



Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Институт ядерной физики и технологий
Кафедра физики элементарных частиц №40

Научно-исследовательская работа на тему:

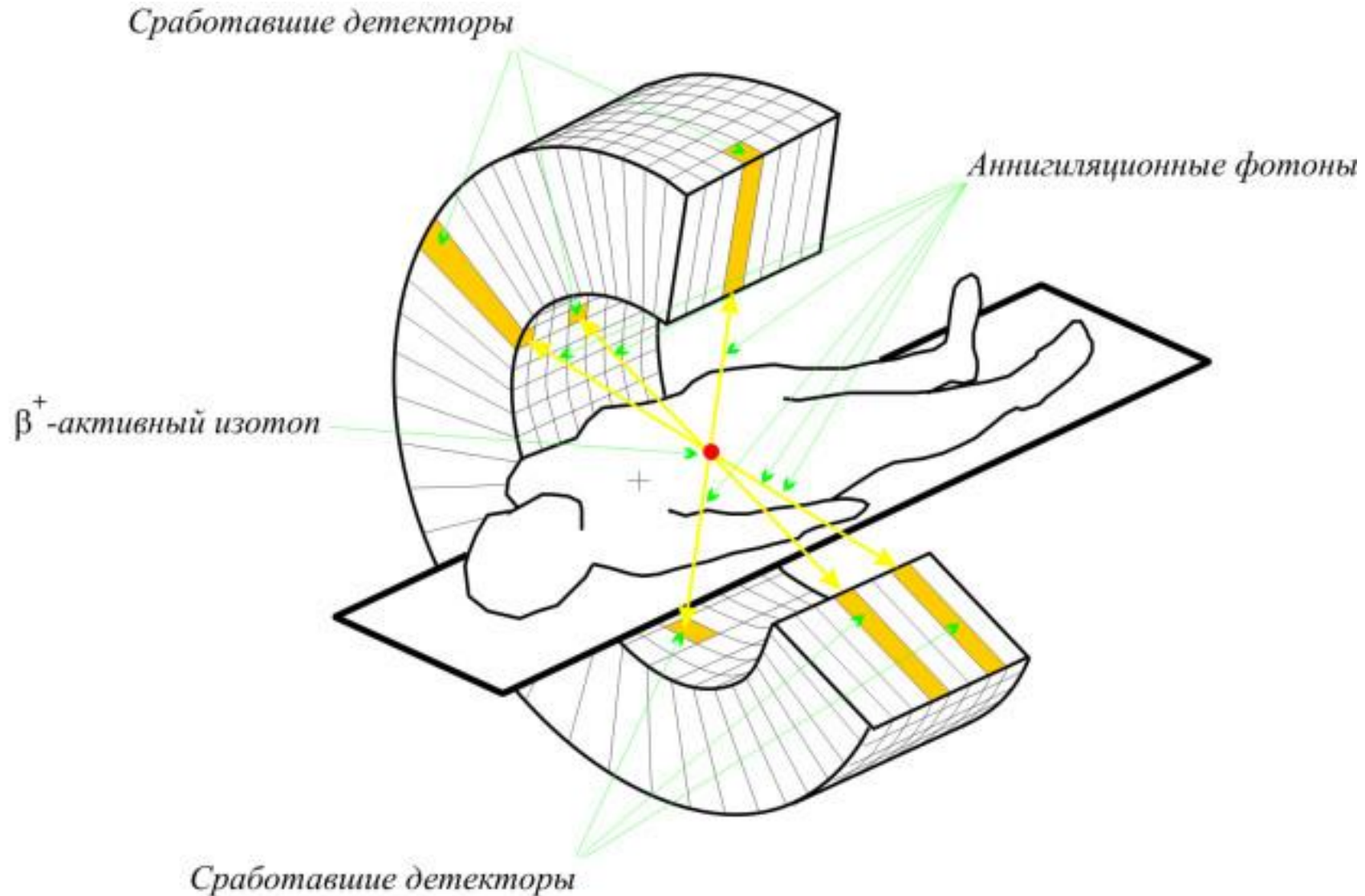
Разработка программного обеспечения по визуализации результатов измерений макета ПЭТ

Выполнила студентка группы М23-112:
Васильева П. Ф.

Научный руководитель:
Дубинин Ф. А.



Принцип работы ПЭТ



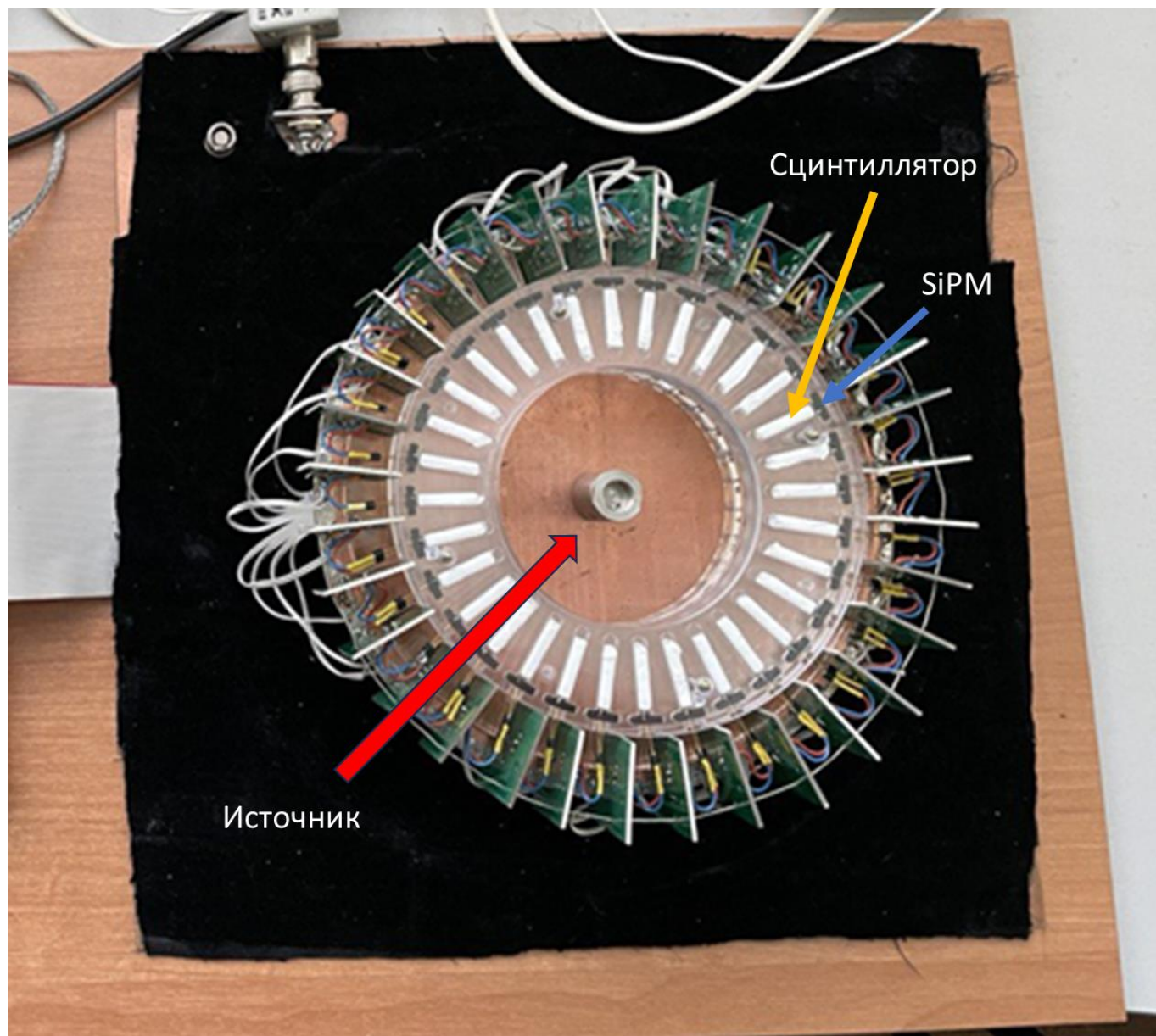
ПЭТ – позитрон-эмиссионная томография.

Пациенту вводится β^+ -активный изотоп, испускающий позитрон.

Позитрон аннигилирует с электроном среды и испускаются два фотона, которые разлетаются на 180° .

Рис. 1. Схема работы ПЭТ.

Макет ПЭТ



На картинке представлен макет ПЭТ, с помощью которого собирались данные. Он состоит из сцинтилляторов (GAGG), детекторов (SiPM) и считывающих плат, расположенных по кругу. Всего 32 детектора с шагом в 11,25 градуса.

В качестве источника использовался $Ti44$.

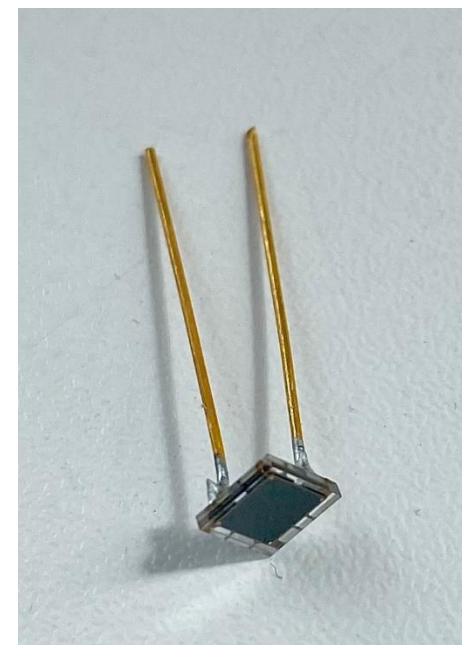


Рис. 2. Макет ПЭТ (слева); детектор (справа).

Цели

Разработать программу восстановления изображений для макета ПЭТ.

Поставленные задачи

- Изучить принципы сбора данных в ПЭТ-системах.
- Изучить прямое преобразование Радона.
- Получить изображение на основе изученного преобразования.
- Построить синограмму на основе экспериментальных данных.

Преобразование Радона

Математическая постановка задачи

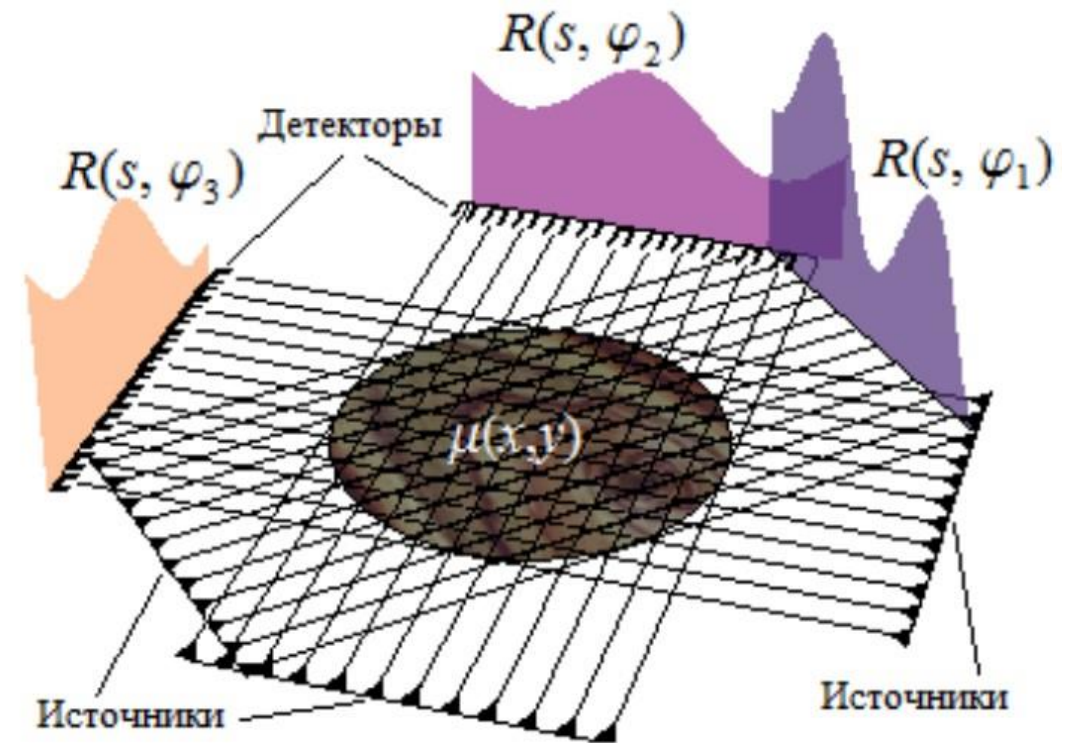
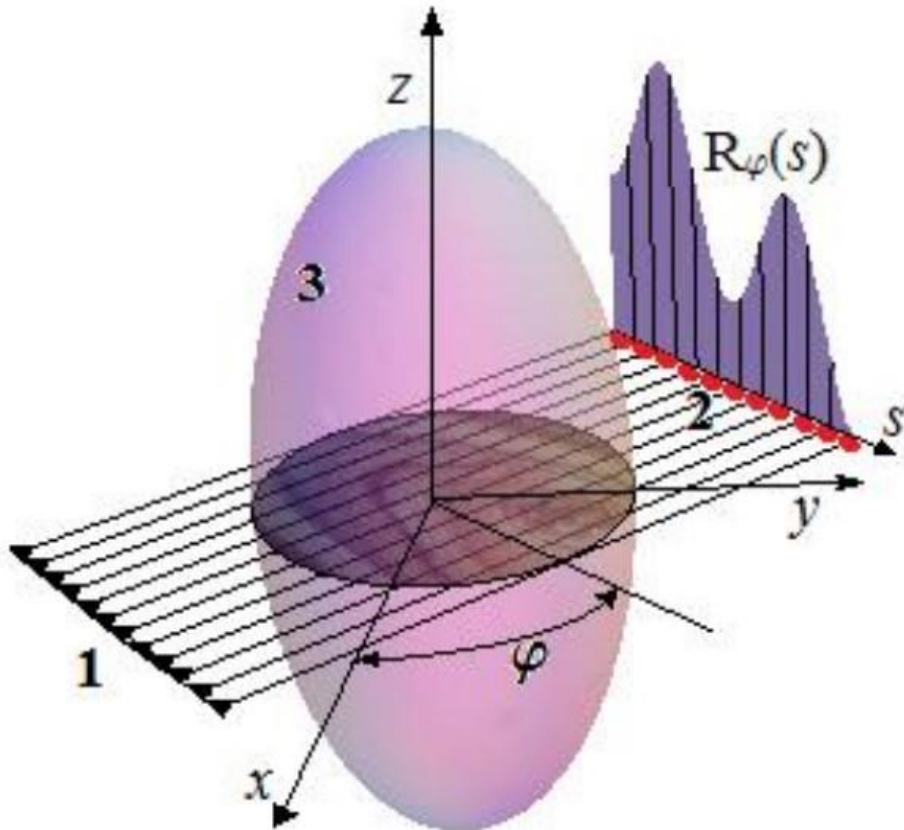


Рис. 3. Зондирование трехмерного объекта (1 – источники; 2 – детекторы; 3 – объект)

Рис. 4. Схема получения проекций $R(s, \varphi)$ одного слоя.

Преобразование Радона

Прямое преобразование

- Преобразование Радона:

$$R(s, \varphi) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(s \cos \varphi - t \sin \varphi, s \sin \varphi + t \cos \varphi) dt$$

$f(x, y)$ – функция двух действительных переменных.

- Физический смысл состоит в том, что функция $f(x, y)$ – функция яркости точки, которая преобразуется в некую функцию $R(s, \varphi)$, которая в свою очередь является интегральной яркостью точек в направлении t .
- Геометрический смысл преобразования Радона $R(s, \varphi)$ состоит в том, что это интегралы от функции $f(x, y)$ вдоль прямых L , перпендикулярных вектору $\vec{n} = (\cos \varphi, \sin \varphi)$, проходящих на расстоянии s (измеренном вдоль вектора \vec{n} с соответствующим знаком) от начала координат.

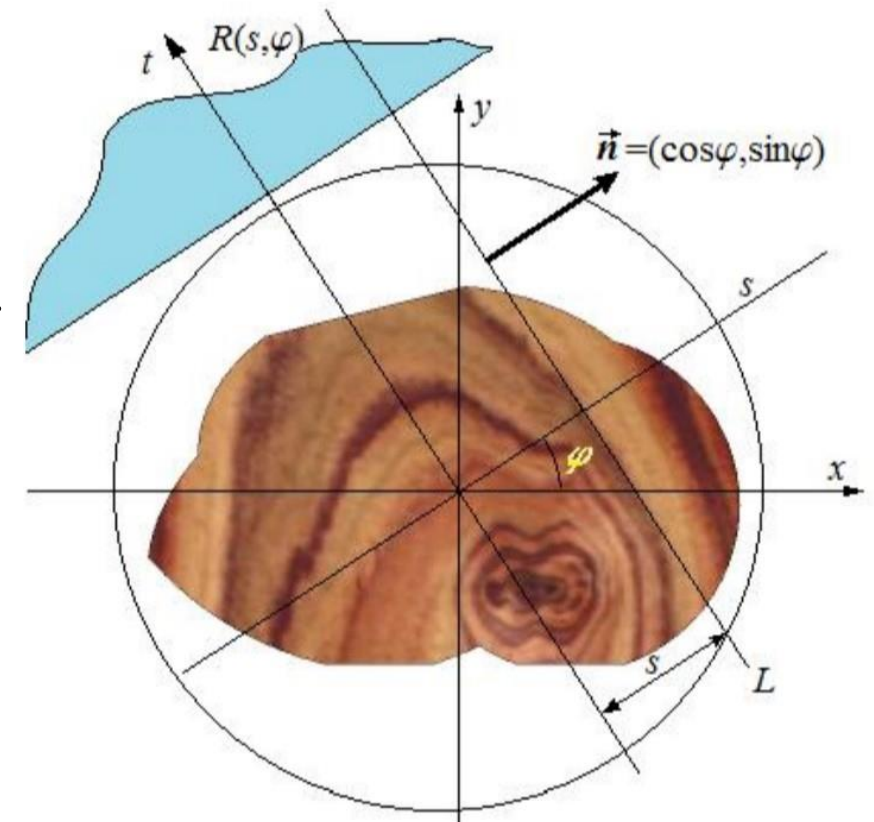


Рис. 5. К преобразованию Радона функции двух переменных.

Преобразование Радона

Пример получения синограммы (реальное изображение)

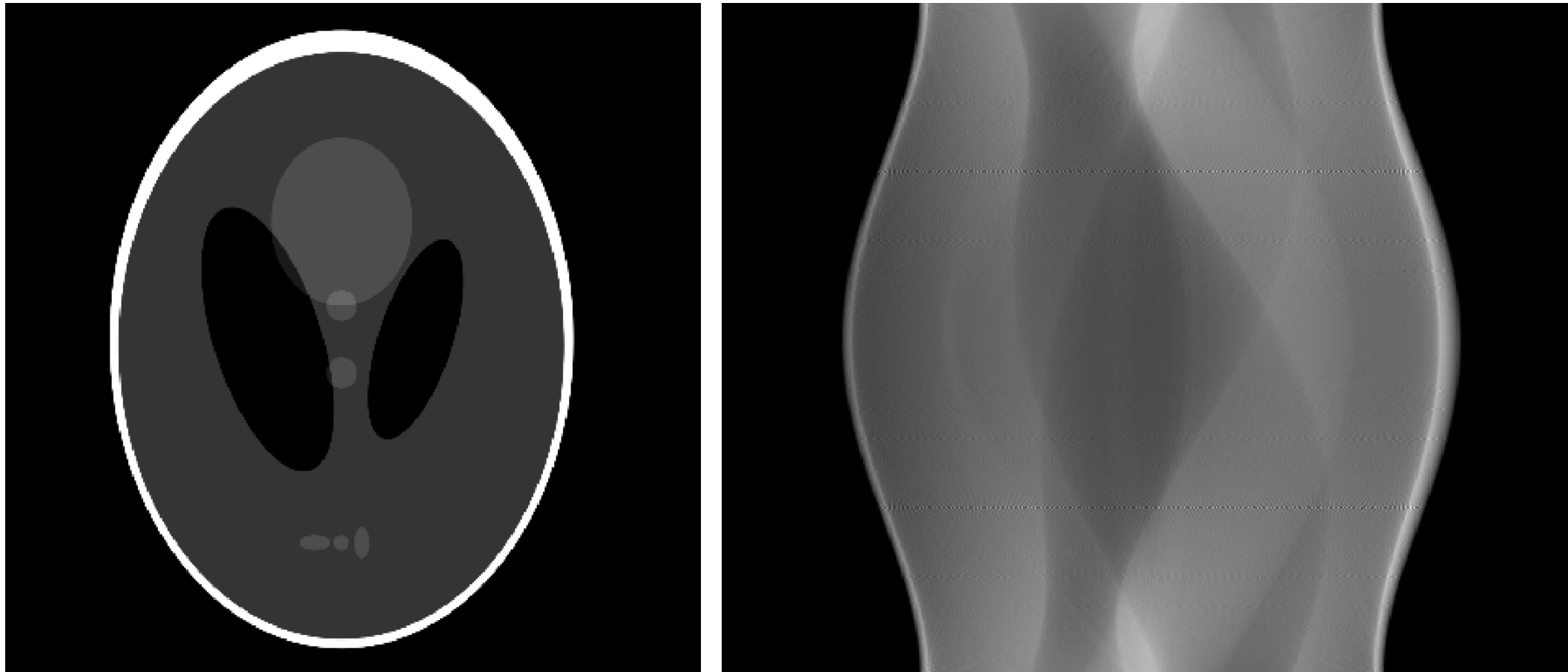


Рис. 6. Стандартный пример картинки для получения синограммы (слева) и его синограмма (справа).

Преобразование Радона

Пример получения синограммы (реальное изображение)

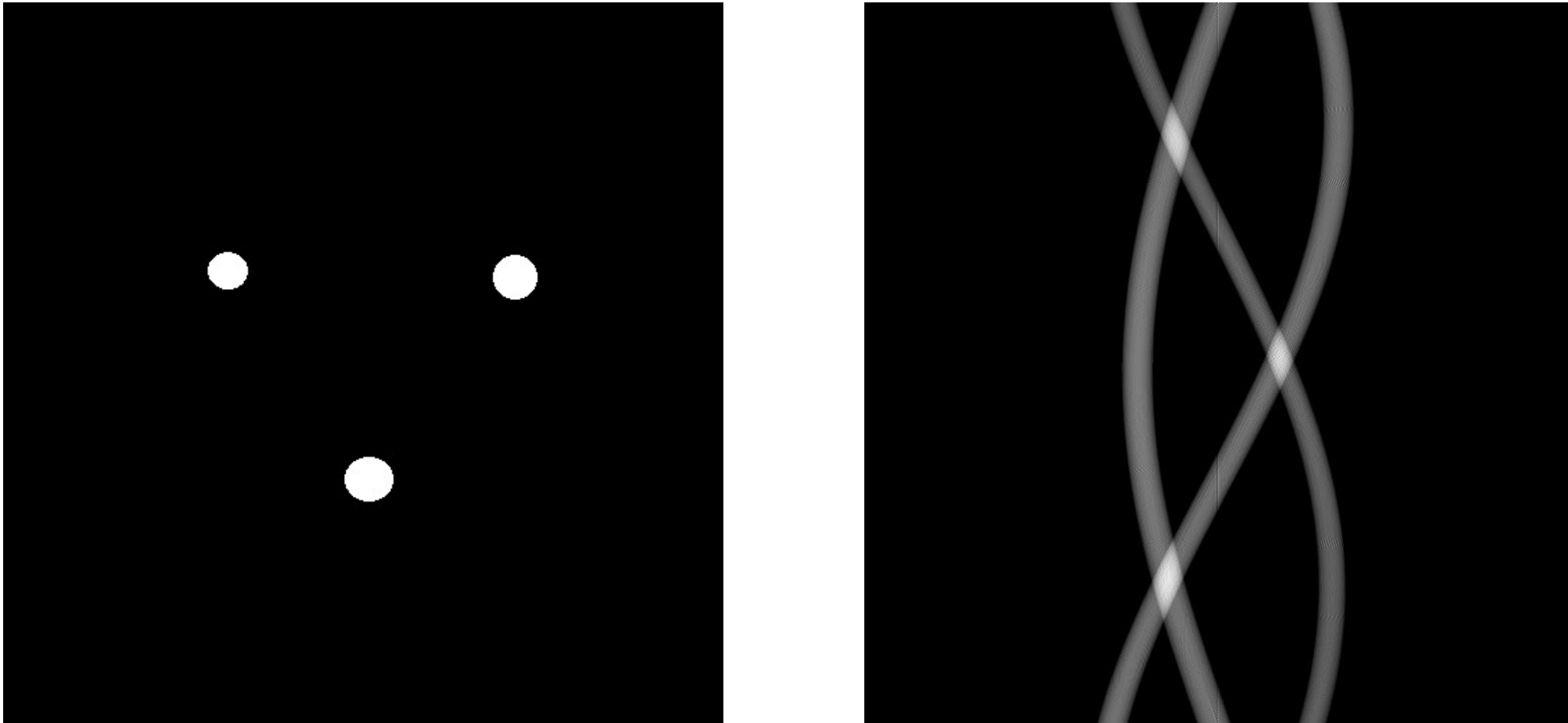


Рис. 7. Пример произвольной картинке для получения синограммы (слева) и его синограмма (справа).

Преобразование Радона

Синограмма реального источника и ее сравнение с имитационной

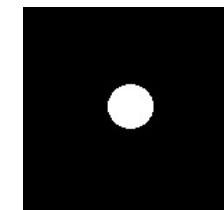
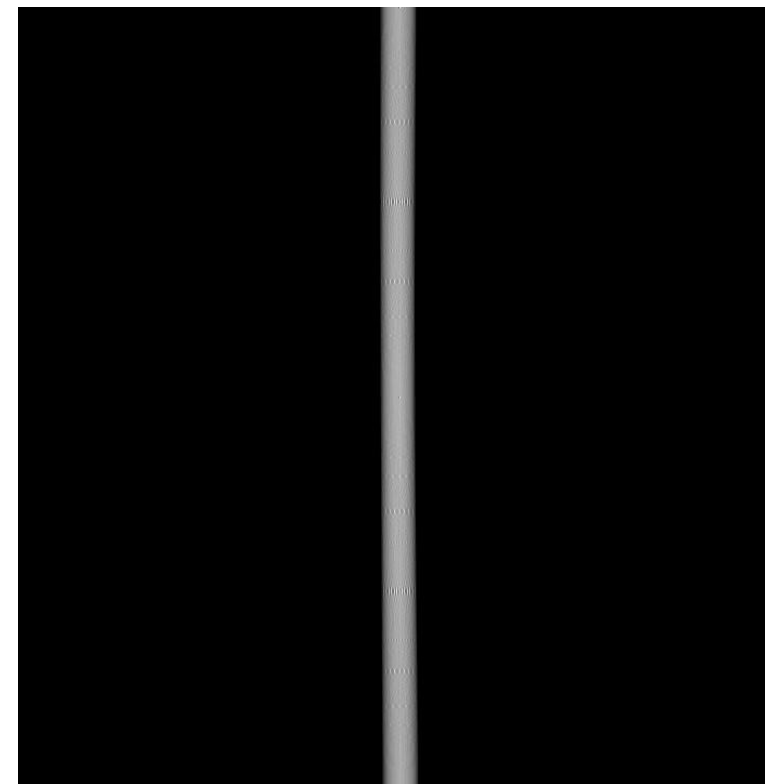
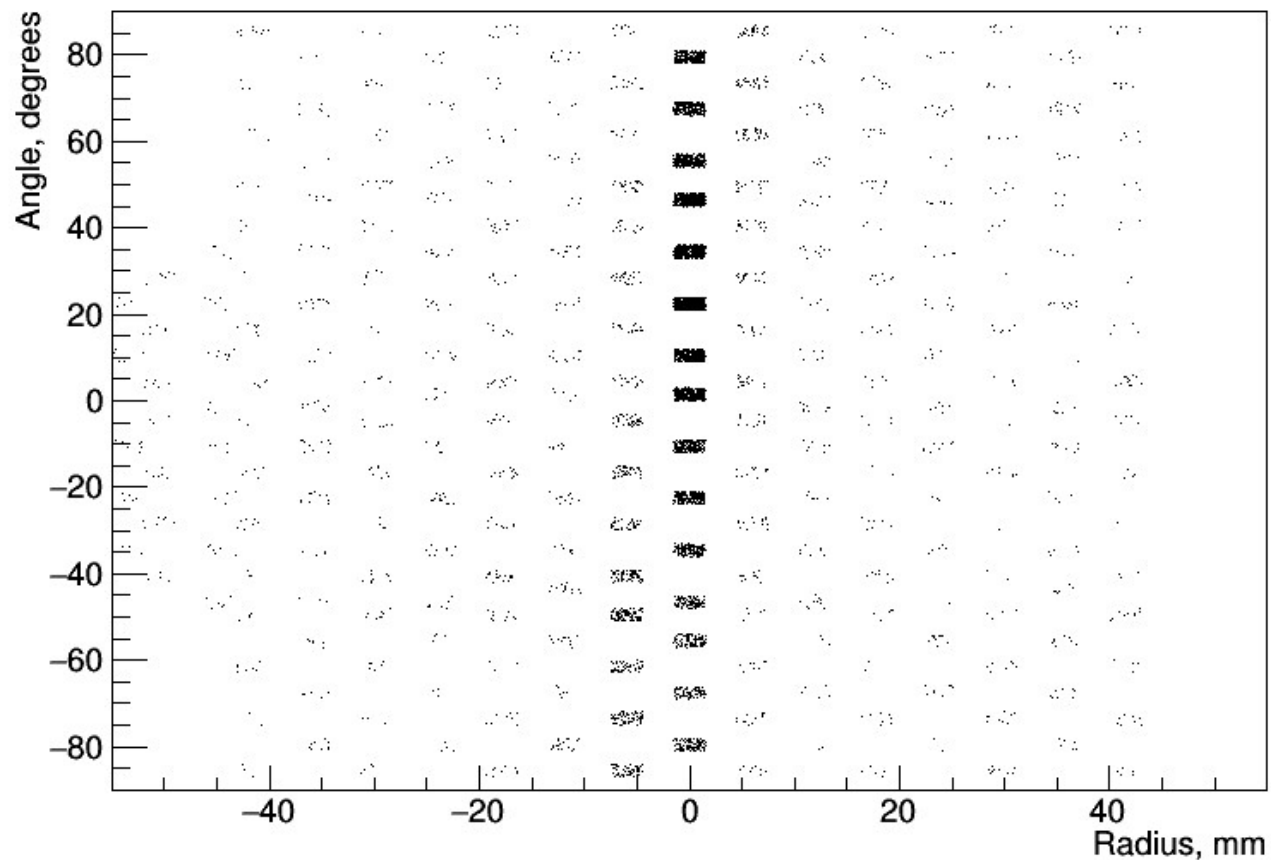


Рис. 8. Синограмма реального источника, расположенного по центру (слева) и имитация источника (справа).

Преобразование Радона

Синограмма реального источника и ее сравнение с имитационной

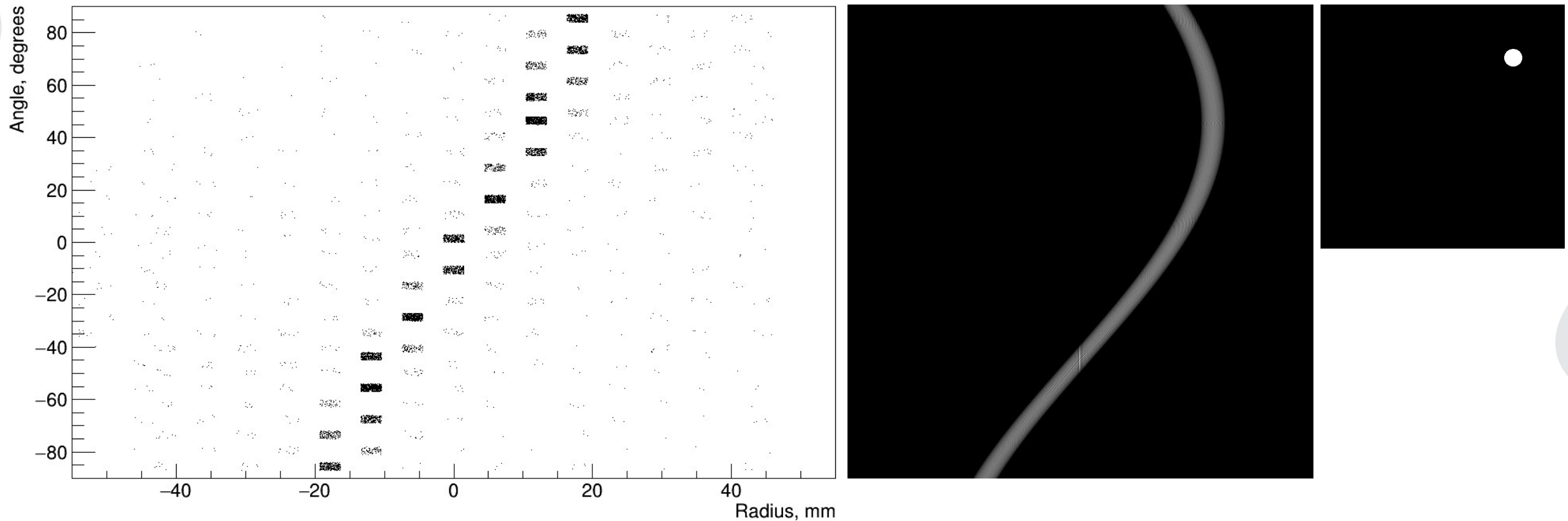


Рис. 9. Синограмма реального источника, расположенного не по центру (слева) и имитация источника (справа).

Заключение

- Изучены принципы сбора данных в ПЭТ системах.
- Изучено прямое преобразование Радона.
- Получены синограммы для произвольных изображений.
- Получена синограмма точечного источника, для центрального и вне центрального положений.



МИФИ

Национальный
исследовательский
ядерный университет

Спасибо за внимание!

Преобразование Радона

Обратное преобразование

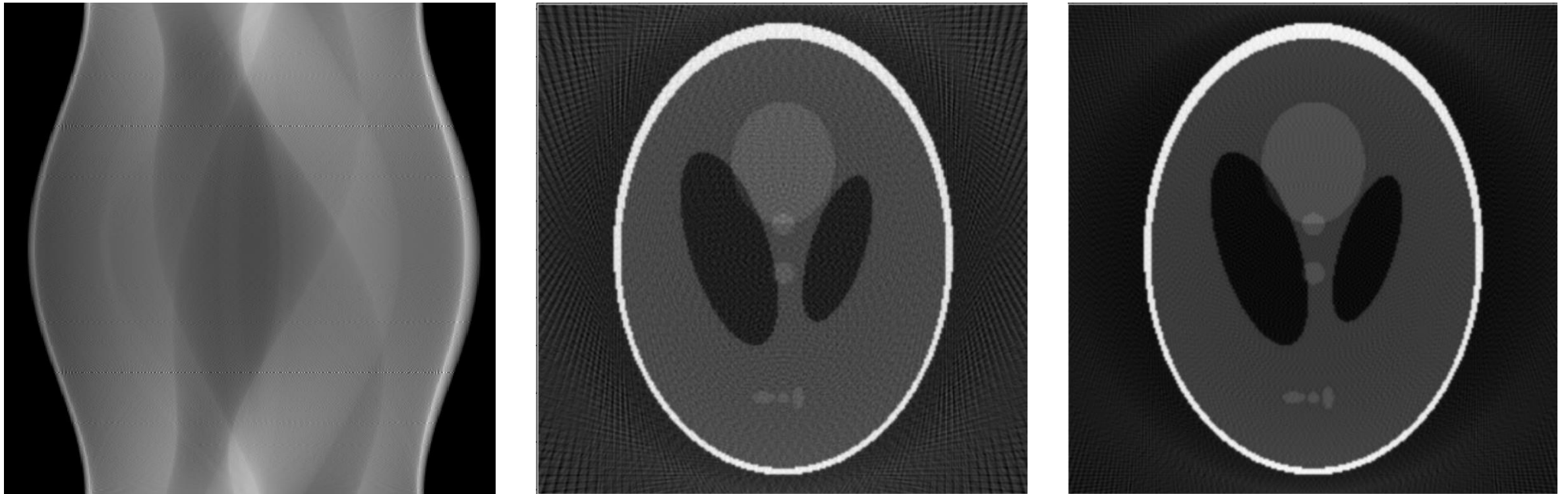


Рис. 11. Применение обратного преобразования:
1 – синограмма; 2 – томограмма (число проекций 90); 3 – томограмма (ч.п. 180).

Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)

Реальные примеры использования ПЭТ

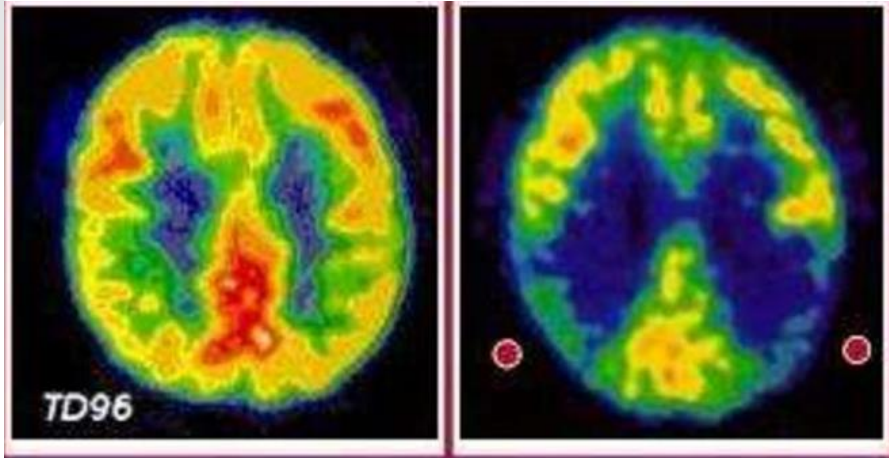


Рис. 2. ПЭТ-изображение:
– Здорового мозга (слева)
– Болезнь Альцгеймера (справа)

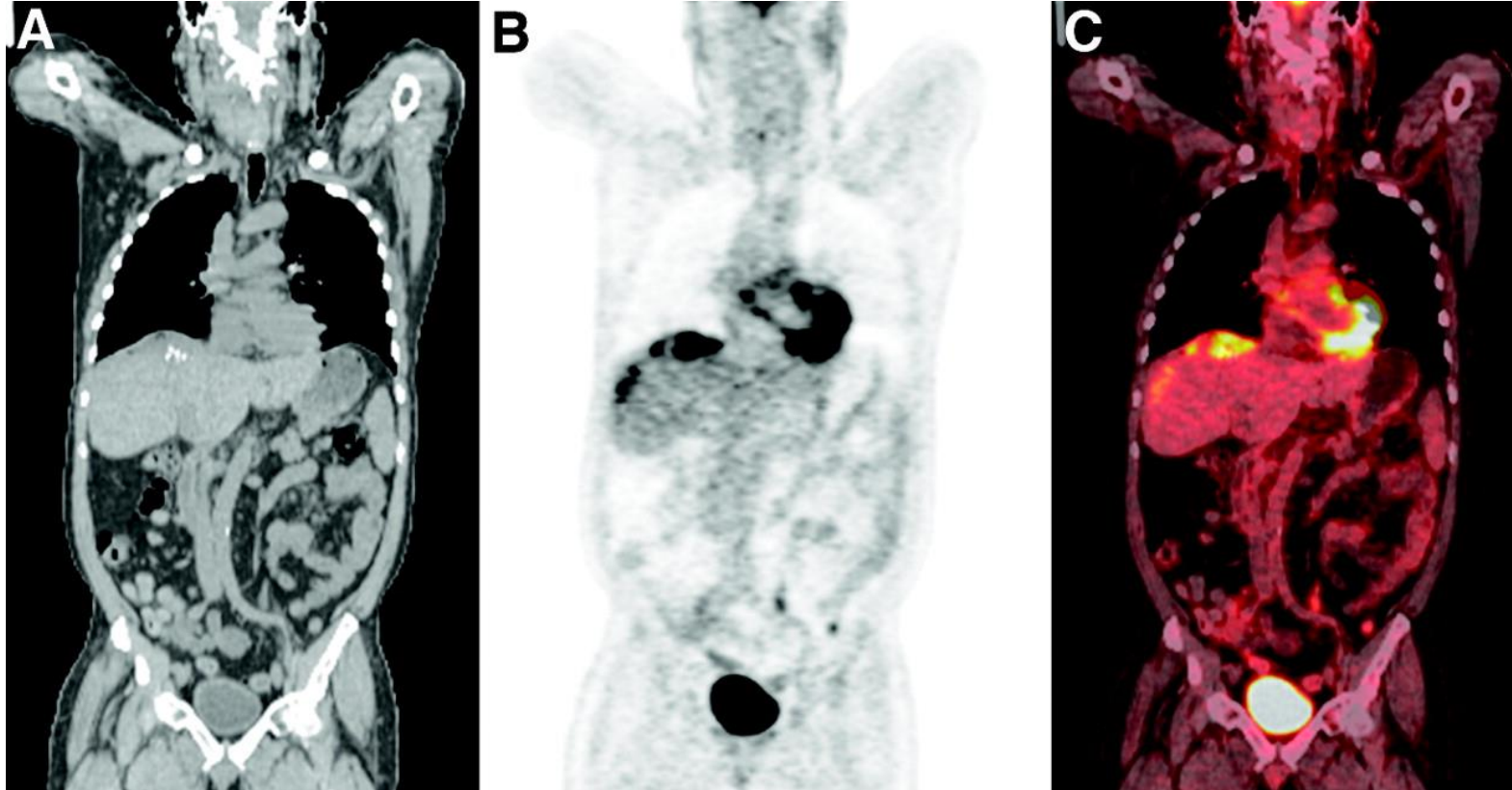
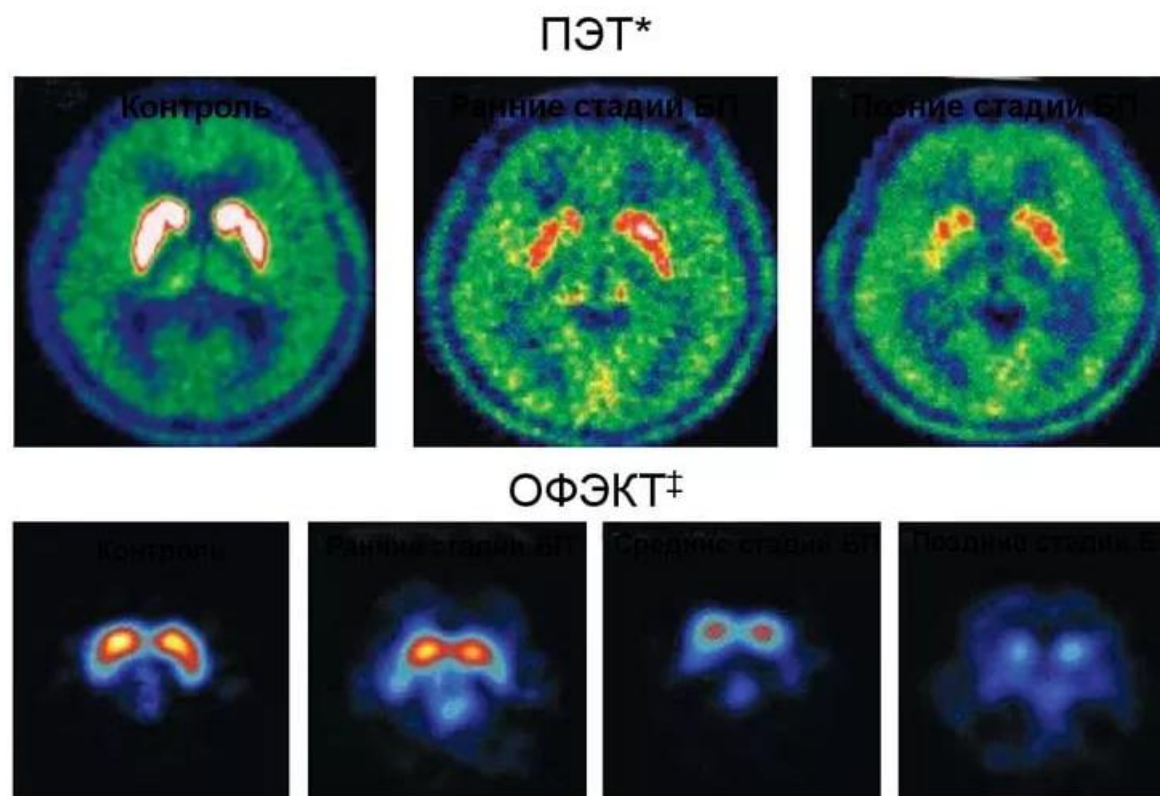


Рис. 3. А. КТ-изображение. В. ПЭТ-изображение. С. КТ/ПЭТ-изображение.

Сравнение ПЭТ и ОФЭКТ



* позитронно-эмиссионная томография с флуородопой

‡ однофотонная эмиссионная компьютерная томография с 2β-карбометокси-3β-(4-йодофенил)тропаном

Schapira AH, Olanow CW. *JAMA* 2004;291:358-64.

© 2004 American Medical Association. All rights reserved.

Рис. 4. Нейровизуализация при болезни Паркинсона