**Ответы на замечания рецензента по статье "Метод увеличения эффективности регистрации минимально ионизирующих частиц детекторами на МКП"**

Уважаемые коллеги из редакции, уважаемый рецензент, мы признательны на внимательное прочтение статьи и за высказанные полезные замечания!

Направляем ниже ответы на все замечания и комментарии рецензента, а в приложениях к письму -- текст статьи с корректироваками, выделенными цветом. и отдельно чистовой вариант переработанной статьи , а также и скан Договора.

**Замечания рецензента и ответы:**

*1. страница 1, строка 17 "ионизирующих частиц (MIPs) требуются" Сокращение больше нигде не используется. Зачем оно?*

---- В исправленном варианте статьи *(MIPs) убрано*

2. *страница 1, строка 22 "[5-8]"*

*Почему нельзя ограничиться одной статьей?*

*К 1-4 это тоже относится, но в меньшей степени.*

--- Спасибо за данное замечание, мы сочли возможным убрать ссылки 3, 4, 5, 6 и7

*3.страница 1, строка 28 "[1-4]" Повтор того, что в строке 22 4.*

-- Спасибо за замечание, повтор убран

*4. страница 1, строка 29 "pile-up" Лучше взять в кавычки как жаргон, либо сформулировать по-другому. Например «отсев эффекта наложения событий друг на друга».*

-- Спасибо. в исправленном варианте статьи *(*pile-up*)* взято в кавычки, в тексте это так: "...и режектирование наложений ("pile-up") событий."

*5. последний абзац на стр.1 "В настоящей работе предлагается ..."*

*В чем новизна метода? Это же, очевидно.*

-- Да, схема совпадений известна уже 100 лет, но в данной работе она впервые использована для компенсации возрастающего уровня шумов при снижения порогов регистрации сигналов от МКП детекторов. Насколько нам известно, именно с МКП детекторами такой метод ̶  специального снижения порогов с соответствующим существенным увеличением шума в канале регистрации, ранее не применялся. Тут используется известная особенность спектра коротких (~ 1 нс) сигналов МКП при детектировании минимально ионизирующих частиц: широкий диапазон амплитуд с некоторым заметным "хвостом" в мягкой области спектра. В эту область попападают и темновые собственные сигналы МКП и часть спектра минимально ионизирующих частиц.

*При этом отсутствует какое-либо сравнение с характеристиками регистрации MIP одним детекторов.*

*---* Спасибо за данное замечание! Добавлена фраза "Эффективность регистрации минимально ионизирующих частиц детектором на МКП обычно не превышает 80 % при фоне 1/(сек·см2), что связано с вводимым порогом электроники с целью режекции фоновых сигналов."

Шумы не коррелированы, но какая вероятность случайных совпадений шумовых сигналов?

-- Интенсивность случайных совпадений шумовых сигналов определяется τ -разрешающим временем схемы. В текст статьи добавлена фразы: " На следующем этапе импульсы с компараторов подаются на наносекундную схему совпадений с разрешающим временем τ = 50 нс. Так как шумы МКП детекторов телескопа не коррелированы, то они подавляются схемой совпадения Так как шумы МКП детекторов телескопа не коррелированы, то они подавляются схемой совпадения (При интенсивности шумов детекторов N1 и N2 уровень случайных совпадений Nсл=2·τ·N1·N2). ".

**-- В исправленном варианте статьи весь данный параграф переработан.**

**"**Эффективность регистрации минимально ионизирующих частиц детектором на МКП обычно не превышает 80 % при фоне 1/(сек·см2), что связано с вводимым порогом электроники с целью подавления фоновых сигналов. В настоящей работе мы предлагаем и тестируем для МКП метод увеличения эффективности регистрации минимально ионизирующего излучения при одновременном существенном снижении собственного фона устройства. Суть метода состоит в том, что для регистрации минимально ионизирующих частиц используется телескоп из двух сборок МКП детекторов. На первом этапе, с целью увеличения эффективности регистрации, мы уменьшаем пороги регистрации сигналов в компараторах и, тем самым, создаем условия для фиксации минимально ионизирующих частиц, для которых импульсы от МКП имеют малые амплитуды. При этом, естественно, для каждого канала регистрации ухудшается соотношение сигнал/шум. На следующем этапе импульсы с компараторов подаются на наносекундную схему совпадений с разрешающим временем τ = 50 нс. Так как шумы МКП детекторов телескопа не коррелированы, то они подавляются схемой совпадения. (При интенсивности шумов детекторов N1 и N2 уровень случайных совпадений Nсл=2·τ·N1·N2). Таким образом, в новом устройстве телескопа из двух МКП детекторов снижение порогов срабатывания компараторов приводит к увеличению эффективности регистрации минимально ионизирующих частиц, но при этом одновременное увеличение собственных шумов в отдельных каналах детектирования существенным образом нивелируется схемой совпадений."

6. страница 2, строка 6 "наносекундной схемы совпадений" Что означает здесь «наносекундная»?

--- Термин «наносекундная» означает уровень разрешающего времени τ схемы совпадений. В работе использовалась схема совпадений τ = 50 нс.

7. страница 2, строка 9 "компаратора" Это микросхема ADC MP604? Может конкретизировать?

--- Спасибо за данное полезное предложение, в тексте конкетизировали: "...на входы пороговых компараторов с высоким быстродействием (микросхема ADCMP604BKSZ-R2)."

*8. страница 2, строки 9-10 "событий - счётных или совпадений- в соответствии с" Странная пунктуация - прилипшие тире*

--- В исправленном варианте статьи "прилипшее тире" устранено.

*9. страница 2, строка 12 "«на лету»" Что это означает? Жаргон возможно заменить?*

--- Спасибо за данное замечание, в исправленном варианте статьи фраза теперь такая: "Информация с детекторов может быть считана в режиме реального времени."

***10. страница 2, строка 22 Функции нормализации длительности импульса,***

*В чем состоит нормализация длительности импульса и зачем это нужно?*

**---** Спасибо за данный вопоос. В тексте статьи добавили пояснение " Нормализация длительности импульса состоит в формировании импульса фиксированной длительности, равной периоду тактовой частоты тракта регистрации. Нормализация необходима для повышения эффективности регистрации при работе в счётном режиме."

***11.*** *страница 2, строка 27 "повышения" Повышения относительно какого результата?*

--- Спасибо за комментарий. В тексте добавили пояснение:" Снижение порогов регистрации и введение наносекундной схемы совпадений сигналов с двух последовательно установленных на траектории МКП детекторов позволило добиться ̶ в сравнении с одним МКП детектором, повышения эффективности обнаружения минимально ионизирующих частиц (~95%) при одновременном снижении фона (менее ~ 10-3 1/(сек·см2)). ".

***12. страница 2, строка 28 "снижении фона (менее ~10-3 1/(сек . см2). А какой регистрируется фон при обычных условиях регистрации?***

--- В исправленном тексте вставлено предложение: "Эффективность регистрации минимально ионизирующих частиц детектором на МКП обычно не превышает 80 % при фоне 1/(сек . см2), что связано с вводимым порогом электроники с целью режекции фоновых сигналов. "

***13****. страница 3, строки 6-7 "повышения эффективности обнаружения минимально ионизирующих частиц (~95%) при одновременном снижении фона (менее ~10-3 1/(сек . см2))."*

*Проводилось ли изучение этих параметров при различных порогах дискриминации компараторов или при различных напряжениях питания МКП?*

--- Изучение проводилось. Подбирали порог заведомо ниже стандарто применяемого в детекторах на МКП. В тексте статьи добавои информацию: " В работе также проводилось изучение эффективности при различных порогах дискриминации компараторов, в данной схемотехнике основной результат был получен при порогах компараторов 5 мВ. Уровень собственных шумов менее ~**10-3** 1/(сек . см2 был полученпри постоянной окна совпадений τ=50 нс."

***14.*** *рисунки Рисунки малоинформативны. Что мешает использовать картинки из доклада, которые гораздо более информативные?*

--- Спасибо за комментарий, согласны. Рисунки о подписи заменили.

***15.*** *рис2. "5.Схема совпадений" Наверное, 5-6*

--- Рисунки и подписи заменили.

16. Также необходимо 1. привести литературу к виду [https://pepan.jinr.ru/index.php/Pepan/AuthorGuidelines](https://pepan.jinr.ru/index.php/Pepan/AuthorGuidelines" \t "_blank)

------- Спасибо за данное замечание! Литературу откорректировали по требованиям журнала.

17. Заполнить, подписать и предоставить скан Договора (без даты и места подписания) [https://pepan.jinr.ru/index.php/Pepan/agreement](https://pepan.jinr.ru/index.php/Pepan/agreement" \t "_blank)м

---- высылаем скан Договора в приложении.