

Реконструкция изображений с использованием макета миниПЭТ.

Подготовила студентка
группы М24-112
Сафронова М.А.

- Введение
- Используемое программное обеспечение
- Экспериментальная установка
- Результаты
- Заключение

Цель: проанализировать возможность применения пакета STIR для реконструкции изображений на основе данных миниПЭТ.

Задачи исследования:

- 1 Рассмотрение принципов реконструкции изображений ПЭТ.
- 2 Ознакомление с функционалом пакета Software for Tomographic Image Reconstruction (STIR).
- 3 Построение полной цепочки шагов для получения изображений, начиная от генерации начального изображения (с помощью встроенных методов), заканчивая его восстановлением.
- 4 Реконструкция изображения из данных миниПЭТ.

Введение

Радионуклид в составе РФП претерпевает β^+ -распад: протон в ядре превращается в нейтрон, испуская позитрон и нейтрино:

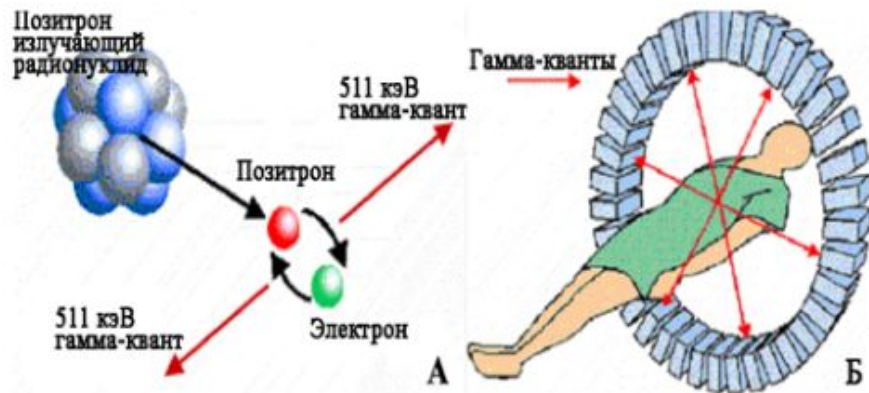
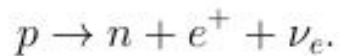


Рисунок 1 — Схематичное изображение позитронно-эмиссионной томографии.

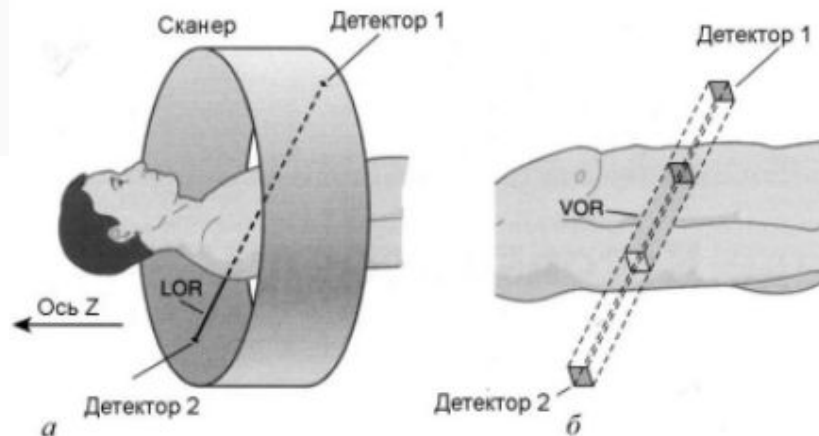


Рисунок 2 — Объем ответа, соответствующий чувствительной области, сканируемой двумя детекторными элементами: а – полное изображение с объемом ответа; б – увеличенное изображение объема ответа

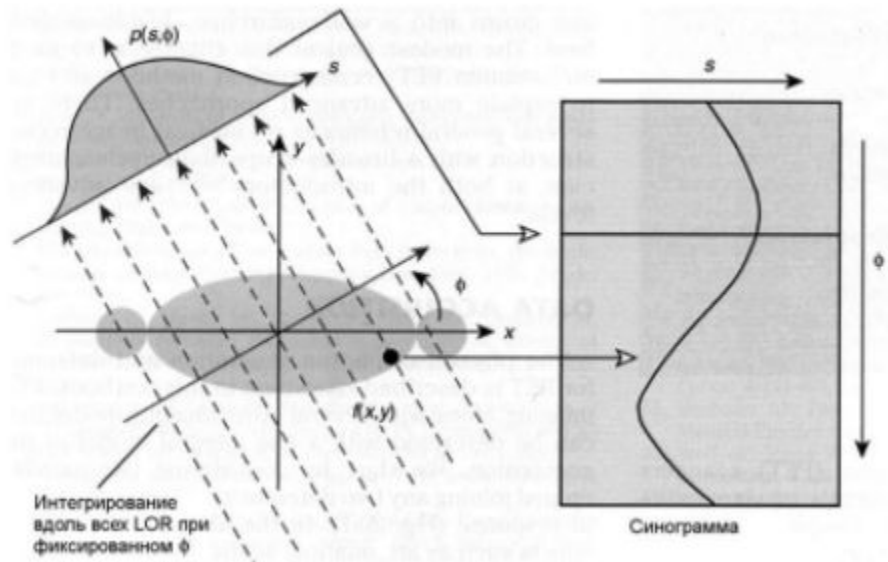


Рисунок 3 — Проекция $p(s,\phi)$ образуется в результате интегрирования вдоль всех параллельных линий LOR под углом ϕ . В данном формате точка трассируется в синограмме в виде синусоиды

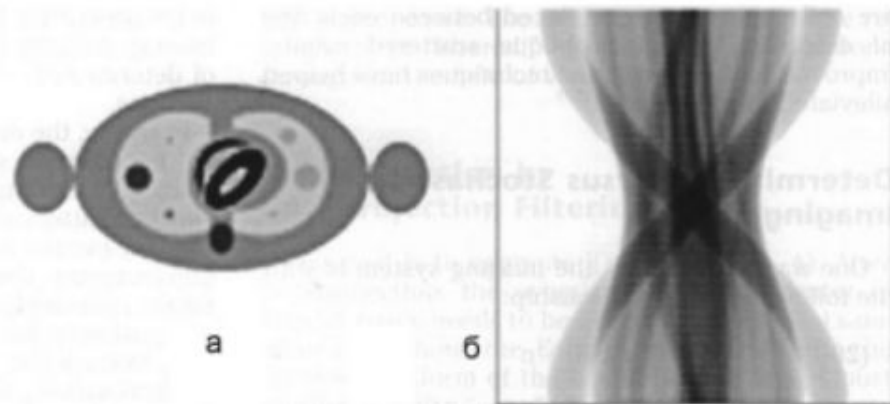


Рисунок 4 — Образование синограммы (б) в результате регистрации эмиссии позитронов в объекте (а)

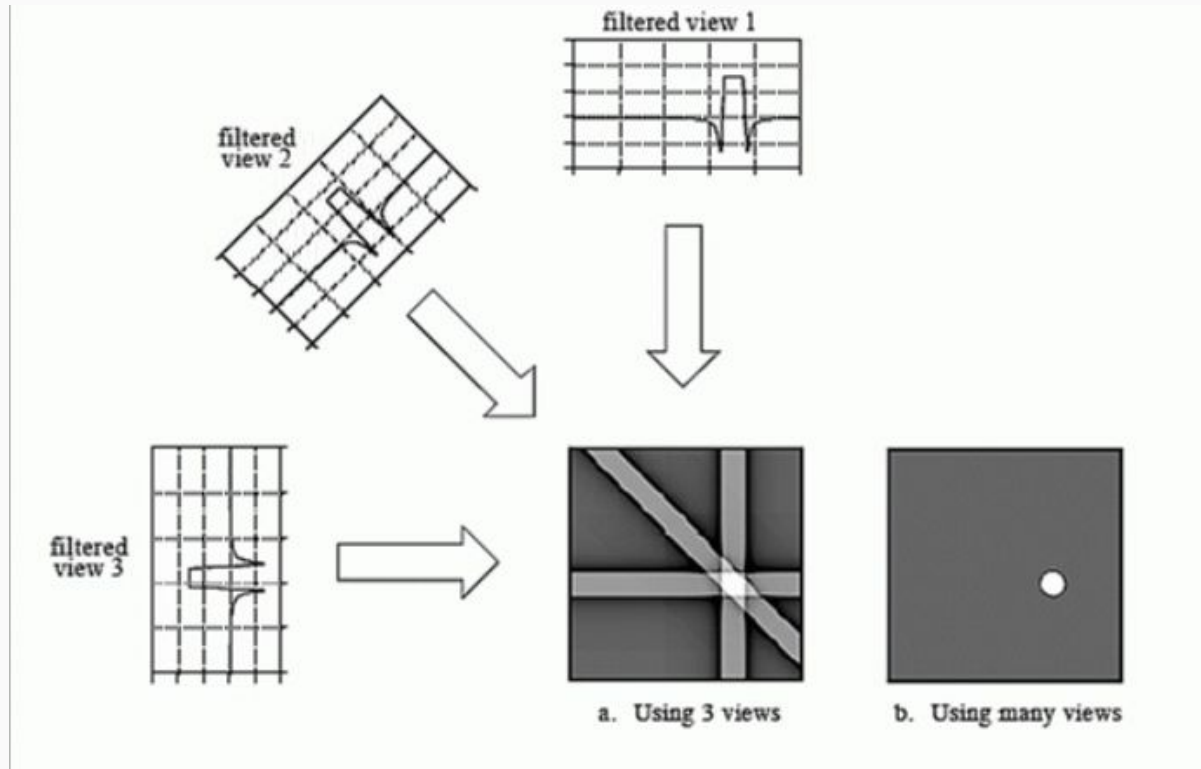


Рисунок 5 — Схематичное изображение работы метода FBP (Filtered Back Projection)

- Язык программирования python
- Библиотека matplotlib
- Библиотека numpy
- Software For Tomographic Image Reconstruction (STIR)

STIR — это открытая, объектно-ориентированная библиотека на C++, предназначенная для исследования и разработки алгоритмов реконструкции изображений в ядерной медицине (ПЭТ и ОФЭКТ). Выбор STIR в качестве основного инструмента обусловлен несколькими причинами:

- 1) STIR предоставляет готовые решения для реконструкции;
- 2) В отличие от коммерческих пакетов, где алгоритмы фиксированы и их параметры ограничены, STIR предоставляет полный доступ к каждому этапу цепочки реконструкции. Это позволяет модифицировать и сравнивать различные математические модели;
- 3) STIR подходит для генерации пар "сырые данные — эталонное изображение" при симуляции. Это позволяет создавать качественные датасеты для машинного обучения.

Экспериментальная установка

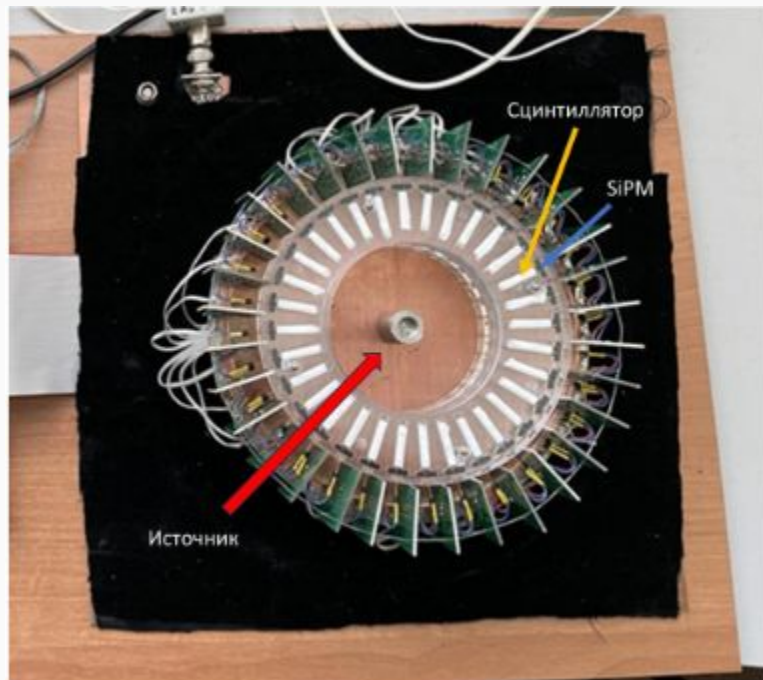


Рисунок 6 — Снимок экспериментальной установки

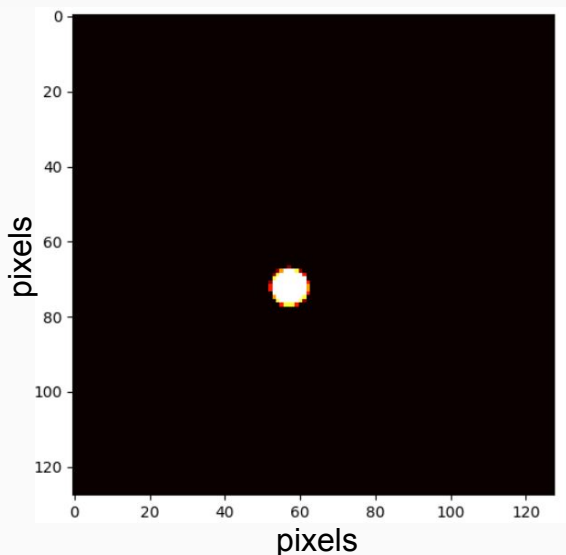
Кольцо, на котором располагаются детекторы, состоит из 32 независимых каналов, расположенных с шагом 11.25° . В качестве сцинтиллятора выбран GAGG ($\text{Gd}_3\text{Al}_2\text{Ga}_3\text{O}_{12}$), характеристики которого:

1. высокий световыход ($\sim 50\,000$ фотонов/МэВ)
2. отсутствие гигроскопичности
3. умеренное время сцинтилляции (~ 90 нс)
4. хорошая энергетическая разрешающая способность

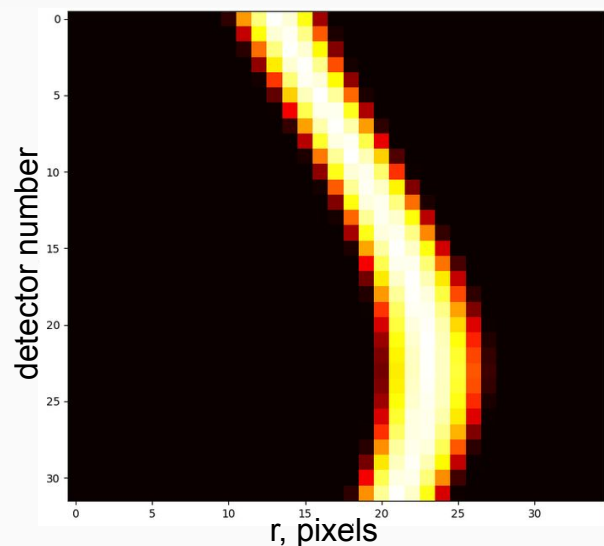
В качестве фотодетекторов использованы кремниевые фотоумножители - SiPM, их удобство состоит в том, что они имеют компактные размеры, высокую чувствительность и устойчивость к магнитным полям.

Результаты

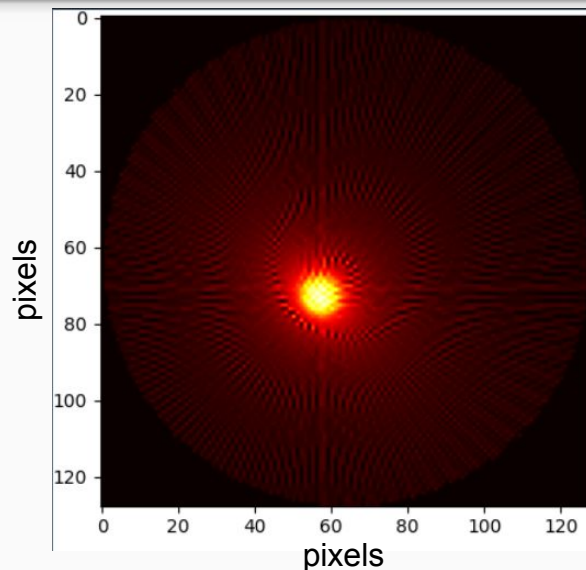
Генерация изображений и получение их реконструкции с помощью встроенных методов STIR



а) сгенерированное изображение



б) синограмма

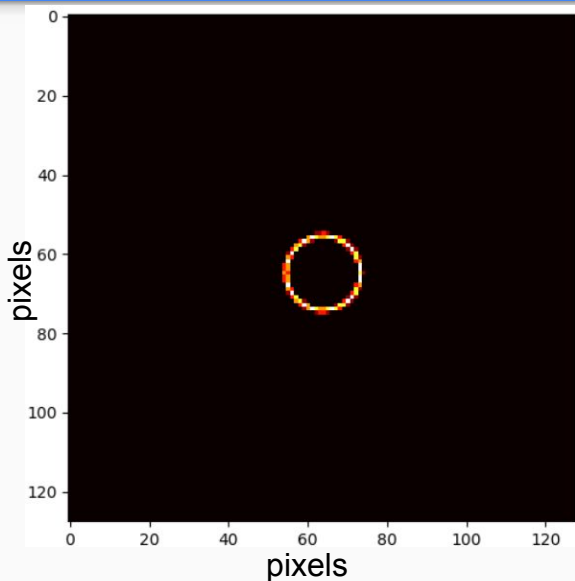


в) реконструированное изображение

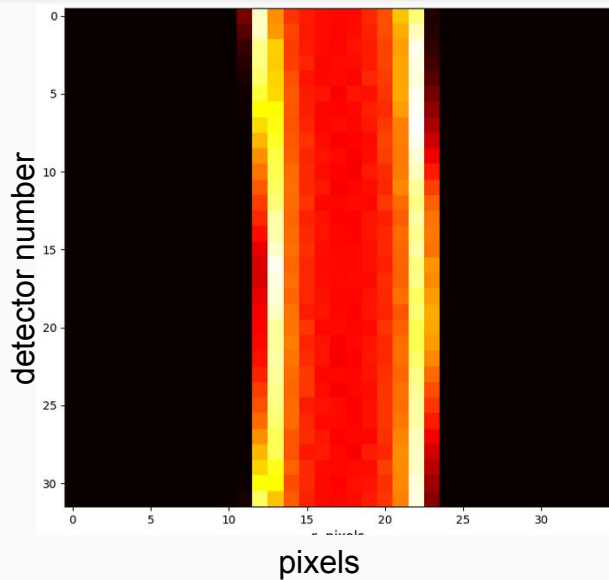
Рисунок 7 — Реконструкция сгенерированного источника в форме круга.

Результаты

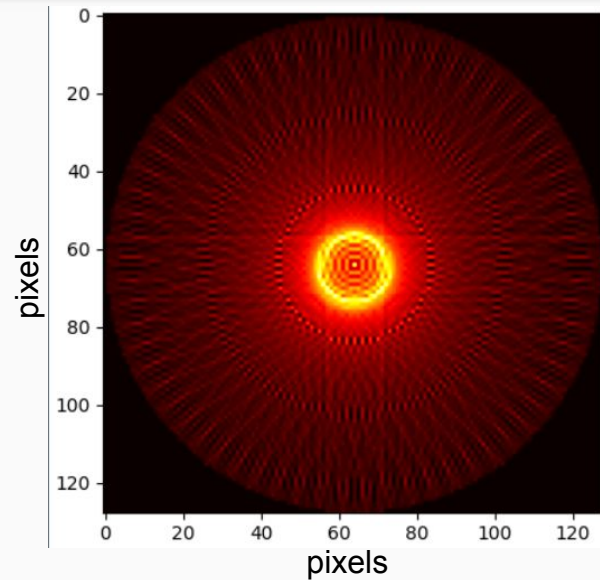
Генерация изображений и получение их реконструкции с помощью встроенных методов STIR



а) сгенерированное изображение



б) синограмма

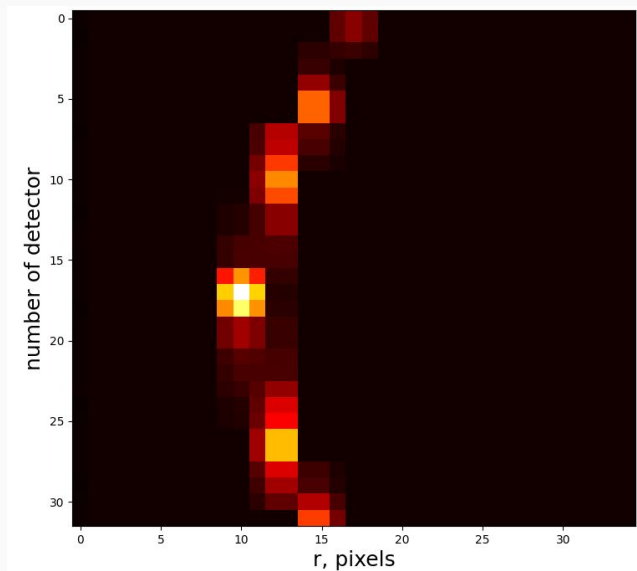


в) реконструированное изображение

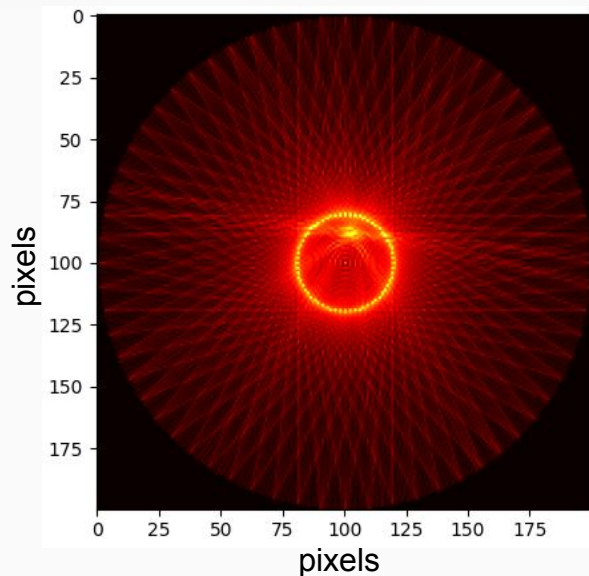
Рисунок 8 — Реконструкция сгенерированного источника в форме кольца.

Результаты

Реконструкция изображений из данных, полученных с помощью миниПЭТ



а) синограмма

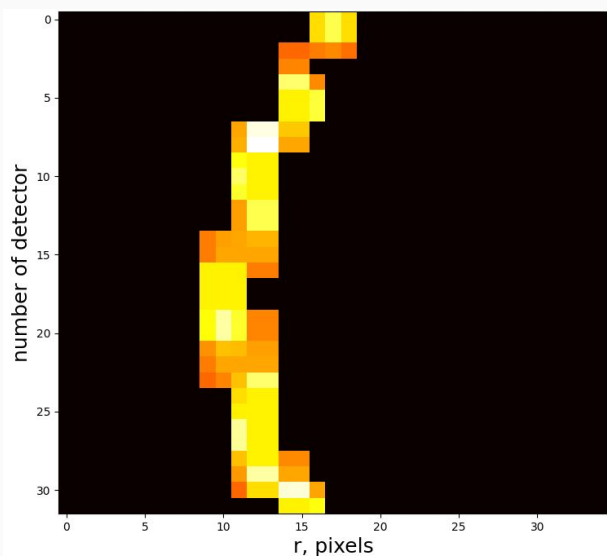


б) реконструированное изображение

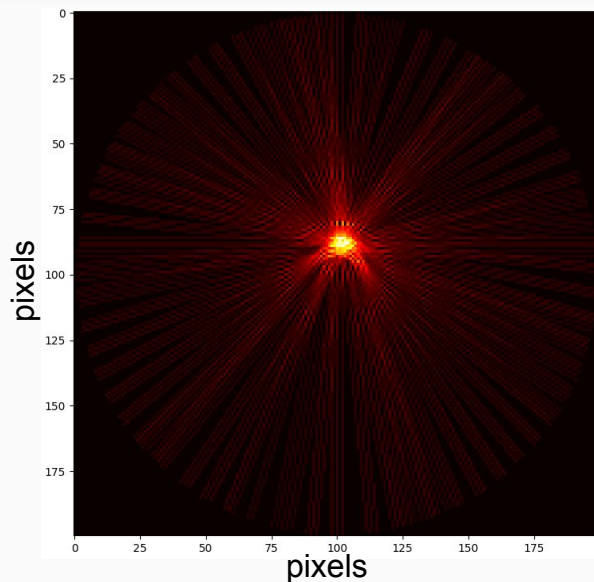
Рисунок 9 — Реконструкция данных миниПЭТ.

Результаты

Реконструкция изображений из данных, полученных с помощью миниПЭТ



а) синограмма



б) реконструированное изображение

Используемый отбор:

if значение яркости < 50:
 значение яркости = 0
if значение яркости > 100:
 значение яркости = 70

В ходе работы проведено ознакомление с функционалом пакета Software for Tomographic Image Reconstruction (STIR). Вследствие рассмотрения возможностей пакета сделан вывод о целесообразности его использования на экспериментальных данных. Далее реконструировано изображение из данных, полученных с макета миниПЭТ. Качество восстановления оценено как удовлетворительное, поскольку границы фигуры определяются достаточно четко с небольшим размытием, которое не вносит существенных ограничений на оценку геометрических размеров и местоположения источника. Как следствие, целесообразность использования библиотеки STIR экспериментально подтверждена.