

УДК 539.1.074

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕТЕКТОРА ПРЯМОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ TИMERIX В СРЕДЕ ALLPIX
SQUARED (AP²)**Д.С. Флусова, Д.К. Чумаков, А.С. Гоголев

Научный руководитель: к.т.н. А.С. Гоголев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: dsf7@tpu.ru**SIMULATION OF THE DIRECT CONVERSION DETECTOR IN ALLPIX SQUARED (AP²)
TOOLKIT**D.S. Flusova, D.K. Chumakov, A.S. Gogolev

Scientific Supervisor: Ph.D. A.S. Gogolev

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: dsf7@tpu.ru

Abstract. This study is performed in order to simulate the optimal configuration of the detectors system for the single photon emission computer tomography (SPECT) unit. The optimization of the detectors system involves the increase in the detectors' spatial resolution and in the registration efficiency of the Tc-99m gamma radiation used in tomography. The obtained results show the quantities that are affected by the direction of gamma quanta emission and thus may be used in the imaging of the objects under tomography studies.

Введение. Рак является причиной каждой шестой смерти в России и мире. Онкология – это вторая ведущая причина смерти в мире. Молекулярные диагностические исследования – инструмент, позволяющий обнаружить новообразование с целью последующего решения проблемы. В частности, метод тераностики объединяет в себе возможность лечения и контроля одновременно. С помощью наночастицы, терапевтический препарат вводится в организм и доставляется к конкретной точке опухоли для прямого воздействия на раковые клетки. Прецизионная тераностика невозможна без сканирующей ОФЭКТ установки [1, 2]. К сканирующим установкам предъявляются высокие требования пространственного разрешения и чувствительности. Увеличение пространственного разрешения может быть достигнуто за счёт использования гибридных пиксельных детекторов. Конечная цель научно-исследовательской работы – это разработка цифрового и реального прототипов установки ОФЭКТ с более высокими, чем у существующих, пространственным разрешением и чувствительностью благодаря использованию гибридных пиксельных детекторов. В настоящее время начата работа по созданию цифровой модели регистрирующей системы ОФЭК томографа. Таким образом, целью исследовательской работы является моделирование отклика детектора Timerix, регистрирующей системы томографа с источником технеций-99 m.

Экспериментальная часть. В качестве детектирующей части будущей системы выступает детектор Timerix. Регистрирующая часть выполнена по схеме комптоновской камеры. Предполагается использование одного слоя детектора прямого преобразования. Проектирование подобной установки

заключается в выборе наиболее предпочтительной конфигурации. В качестве оценки возможностей Timerix в такого рода задачах была создана модель детектора в фреймворке Allpix² [3]. Внешний вид модели представлен на Рис. 1.

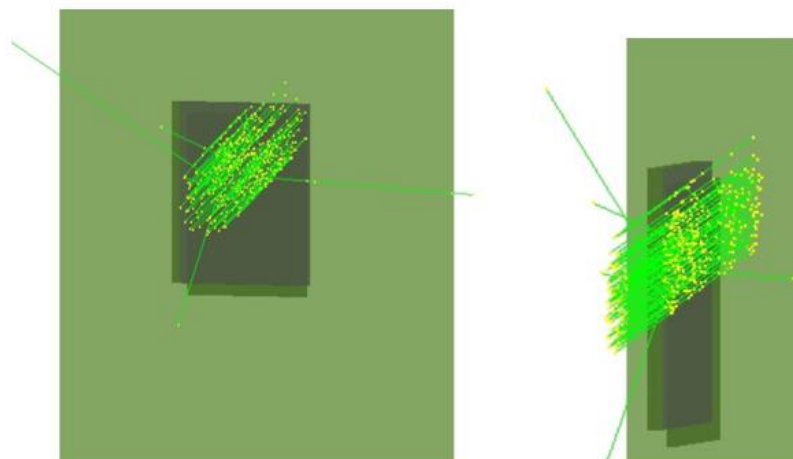


Рис. 1. Внешний вид симуляции детектора Timerix: вид спереди (справа); вид сбоку, позволяющий определить угол падения гамма-квантов (слева)

Фреймворк Allpix² позволяет моделировать движение носителей зарядов в полупроводниковом детекторе от момента взаимодействия частицы с зарядом до оцифровки собранного заряда. Встроенный оцифровщик сигнала моделирует распределение, характерное для реально существующих чипов. На рис. 2 приведена карта событий для гамма-квантов, нормально падающих на плоскость детектора. Подобные карты были получены для углов: 0°, 15°, 30°, 45°, 60° и 75°.

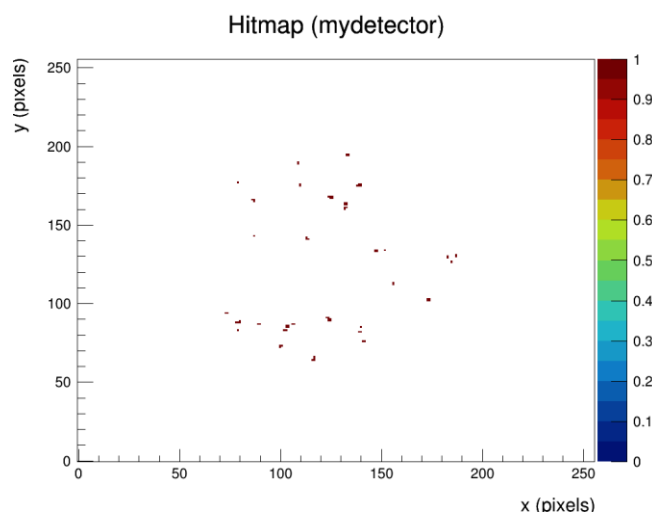


Рис. 2. Карта событий по пикселям для угла прилета 0°

Результаты. Выявлена зависимость величины кластера сработавших пикселей в детекторе от угла падения гамма-кванта, см. рис. 3. Чем больше угол прилета гамма-кванта, тем больше средняя величина кластера, выраженная в пикселях. Гамма-кванты, прилетающие под углами, задевают соседние пиксели, что приводит к растеканию заряда на соседние ячейки. Результаты получены при малой статистике, т.к. в программное обеспечение находится в процессе активной доработки и обновления. В будущем будет

собрана большая статистика для уменьшения статистической неопределенности и установления зависимости ширины кластера от угла прилета частицы.

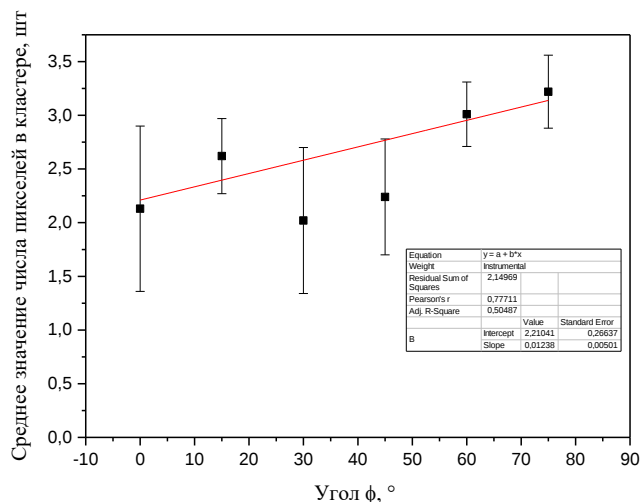


Рис. 3. Средний размер кластера в зависимости от угла падения гамма-кванта

Закключение. В настоящее время получены следующие результаты. Для разных углов падения гамма-квантов на сенсор детектора меняется число задействованных пикселей в кластере детектора. По геометрическим размерам кластера можно определять энерговыделение и тип процесса взаимодействия. Угол падения гамма-квантов на сенсор детектора не влияет на положение и ширину пика полного поглощения. Определена квантовая эффективность сенсоров из теллурида кадмия и арсенида галлия, сенсор из теллурида кадмия оказался более эффективным в текущем исследовании. Полученные результаты позволяют сделать вывод о зависимости средней ширины кластера от угла прилета частицы. Однако, существует значительная статистическая неопределенность, вызванная малой статистикой в моделировании. В будущем эта проблема будет решена набором дополнительных гистограмм. Установление зависимости ширины кластера от первоначального направления движения гамма-кванта позволит разрабатывать системы реконструкции вершин взаимодействия и, как следствие, изначального изображения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Currie G., Iqbal B., Wheat J. [et al.] Single photon emission computed tomography (SPECT)/computed tomography (CT): an introduction // Radiographer. – 2011. – Vol. 58., № 3. – P. 60-66.
2. Bailey D.L., Humm J.L., Todd-Pokropek A., Van Aswegen A. Nuclear Medicine Physics: a handbook for students and teachers. – Vienna: International Atomic Energy Agency, 2014. – 766 p.
3. Benoit M. Allpix2: Un logiciel générique de simulation Monte-Carlo des détecteur pixels semi- conducteurs [Электронный ресурс]. – режим доступа: https://indico.in2p3.fr/event/20627/contributions/94389/attachments/64776/89984/MB_allpix2.pdf (дата обращения: 25.11.2022)