

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
<<Национальный исследовательский ядерный университет <<МИФИ>>

ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА НА ТЕМУ:

МОНТЕ-КАРЛО МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЗИТРОННОГО ТОМОГРАФА НА ОСНОВЕ
СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ КРИСТАЛЛОВ GAGG(Ce)

Научный руководитель
к. ф.-м. н.
Гробов А.В.

Выполнил
студент группы М19-115
Левашко Н.М.



Москва 2021

Содержание

- Позитронно-эмиссионная томография
- Геометрия установки
- Кристалл GAGG(Ce)
- Процесс моделирования
- Алгоритмы восстановления позиции

Позитронно-эмиссионная томография

Позитронно-эмиссионная томография - это метод медицинской визуализации, используемый для получения трехмерных изображений внутренних органов и частей тела испытуемых. Он основан на детектировании двух гамма-квантов с энергией 511 кэВ, испускаемых вследствие аннигиляции электрона с позитроном.

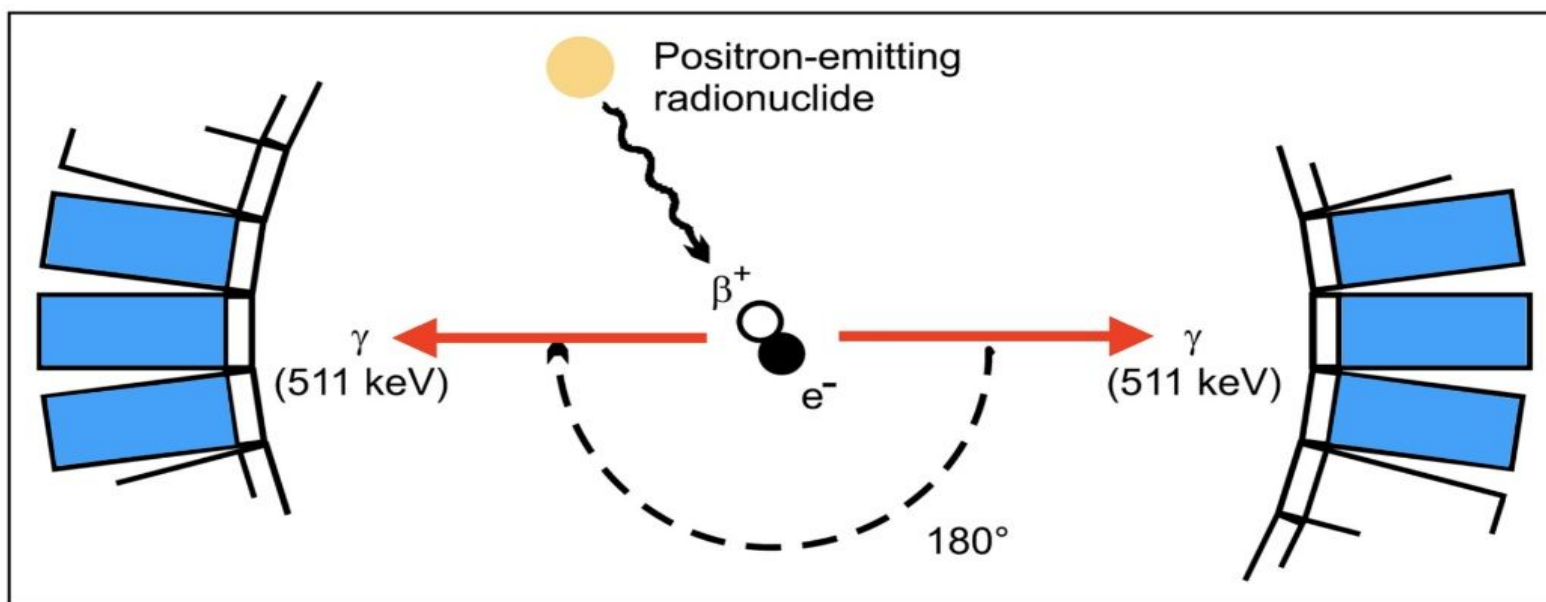
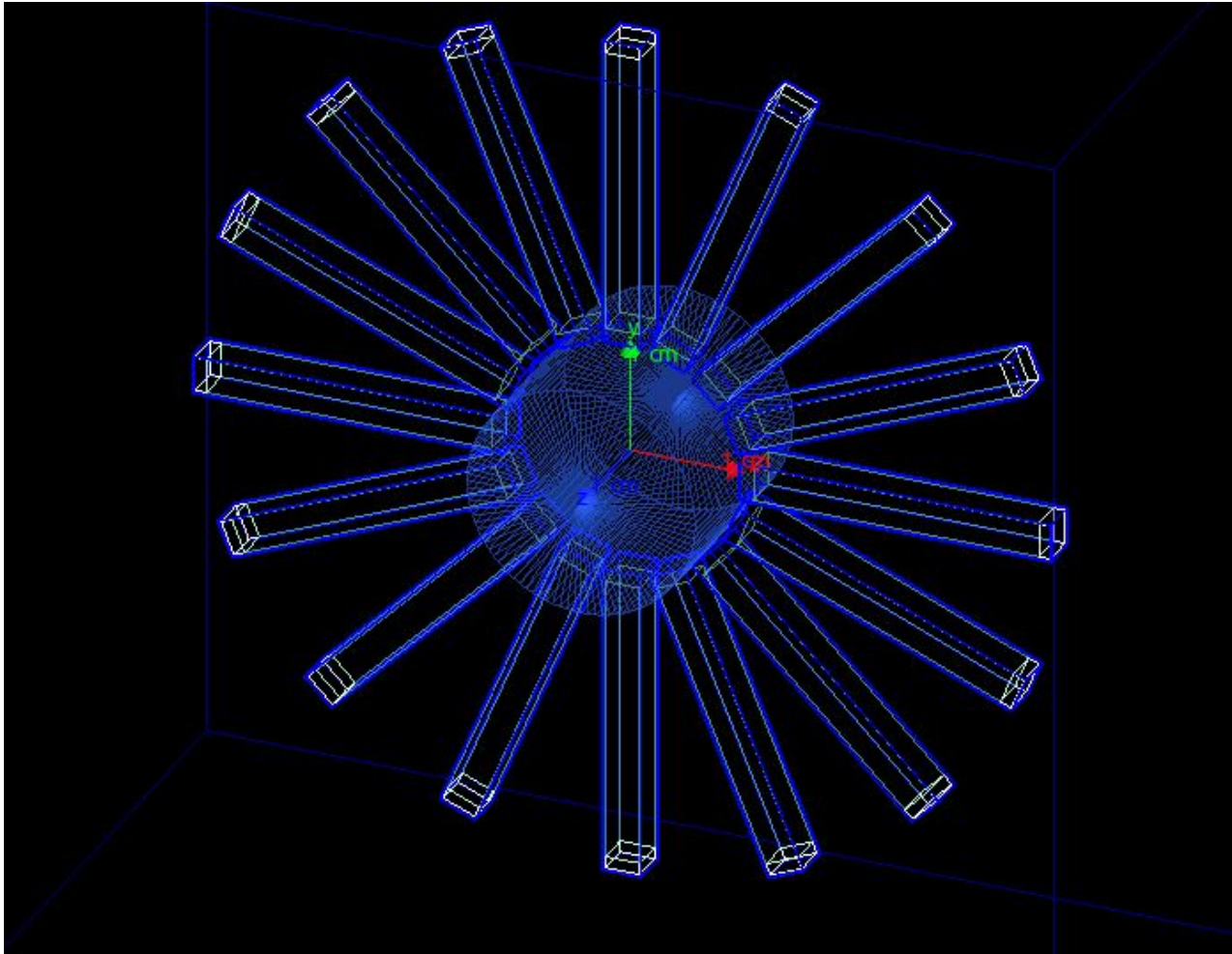


Рис.1 Процесс аннигиляции электрона и позитрона

Геометрия установки



- кристалл GAGG(Ce)-
3x3x25 мм
- SiPM - 3x3x1 мм
- водный цилиндр -
 $r = 10\text{мм}$, $h = 20\text{мм}$

Рис.2 Модель кольца детектора

Кристалл GAGG(Ce)

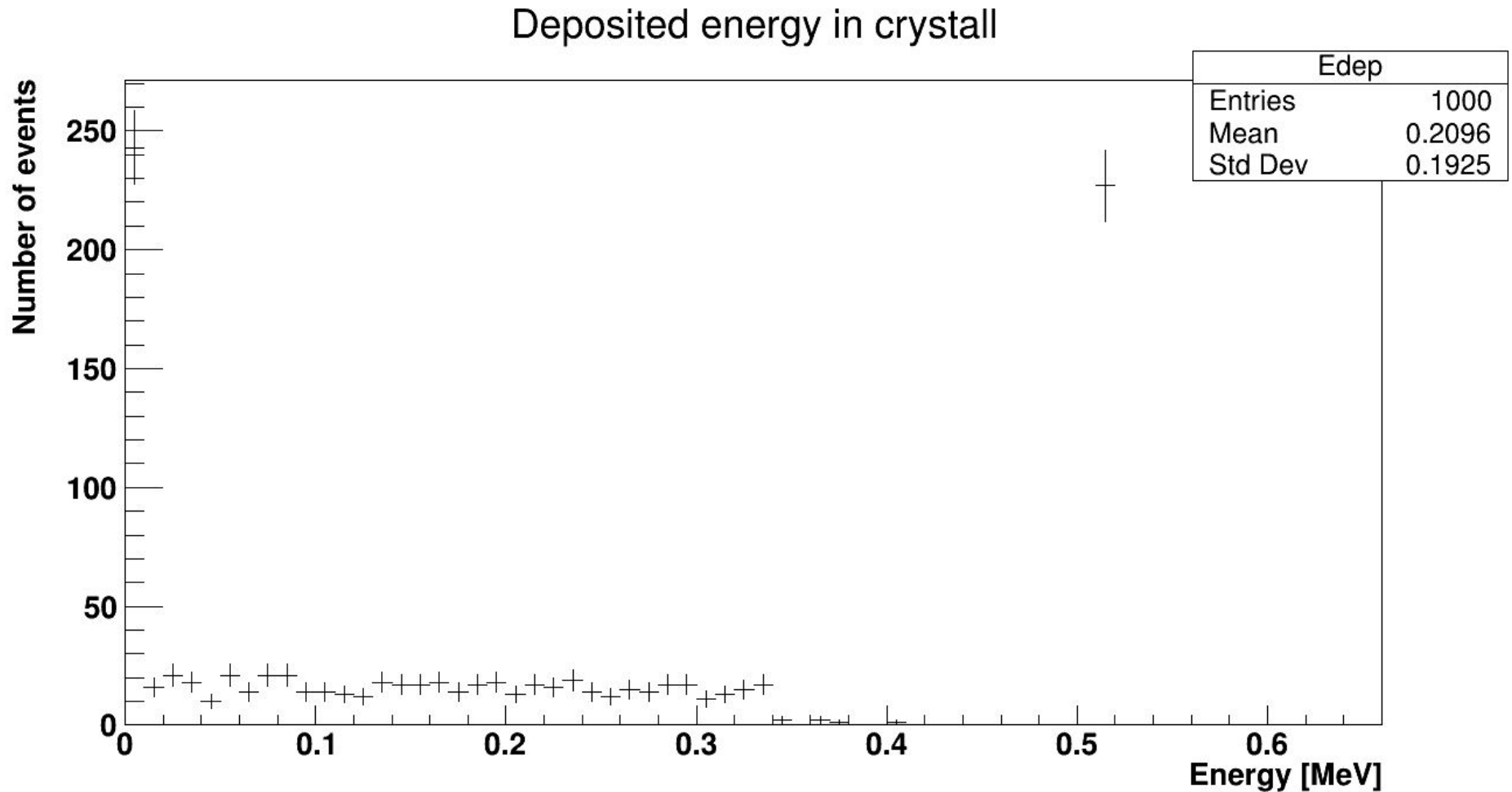


Рис.3 Поглощенная энергия в кристалле

Эффективность регистрации в фотопике $22.5 \pm 1.5 \%$

Процесс моделирования

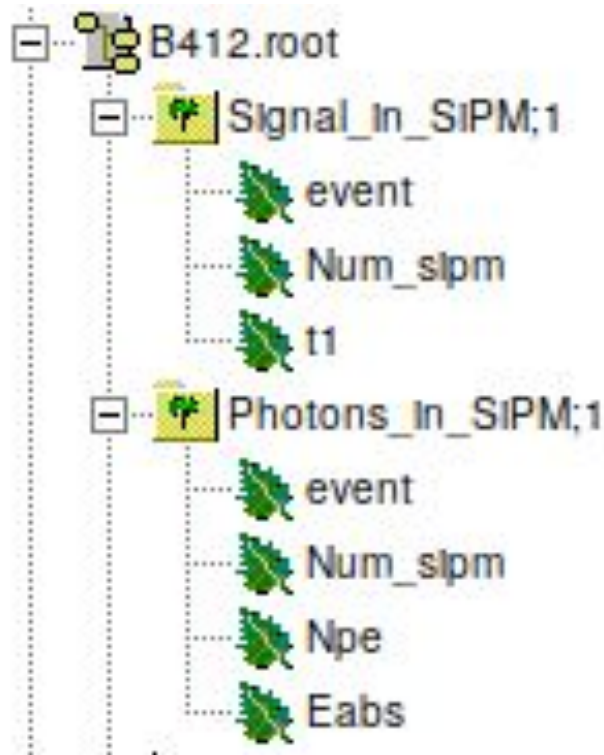


Рис. 4 Структура ROOT файла и записываемой в него информации

Было смоделировано 4 набора данных:

- 5 миллионов событий с водным цилиндром, позиция источника - в центре установки
- 5 миллионов событий с водным цилиндром, позиция источника - 5. 5. 0. мм
- 1 миллион событий без водного цилиндра, позиция источника - в центре установки
- 1 миллион событий без водного цилиндра, позиция источника - 5. 5. 0. мм

Алгоритмы реконструкции

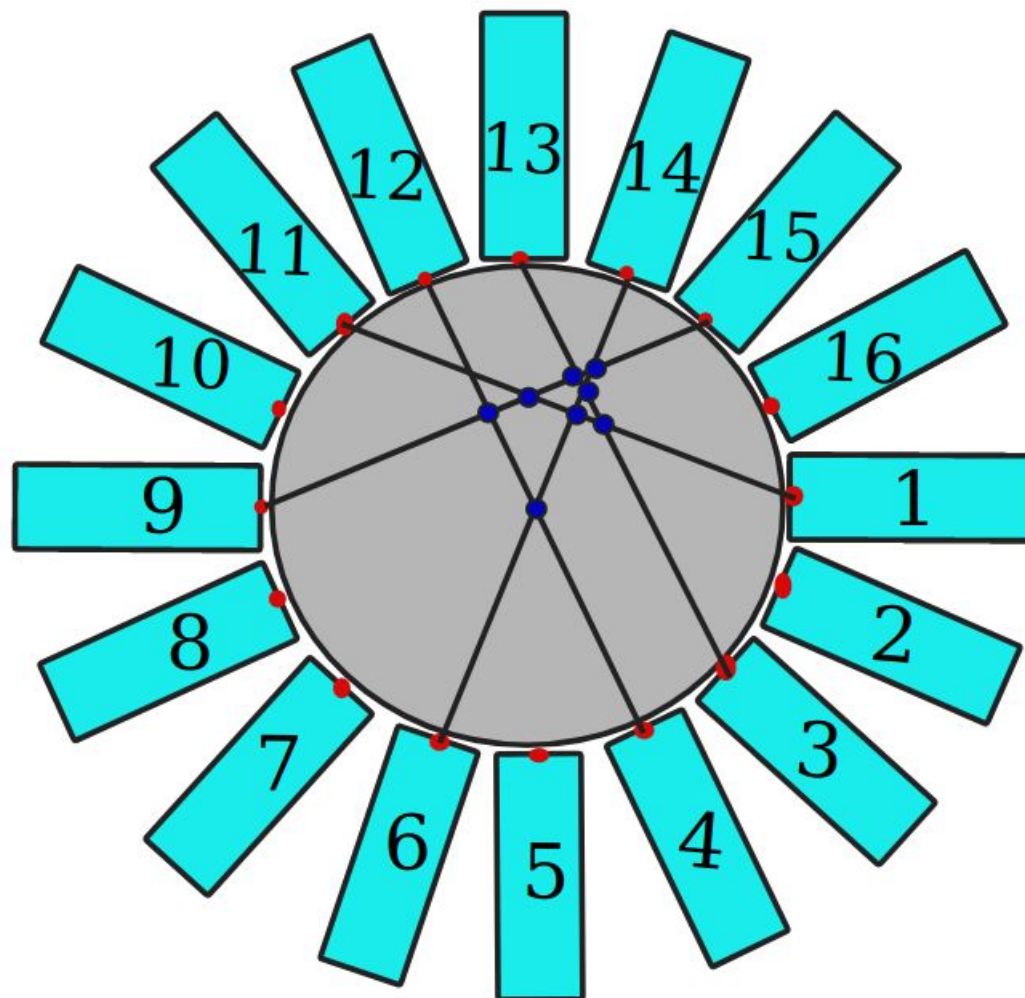


Рис.5 Визуализация работы первого алгоритма, использующего только геометрию установки и факт совпадения

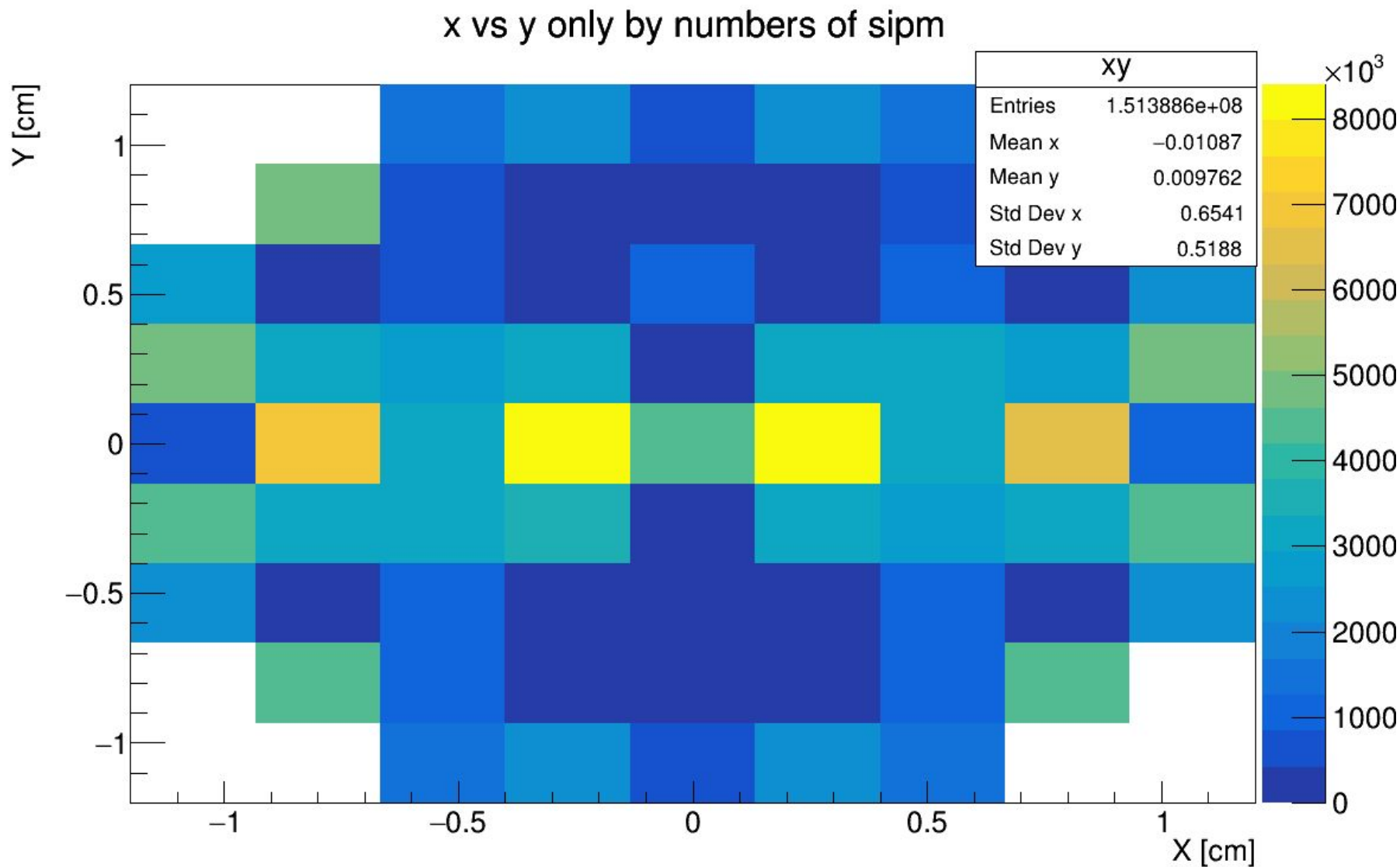


Рис.6 Результат работы первого алгоритма на наборе с водным цилиндром, позиция источника - в центре.

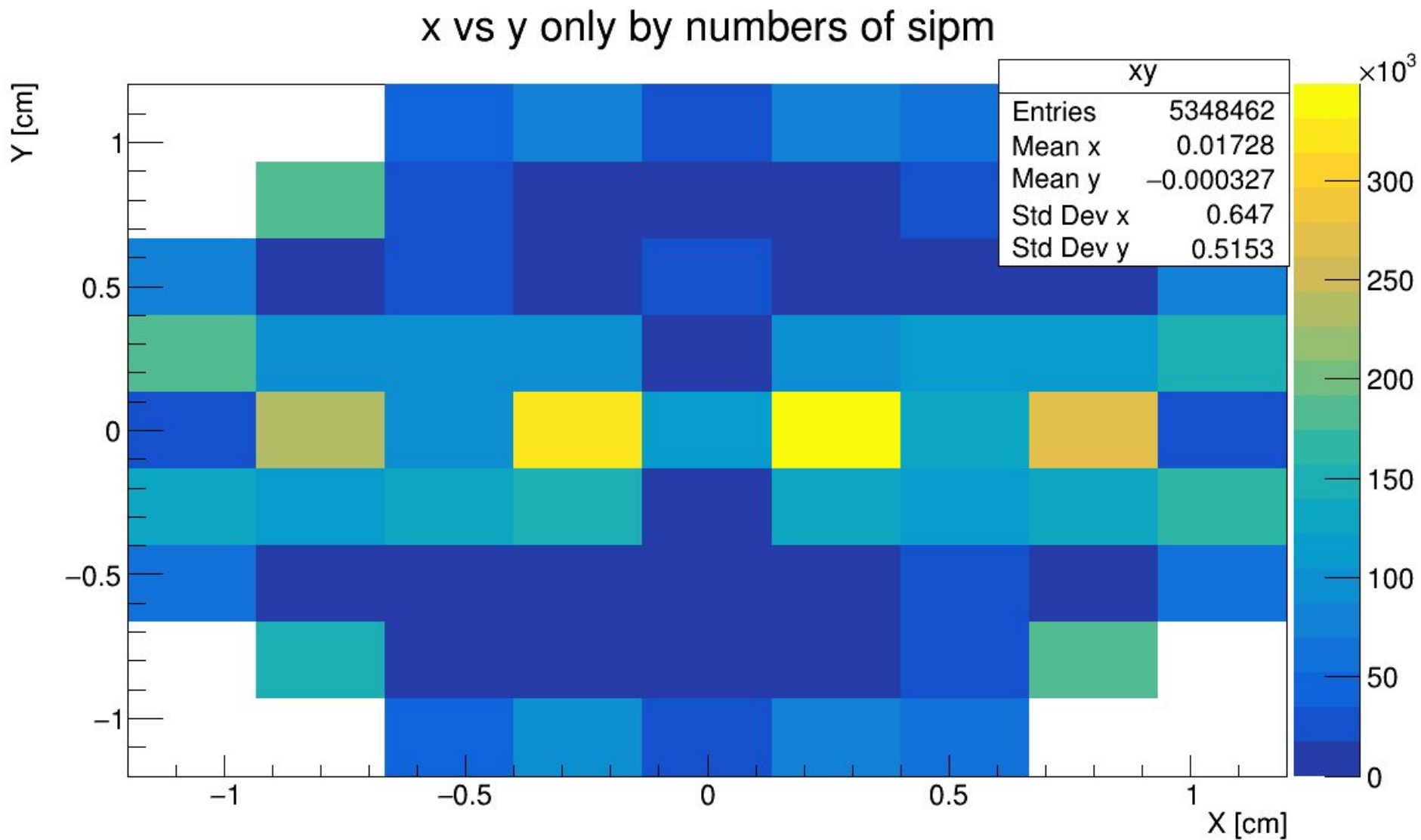


Рис.7 Результат работы первого алгоритма на наборе без водного цилиндра, позиция источника - в центре.

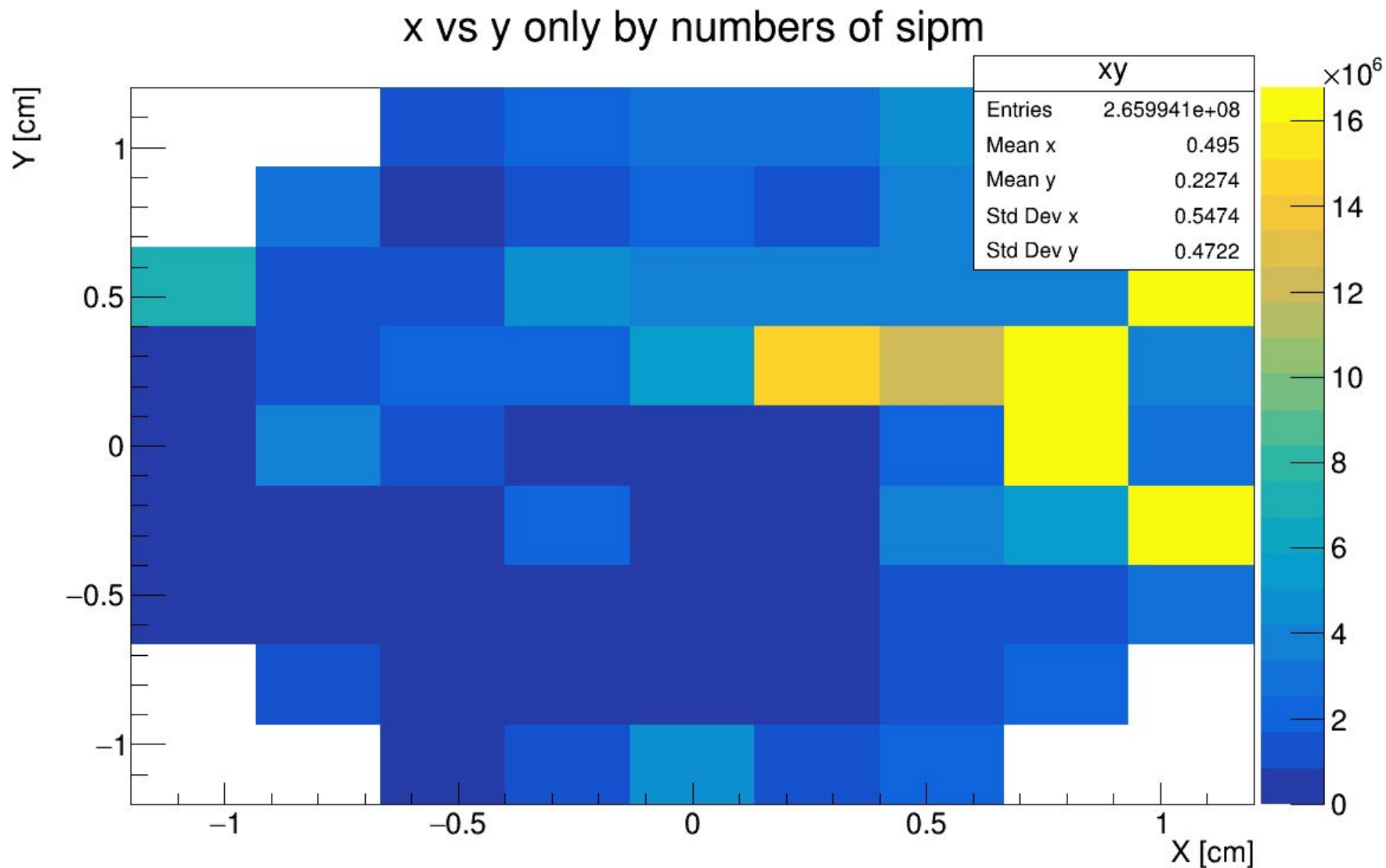


Рис.8 Результат работы первого алгоритма на наборе с водным цилиндром, позиция источника - $x = 5$ мм, $y = 5$ мм.

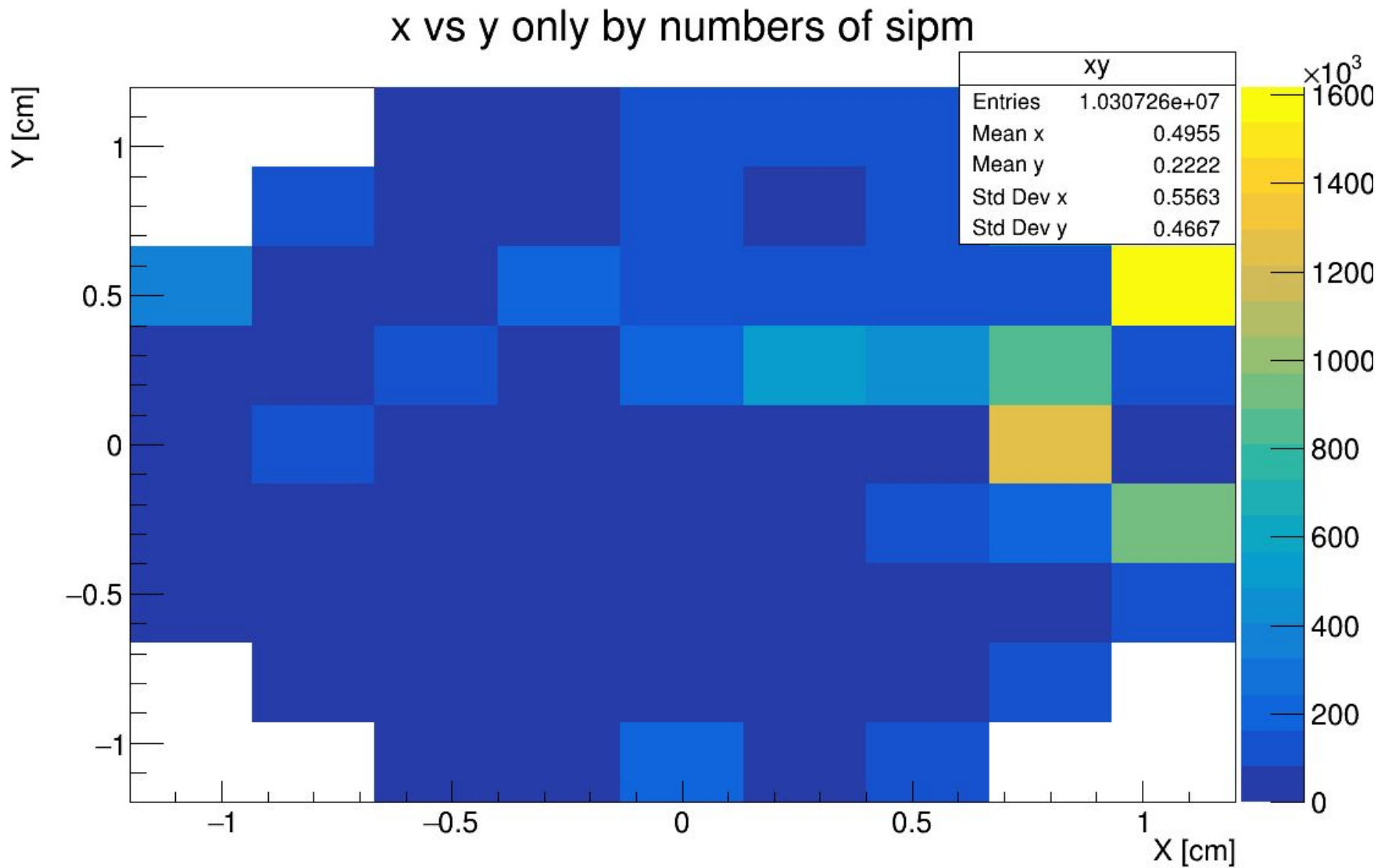


Рис.9 Результат работы первого алгоритма на наборе без водного цилиндра, позиция источника - $x = 5$ мм, $y = 5$ мм.

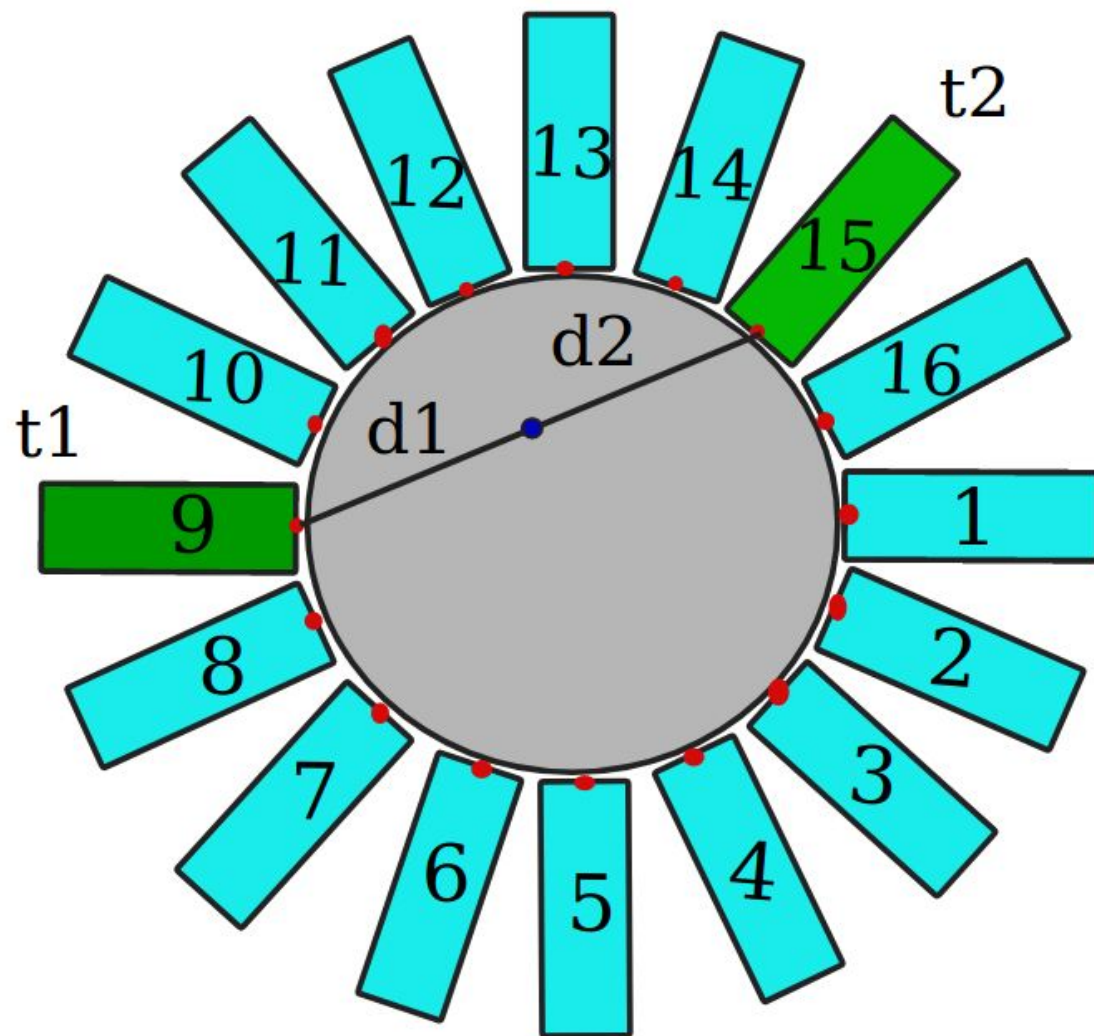


Рис.10 Визуализация работы второго алгоритма, использующего геометрию установки и время регистрации сигнала

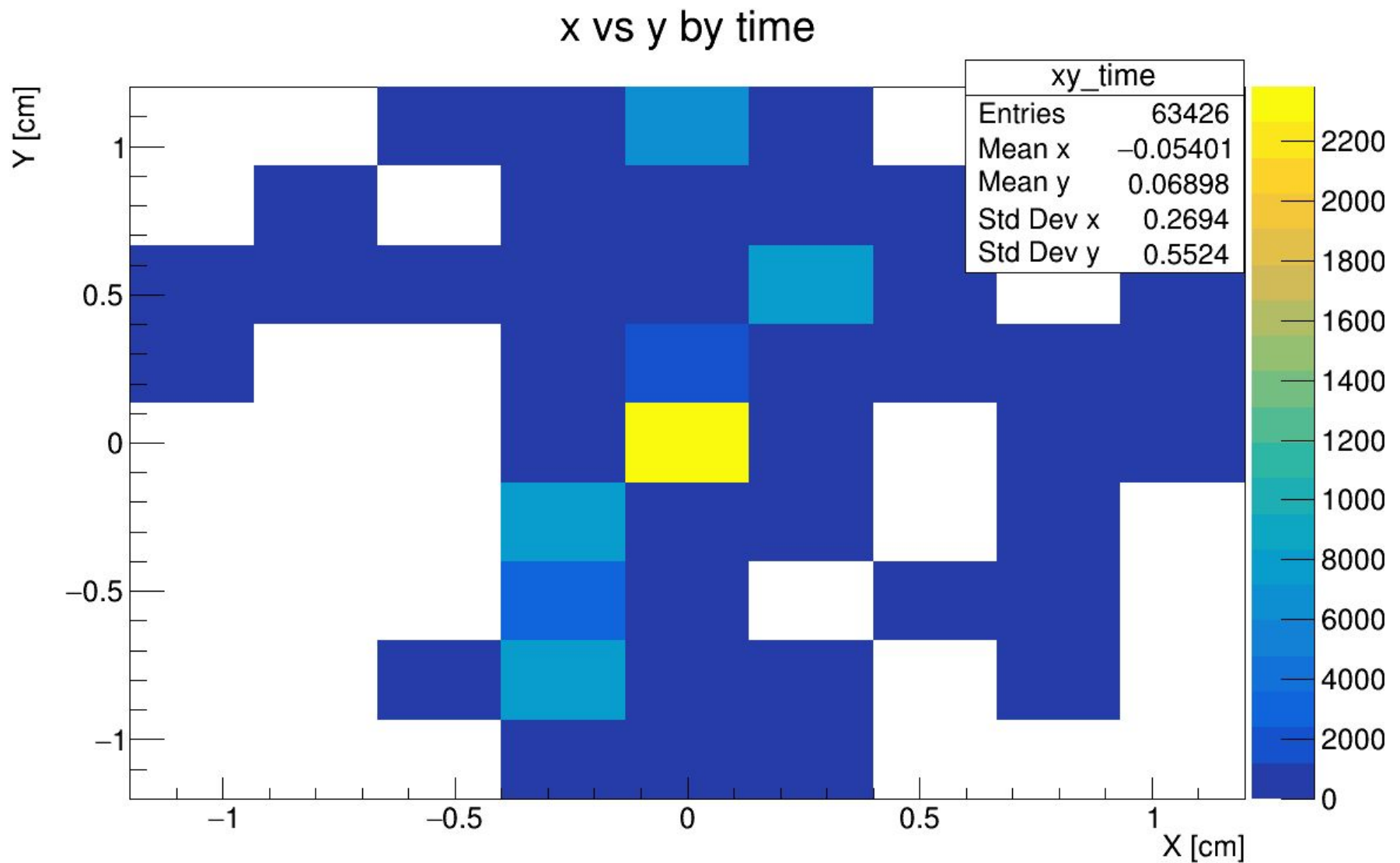


Рис.11 Результат работы второго алгоритма на наборе с водным цилиндром, позиция источника - в центре.

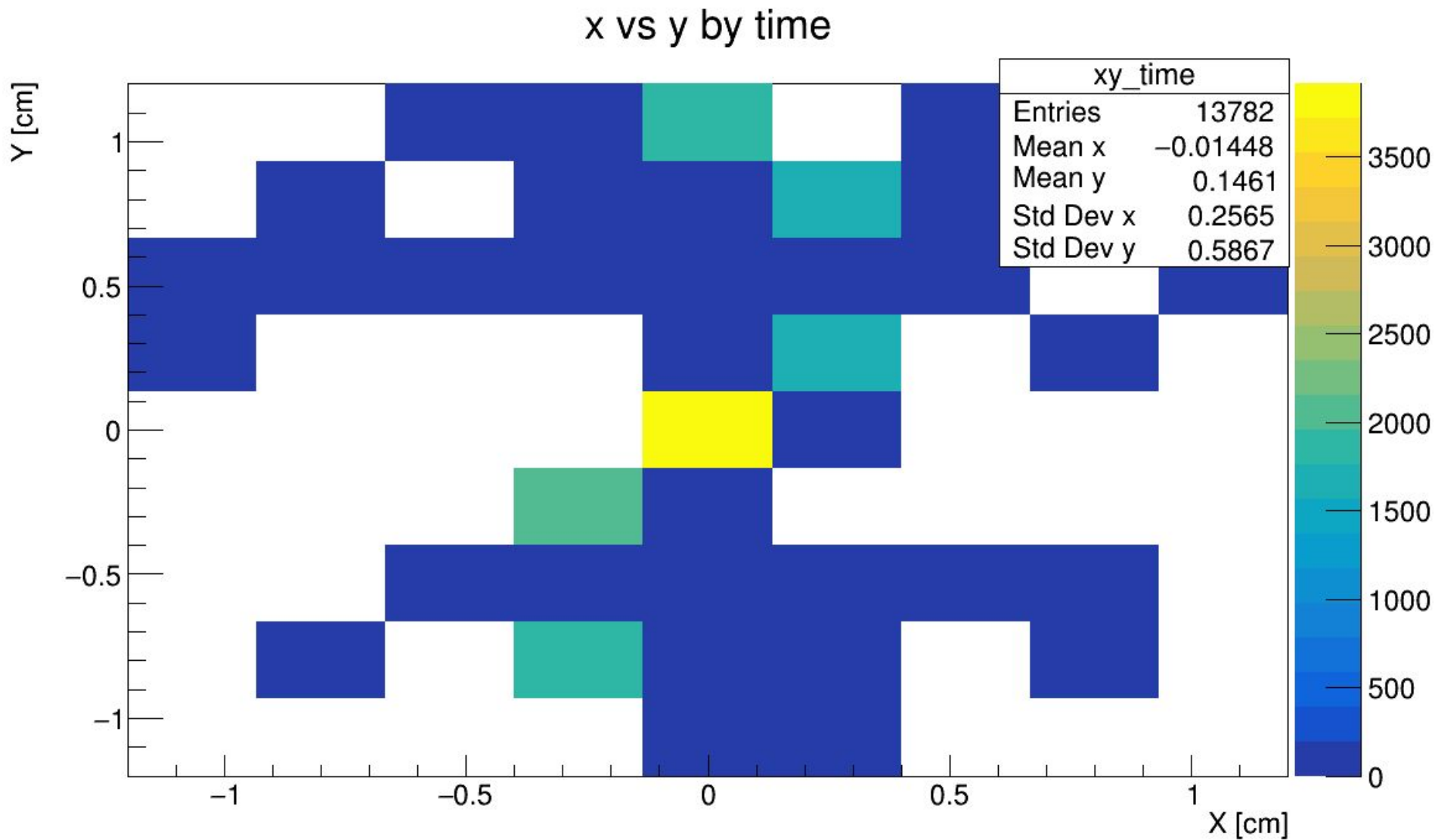


Рис.12 Результат работы второго алгоритма на наборе без водного цилиндра, позиция источника - в центре.

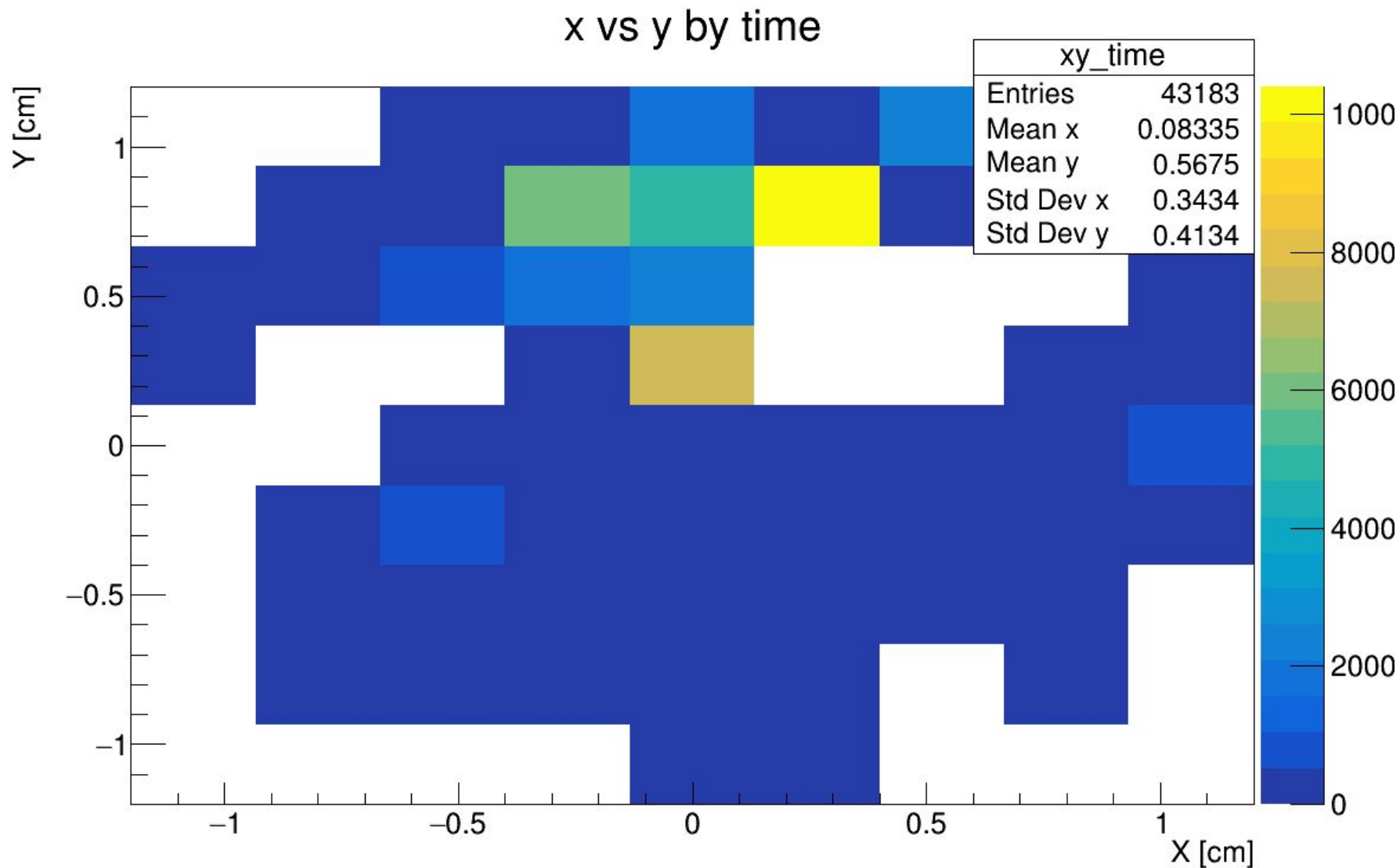


Рис.13 Результат работы второго алгоритма на наборе с водным цилиндром, позиция источника - $x = 5$ мм, $y = 5$ мм.

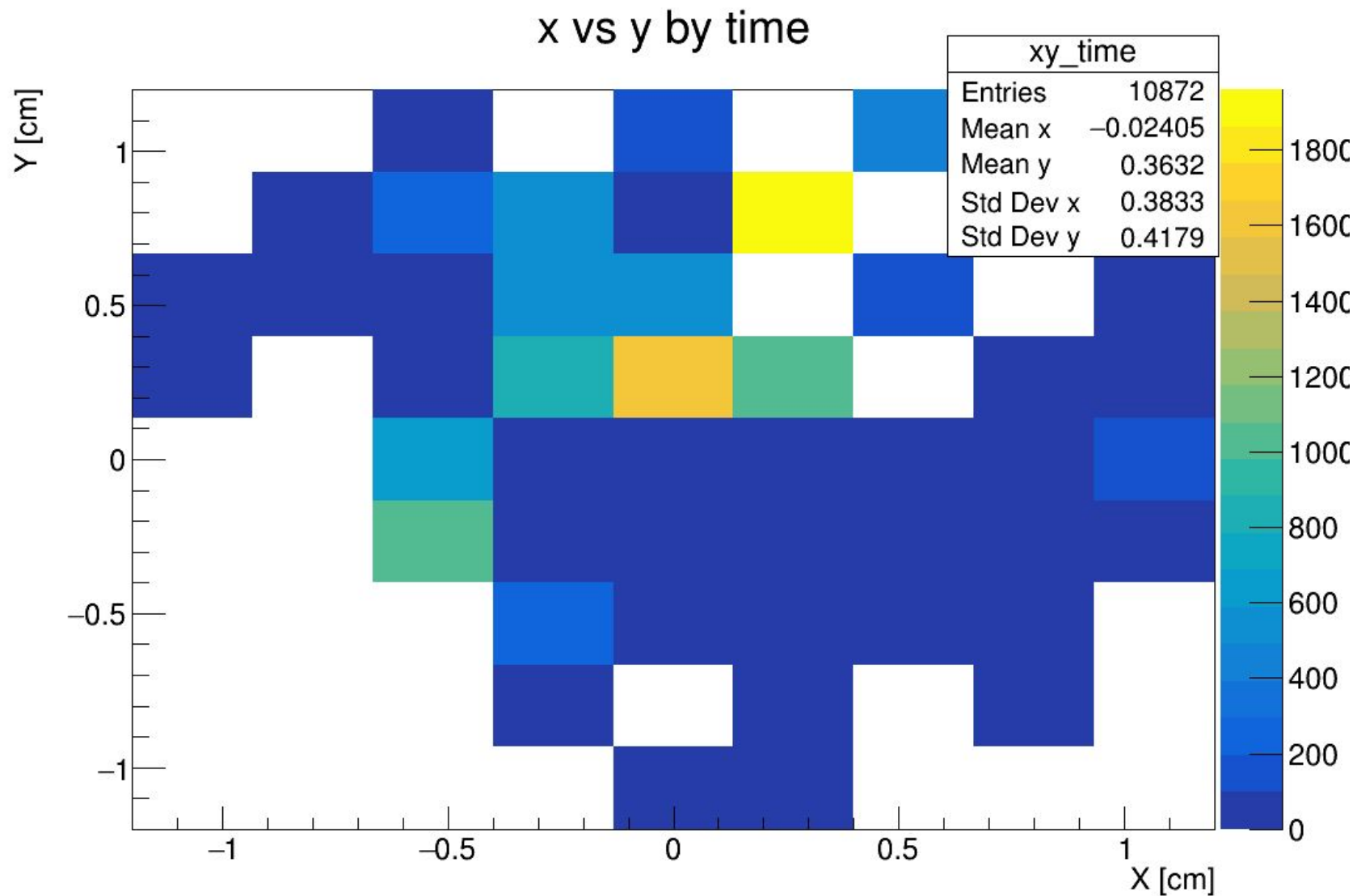


Рис.14 Результат работы второго алгоритма на наборе без водного цилиндра, позиция источника - $x = 5$ мм, $y = 5$ мм.

Заключение

В данной работе рассматривался один из модулей полноценной установки ПЭТ. Были представлены сведения о принципах работы данного устройства, результаты по моделированию работы, а также имеющиеся на данный момент алгоритмы по восстановлению позиции источника.

Была создана модель кольца детектора в среде компьютерного моделирования GEANT4 с целью отработки необходимых методов анализа и считывания данных с будущего элемента детектора, был написан алгоритм отбора событий по совпадениям и два алгоритма определения координаты. Представлены результаты работы данных алгоритмов на 4 наборах данных. Указаны недочеты данных алгоритмов и методы их устранения. В будущем планируется создание новых алгоритмов определения координаты источника радиоактивного излучения по данным симуляций и, кроме того, получение изображения исследуемого тела.

Дополнительные слайды

Таблица 2.1: Некоторые сцинтилляционные кристаллы и их свойства

Кристалл	Время высве- чивания, нс	Длина вол- ны света, нм	Световыход фото- нов/кэВ	Плотность, г/см ³	Гигроскопичность
LYSO	40	410	25	7.15	Нет
LuAP(Ce)	18	365	10	8.34	Нет
GAGG(Ce)	50 - 150	520	40 - 60	6.63	Нет
LaBr3(Ce)	16	380	61	5.08	Да