

УДК 535.2

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАВНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ПЛОСКОСТИ РЕГИСТРАЦИИ СЦИНТИЛЛЯЦИОННОГО ГАММА-СПЕКТРОМЕТРА

Бокатый И.О. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – профессор, доктор технических наук, Коротаев В.В.  
(Университет ИТМО)

**Введение.** Сцинтилляционный гамма-спектрометр является детектором непрямого преобразования, в котором ионизирующее излучение поглощается сцинтилляционным кристаллом, этот кристалл излучает в оптическом диапазоне с энергией пропорциональной энергии поглощенного ионизирующего излучения. Для регистрации оптического излучения используется относительно новый класс фотоприёмников – кремниевый фотоэлектронный умножитель (КФЭУ). Он представляет собой матричный приёмник, состоящий из набора лавинных фотодиодов. После регистрации фотона оптического излучения одним элементом матрицы КФЭУ, этот элемент становится нечувствительным на время восстановления равное примерно  $1,5 \cdot 10^{-7}$  с. При больших значениях потока оптического излучения фотоны, достигшие элемента приёмника во время его восстановления, не будут зарегистрированы, что отрицательно сказывается на точности измерений. По этой причине необходимо добиться равномерного распределения потока оптического излучения на фоточувствительной площадке. Для достижения этой цели может быть использована оптическая система согласования сцинтилляционного кристалла и фотоэлектронного умножителя на основе оптического волокна [1] или световода [2].

**Основная часть.** Для поиска оптимального способа согласования КФЭУ и кристалла было использовано моделирование вспышек сцинтиллятора внутри детектора. Трассировка лучей от сцинтилляционного центра внутри детектора до плоскости регистрации проводилась в программе Zemax [3]. На основе полученных с помощью модели результатов был разработан и изготовлен экспериментальный стенд с возможностью смены конфигураций световода. Регистрация оптического излучения осуществляется матрицей КФЭУ, состоящей из 4 независимых площадок.

С помощью экспериментального стенда получены спектры паспортных источников ионизирующего излучения. Аналогичные измерения проводились с различными конфигурациями детектора: без световода, со световодом зеркального покрытия, со световодом диффузного покрытия. Результаты измерения позволили установить и сравнить параметры равномерности распределения оптического излучения для узкой полосы энергий излучения, оценить равномерность этого распределения для полного диапазона энергий.

На основании измерений исследована корреляционная зависимость между величиной неравномерности оптического излучения в плоскости регистрации и величины энергии сцинтилляции. Данная зависимость может быть применена при селекции импульсов с целью улучшения качества энергетического спектра.

На основании измерений исследована величина потерь оптического излучения при транспортировке от сцинтилляционного центра до плоскости регистрации.

**Выводы.** Проведен анализ равномерности распределения оптического излучения в плоскости регистрации КФЭУ сцинтилляционного гамма-спектрометра и разработана методика ее расчета и оценки.

### Список использованных источников:

1. Giancarlo Barbarino, Riccardo de Asmundis, Gianfranca De Rosa, Stefano Russo, Daniele Vivolo, and Carlos Maximiliano Mollo. Light concentrators for Silicon Photomultipliers.

Technology and Instrumentation in Particle Physics. 2012. pp. 709 – 714

2. Fujita T., Kataoka J., Nishiyama, T., Ohsuka S., Nakamura S., Yamamoto S., //Two-dimensional diced scintillator array for innovative, fine-resolution gamma camera. 2014. V. 765. P. 262 – 268. doi: 10.1016/j.nima.2014.04.060.

3. Romanova G. E. et al. Simulation and research of the gamma-ray detectors based on the CsI crystals and silicon photomultipliers //Optical Sensors 2017. – SPIE, 2017. – T. 10231. – C. 250-256.