

**Тема работы:**

Разработка детектора для цифровой рентгеновской остеоденситометрии

**Состав коллектива:**

Поросев Вячеслав Викторович, Институт ядерной физики, старший научный сотрудник, к.ф.-м.н., [V.V.Porosev@inp.nsk.su](mailto:V.V.Porosev@inp.nsk.su); Новосибирский государственный университет

Олейников Владислав Петрович, Институт ядерной физики, старший лаборант, [V.P.Oleynikov@inp.nsk.su](mailto:V.P.Oleynikov@inp.nsk.su); Новосибирский государственный университет, лаборант-исследователь

**Работа не была поддержана грантом.****Научное содержание работы:**

## 1) Постановка задачи.

Микропиксельные лавинные фотодиоды (Silicon photomultiplier, SiPM) находят широкое применение в сцинтилляционных детекторах рентгеновского излучения.

SiPM являются подходящими кандидатами на роль детектора в данной задаче, поскольку обладают достаточной квантовой эффективностью, малыми размерами и малой чувствительностью к магнитному полю. В то же время им присущи и недостатки: большее значение частоты темнового шума (dark noise), чем для фотоэлектронного умножителя, и наличие таких дополнительных источников шума, как перекрестные наводки (cross-talk) и послеимпульсы (after-pulsing). Помимо этого, некоторые параметры SiPM зависят от температуры. Таким образом, необходимо тщательно измерить параметры нескольких SiPM, которые предполагается установить в прототип быстродействующего детектора рентгеновского излучения.

## 2) Современное состояние проблемы.

В последние годы наблюдается существенный прогресс в совершенствовании параметров SiPM и, следовательно, появление на рынке большого разнообразия моделей. Поскольку детальное измерение частоты темновых шумов и вероятностей перекрестных наводок и послеимпульсов является технически сложной и времязатратной процедурой, то производители указывают в паспорте детектора либо часть характеристик, либо приближенные значения параметров. Вследствие этого, для современных моделей SiPM практически отсутствует полная информация о технических характеристиках и необходимо самим проводить измерения.

## 3) Подробное описание работы, включая используемые алгоритмы.

В ходе выполнения работ были измерены частоты темновых шумов и вероятности перекрестных наводок и послеимпульсов для трех различных SiPM: PM1125NS-SB0 (KETEK), S10362-11-100C (HAMAMATSU) и S13360-3050CS (HAMAMATSU). SiPM S10362-11-100C (HAMAMATSU) является детектором предыдущего поколения и использовался для проверки правильности выполненных измерений, поскольку его подробные характеристики представлены в научной литературе. SiPM PM1125NS-SB0 (KETEK) и S13360-

3050CS (HAMAMATSU) являются детекторами нового поколения, характеристики которых необходимо было измерить.

При помощи вычислительных ресурсов кластера производилась обработка сигналов с SiPM, записанных цифровым осциллографом. Использование кластера было необходимо, поскольку реализованный алгоритм требует значительных вычислительных ресурсов (порядка 1 с. на обработку одного события при общем числе событий около  $10^5$ ). Алгоритм нахождения частоты темновых шумов и вероятностей перекрестных наводок и послеимпульсов по форме сигнала описан в следующих статьях: Characterization and simulation of the response of Multi-Pixel Photon Counters to low light levels (NIM A Volume 656, Issue 1, 11 November 2011, Pages 69-83) и Using MPPCs for T2K Fine Grain Detector (PoS(PD07)017).

#### 4) Полученные результаты.

Характеристики протестированных микропиксельных лавинных фотодиодов представлены в следующей сводной таблице:

	S10362-11-100C	S13360-3050CS	PM1125NS-SB0
Overvoltage, V	~ 1	~ 4	~ 4
After-pulse prob., fast comp.	10%	10%	9%
After-pulse prob., slow comp.	15%	—	—
After-pulse decay const., fast comp.	35 ns	8.3 ns	26 ns
After-pulse decay const., slow comp.	165 ns	—	—
Cross-talk prob., %	12	6	6
Dark noise rate, kHz/mm <sup>2</sup>	300	45	60

#### **Эффект от использования кластера в достижении целей работы.**

Использование кластера было необходимо, поскольку реализованный алгоритм обработки сигналов требовал значительных вычислительных ресурсов (порядка 1 с. на обработку одного события при общем числе событий около  $10^5$ ).

#### **Перечень публикаций, содержащих результаты работы (если есть). Если имеется, указать импакт-фактор журнала (Thomson Reuters, РИНЦ,...).**

По результатам работы с применением вычислительной системы была опубликована одна работа:

After-pulsing and cross-talk comparison for PM1125NS-SB0 (KETEK), S10362-11-100C (HAMAMATSU) and S13360-3050CS (HAMAMATSU). Journal of Instrumentation, Volume 12, June 2017 (2016 IMPACT FACTOR 1.22). <https://doi.org/10.1088/1748-0221/12/06/C06046>

**Опционально: ваши впечатления от работы вычислительной системы и деятельности ИВЦ НГУ, а также предложения по их совершенствованию.**

Это был положительный опыт использования вычислительной системы: оборудование работало стабильно и персонал оказывал своевременную поддержку в решении различных вопросов.