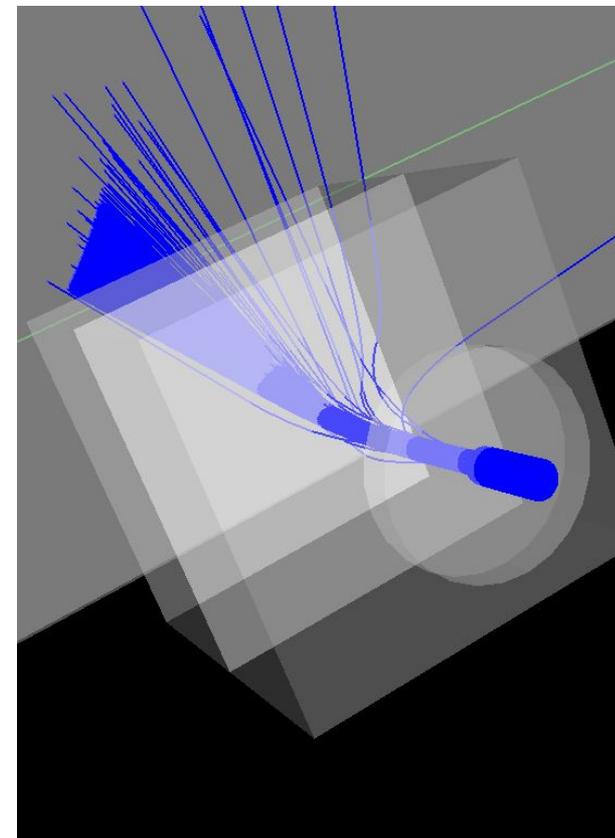
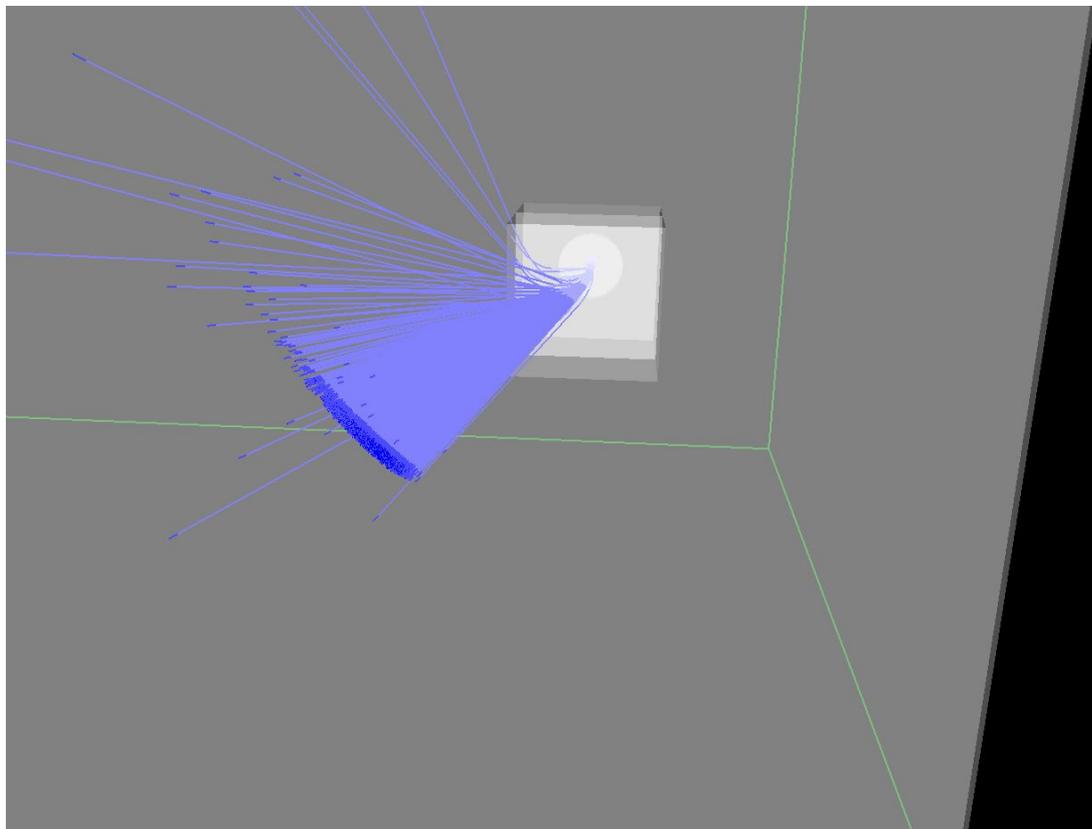
Величина электрического поля - 500 кВ/см.

Величина магнитного поля - 20000 Гс.

Расчёт проводится для 1000000 ионов He^+ , C^+ , Na^+ со средней энергией 50 MeV, имеющей Гауссово распределение с шириной на полувысоте равной 5 MeV.

Модель установки для получения парабол Томсона

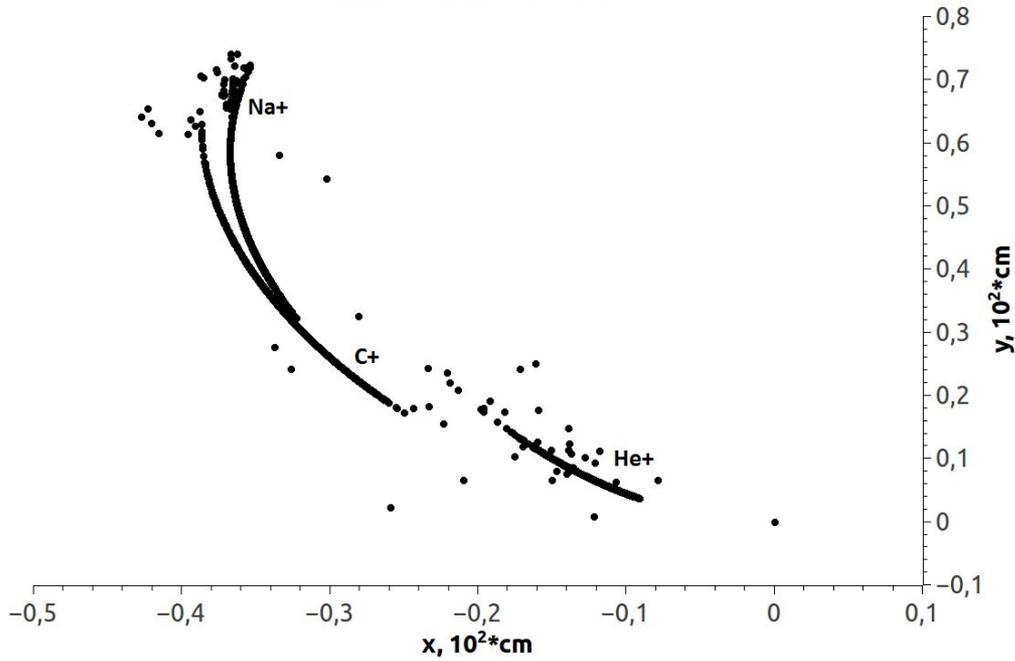
Результаты моделирования эксперимента



Запуск 1000000 ионов He^+
(показан в vtm1 визуализации)

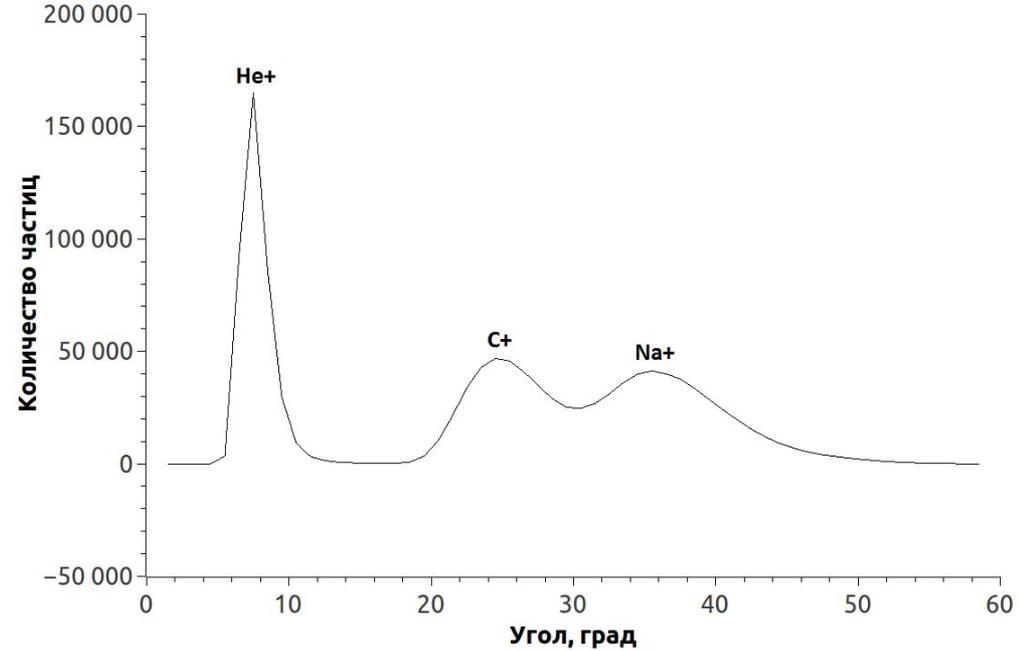
Результаты эксперимента

Параболы Томсона



Параболы Томсона для различных ионов

Угловое распределение



Угловое распределение ионов после прохождения полей

Заключение

При выполнении научно-исследовательской работы освоил систему компьютерного моделирования прохождения элементарных частиц через вещество GEANT4:

Разработал основные способы задания электрического и магнитного полей.

Разработал модель эксперимента по спектрометрии ионного пучка (параболы Томсона).

Разработал программу для построения углового и энергетического распределения ионов после прохождения электромагнитного поля

В следующем семестре планируется продолжить работу по изучению системы Geant4 с переходом к модели протонно-радиографической установки (изучить методы создания мультипольных линз, провести моделирование установки для протонной радиографии, сравнить результаты с расчетами в Кози инфинити, и GEANT3, сравнить модель полученную в Geant4 с результатами реальных экспериментов по протонной радиографии.)