

ВЛИЯНИЕ ЧИСЛА ВИТКОВ СПЕКТРОСМЕЩАЮЩЕГО ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА В СЦИНТИЛЛЯЦИОННОЙ ПЛАСТИНЕ ДЕТЕКТОРА ВВС ЭКСПЕРИМЕНТА SPD НА ОТКЛИК

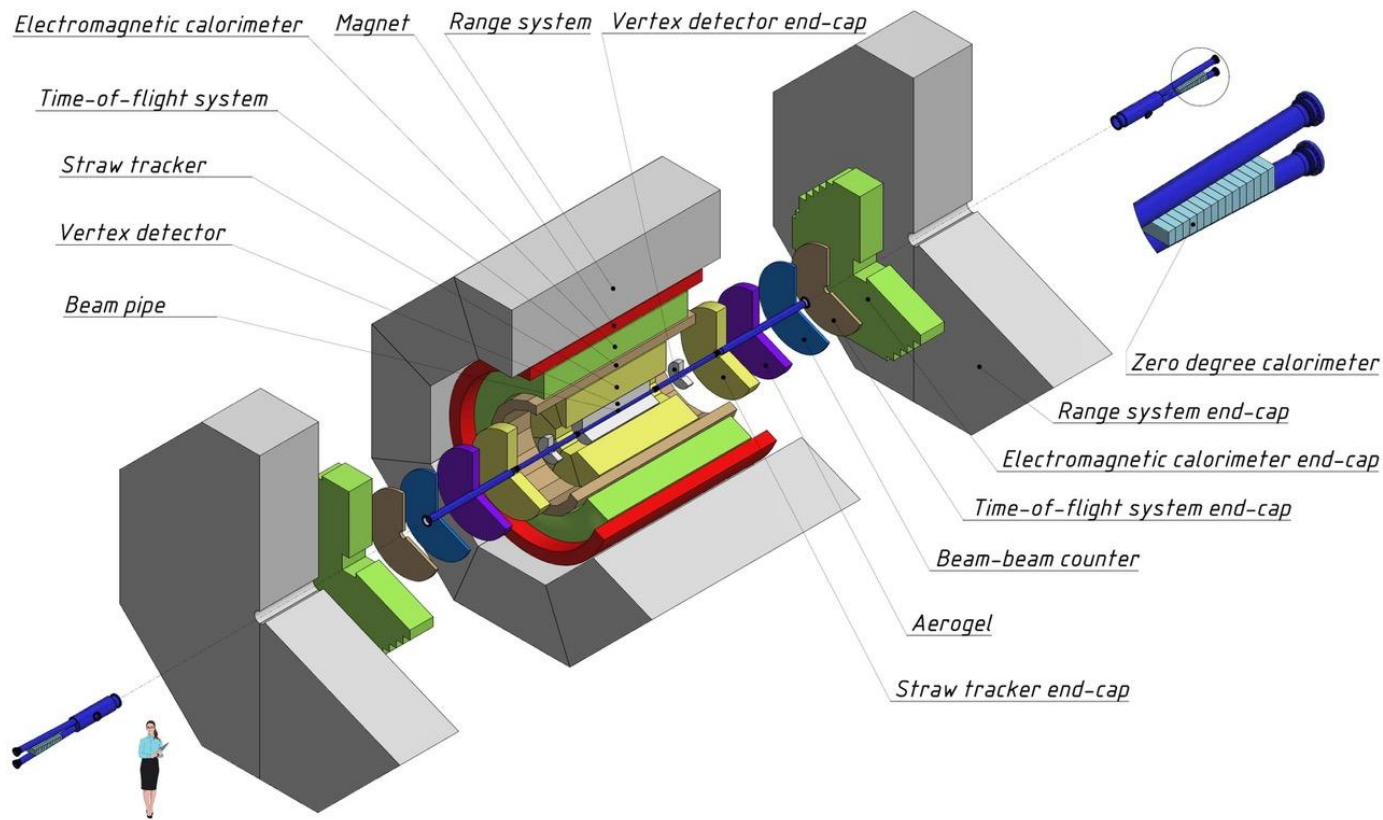
Научный руководитель: Тетерин Пётр Евгеньевич, доц., к.ф.-м.н.

Консультант: Дубинин Филипп Андреевич, старший преподаватель кафедры 40

Студент: Шафикова Дина Рашидовна М24-114

30.01.2026

ЭКСПЕРИМЕНТ SPD



Строение детекторной системы SPD

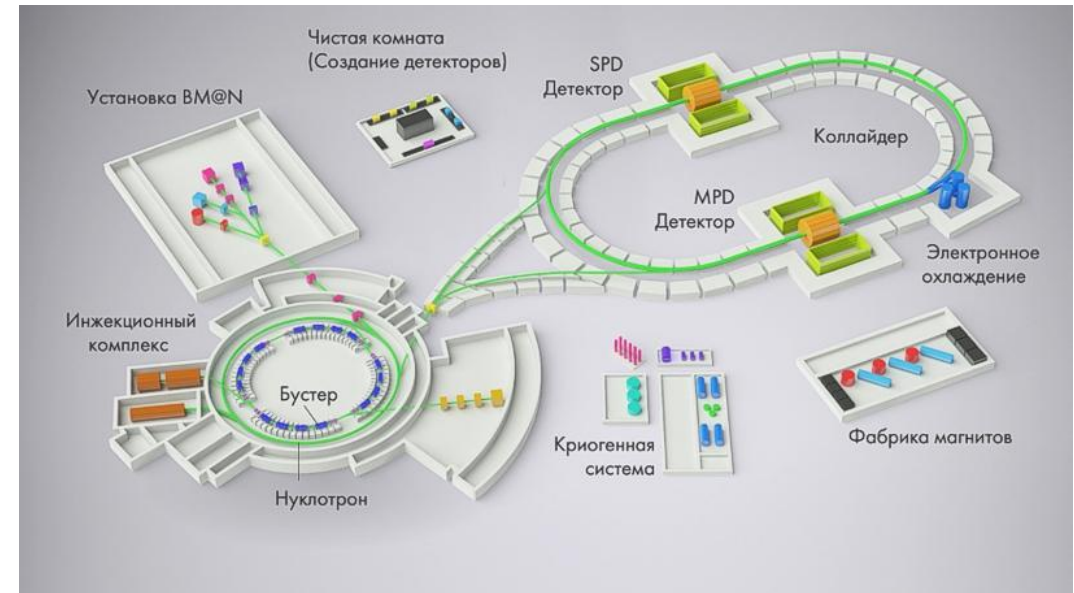
Эксперимент **Spin Physics Detector (SPD)**, реализующийся на базе ускорителя **NICA** (ОИЯИ, Дубна) предназначен для исследований спиновой структуры нуклона с использованием поляризованных пучков протонов и дейтронов.

Энергия столкновений \sqrt{s} до 27 ГэВ

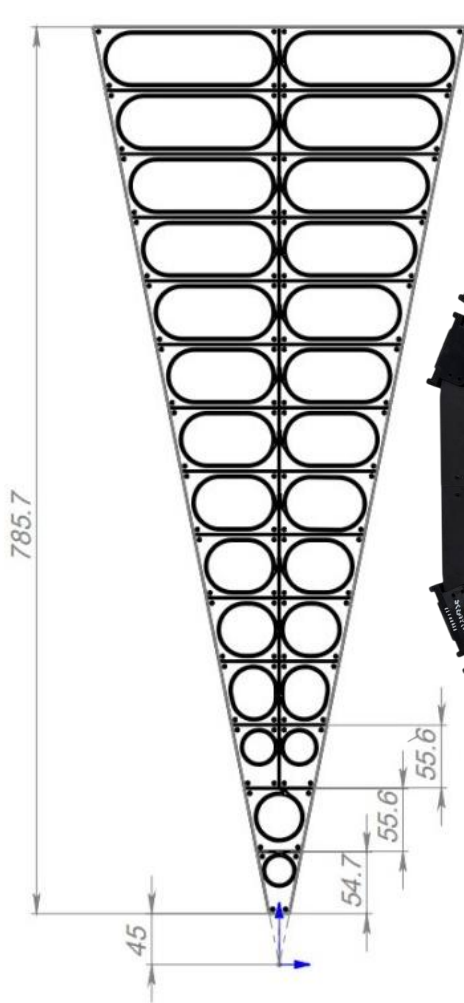
Частота взаимодействий до 4 МГц

Максимальная светимость до $10^{32} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$

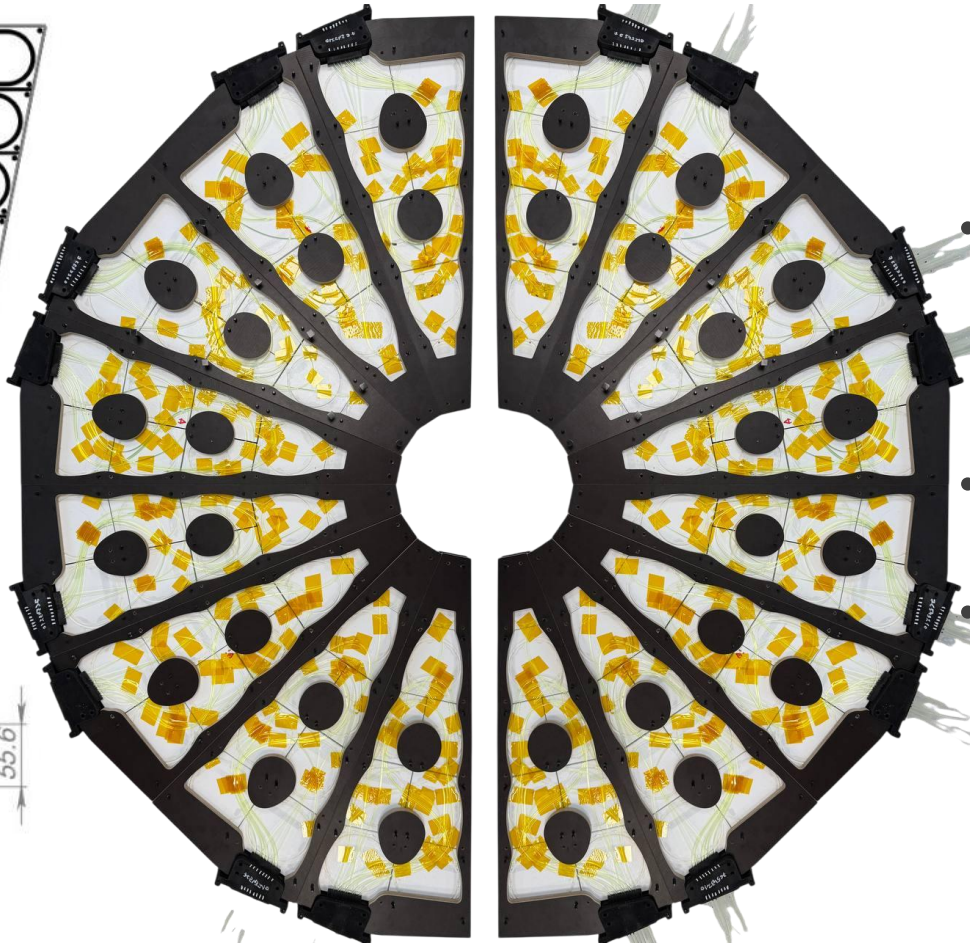
Ускорительный комплекс NICA



СЧЕТЧИК ПУЧКОВ BBC

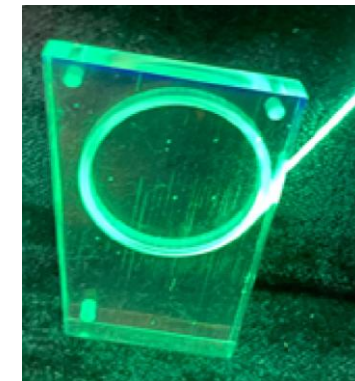


Сектор BBC



Прототип полуколеса BBC

- Детектор **Beam-Beam Counter (BBC)** состоит из:
- **16 секторов**, каждый из которых включает в себя **26** сцинтилляционных пластин (**тайлов**) из полистирола, покрытых титановыми белилами;
 - сигнал от тайла считывается кремниевыми фотоумножителями (**SiPM**) через спектросмещающее оптическое волокно (**WLS-волокно**);
 - WLS-волокно скручено в 3 витка внутри тайла;
 - сигнал обрабатывается многоканальной системой считывания **CAEN FERS-5200**.



Тайл с WLS-волокно без покрытия

ЦЕЛИ И МОТИВАЦИЯ

Целью работы является исследование влияния числа витков и длины спектросмещающего оптического волокна на светосбор и определение временного разрешения элемента детектора ВВС.

Для выполнения поставленной цели выполнялись следующие **задачи**:

- Провести измерения зависимости отклика тайла при различном числе витков WLS-волокна;
- Исследовать влияние длины WLS-волокна на световыход тайла;
- Оценить временное разрешение при различном числе витков WLS-волокна.

Полученные данные будут необходимы для обоснования выбора оптимальной геометрии детектора, а также будут использоваться для верификации и сравнения с результатами моделирования.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА

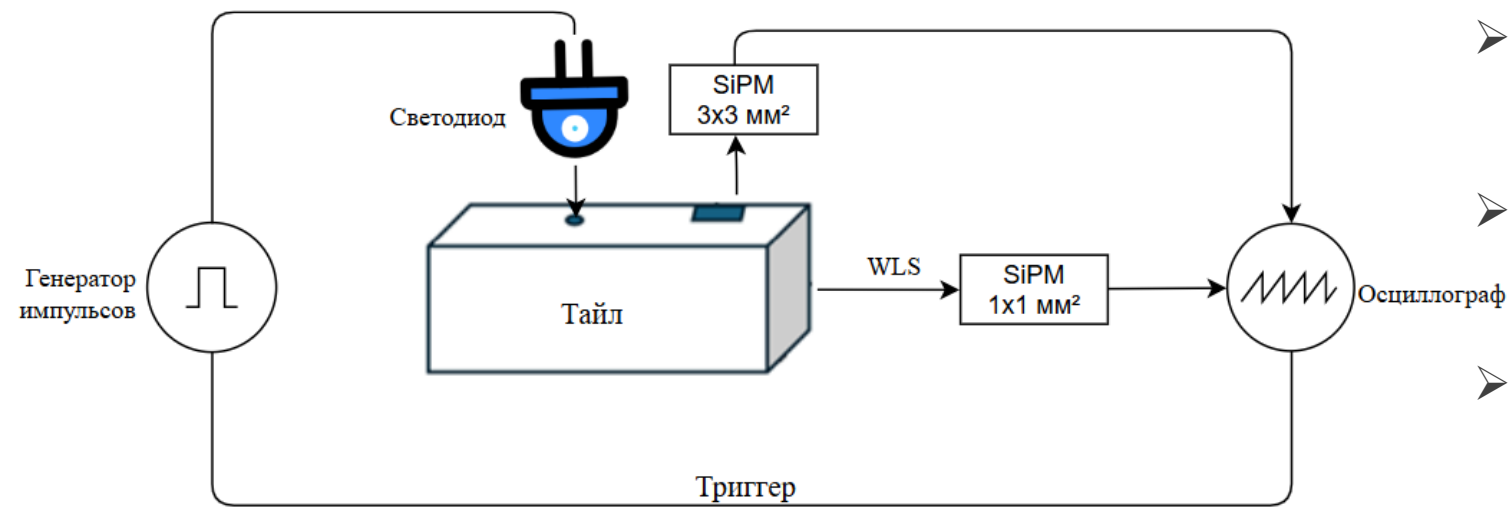
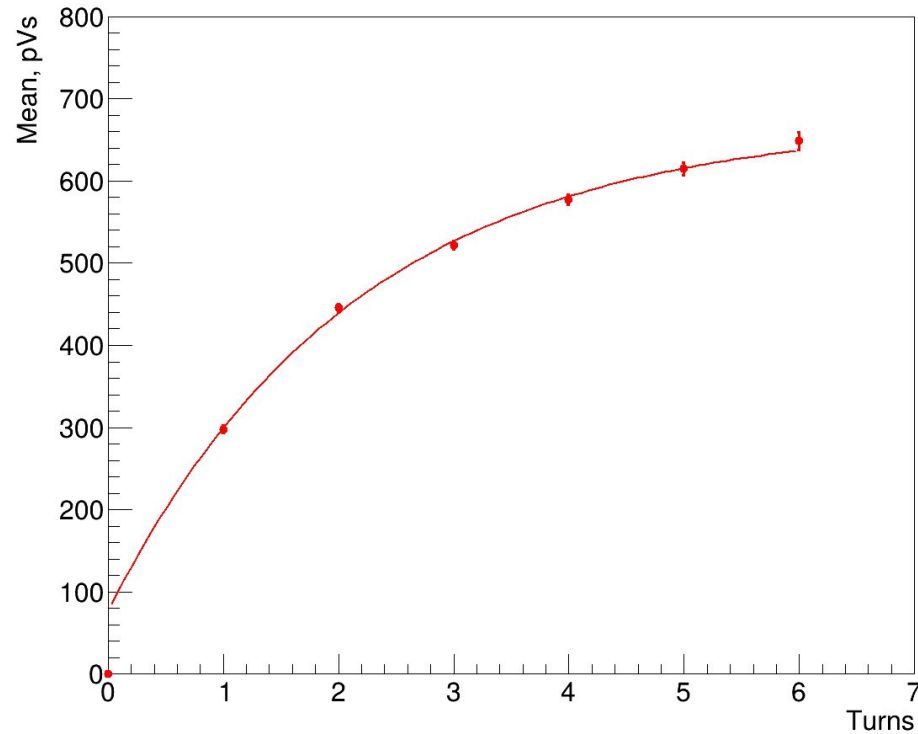


Схема экспериментальной установки

- В тайле просверлено отверстие, в которое вкладывается оптоволокно;
- При помощи коннектора к волокну крепится светодиод, на который подаются прямоугольные импульсы;
- Сигнал собирается спектросмещающим оптоволокном и регистрируется SiPM 1x1 мм²;
- В качестве референсного сигнала используется сигнал от SiPM 3x3 мм², который оптически связан с сцинтиллятором;
- Конструкция позволяет менять число витков WLS внутри тайла и длину до SiPM 1x1 мм².

ЗАВИСИМОСТЬ ОТКЛИКА ОТ ЧИСЛА ВИТКОВ

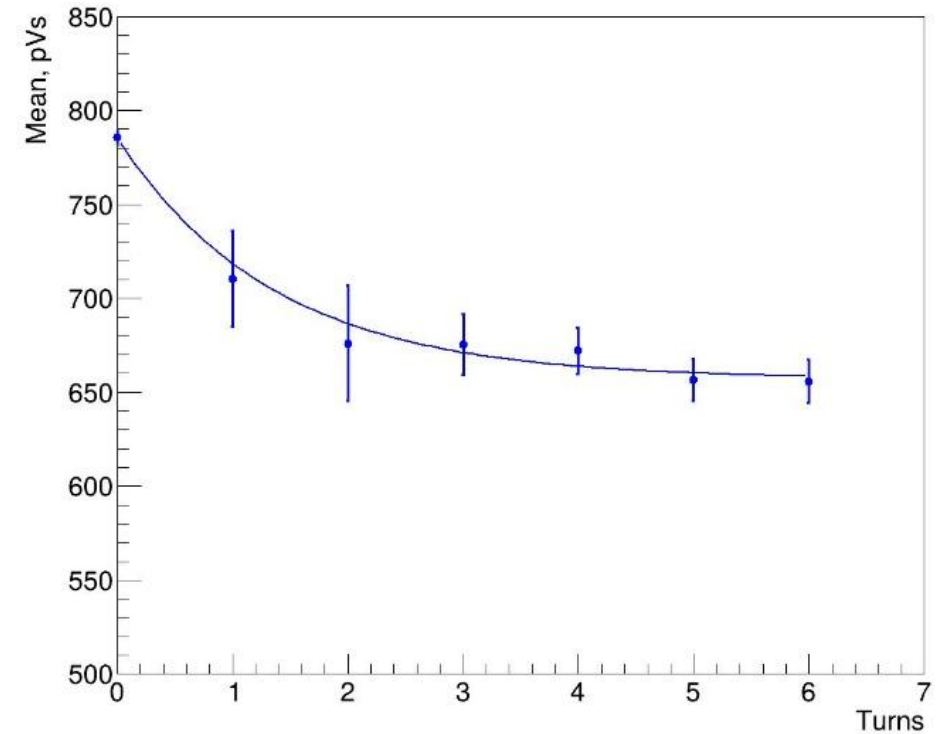
SiPM 1x1



Отклик **основного сигнала** возрастает с увеличением числа витков за счет расширения области взаимодействия WLS-волокна с сцинтиллятором.

Наибольшая эффективность светосбора приходится на 3 и 4 витки.

SiPM 3x3

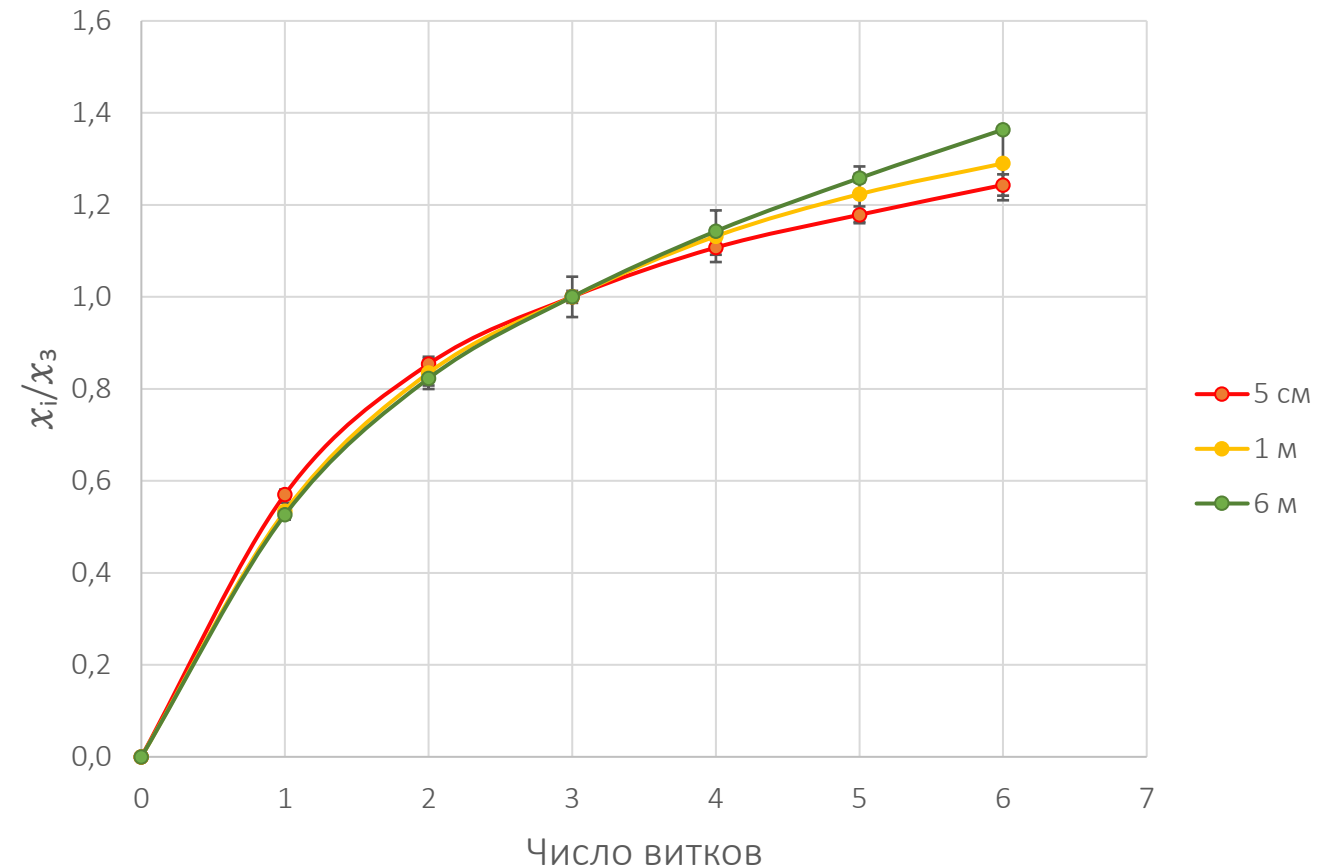


Отклик **референсного сигнала** уменьшается с увеличением числа витков внутри тайла.

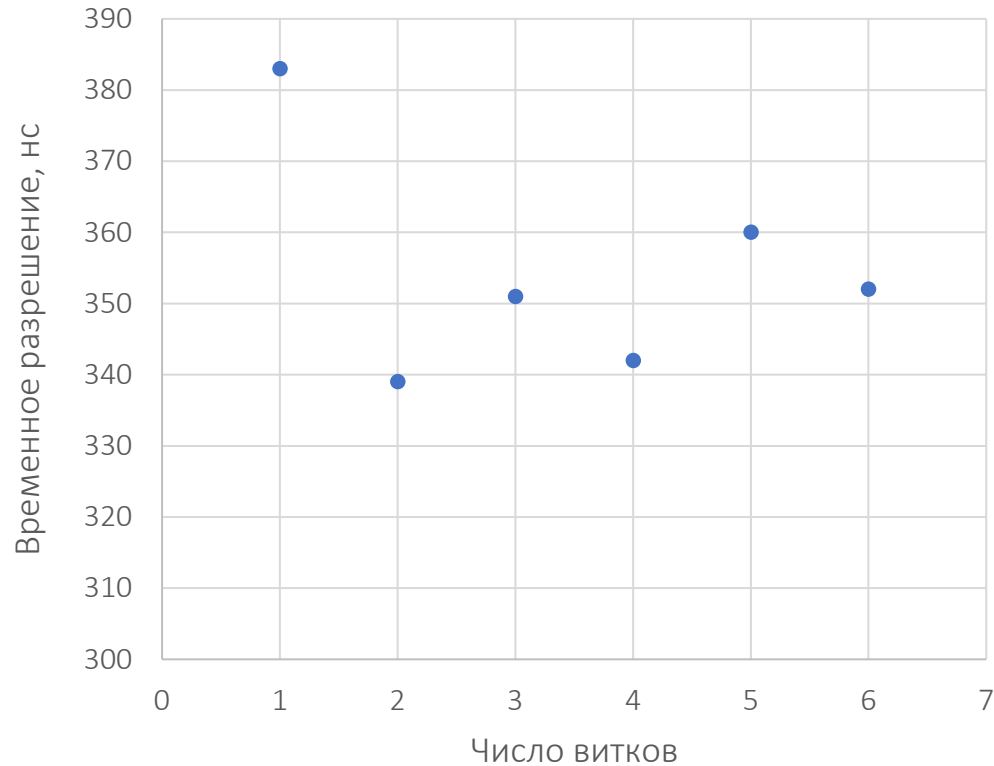
ЗАВИСИМОСТЬ ОТКЛИКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ДЛИНАХ

Рассмотрены 3 варианта удаления SiPM 1x1 мм² от тайла: 5 см, 1 м и 6 м. В результате получено, что:

- увеличение оптического пути приводит к снижению уровня сигнала из-за потерь;
- относительный прирост сигнала после третьего витка увеличивается с увеличением длины волокна. Это означает, что условия наступления в системе насыщения меняется вместе с изменением длины волокна.



ВРЕМЕННОЕ РАЗРЕШЕНИЕ



Временное разрешение определялось как стандартное отклонение распределения разности между сигналом и внешним триггером. Временная привязка дискриминатора осуществлялась методом следящего порога.

Оценка среднего временного разрешения:
 (355 ± 3) пс

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

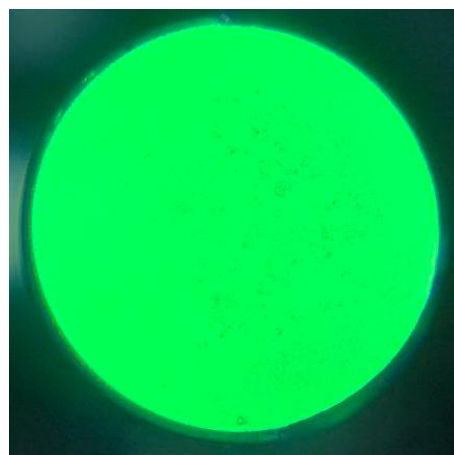
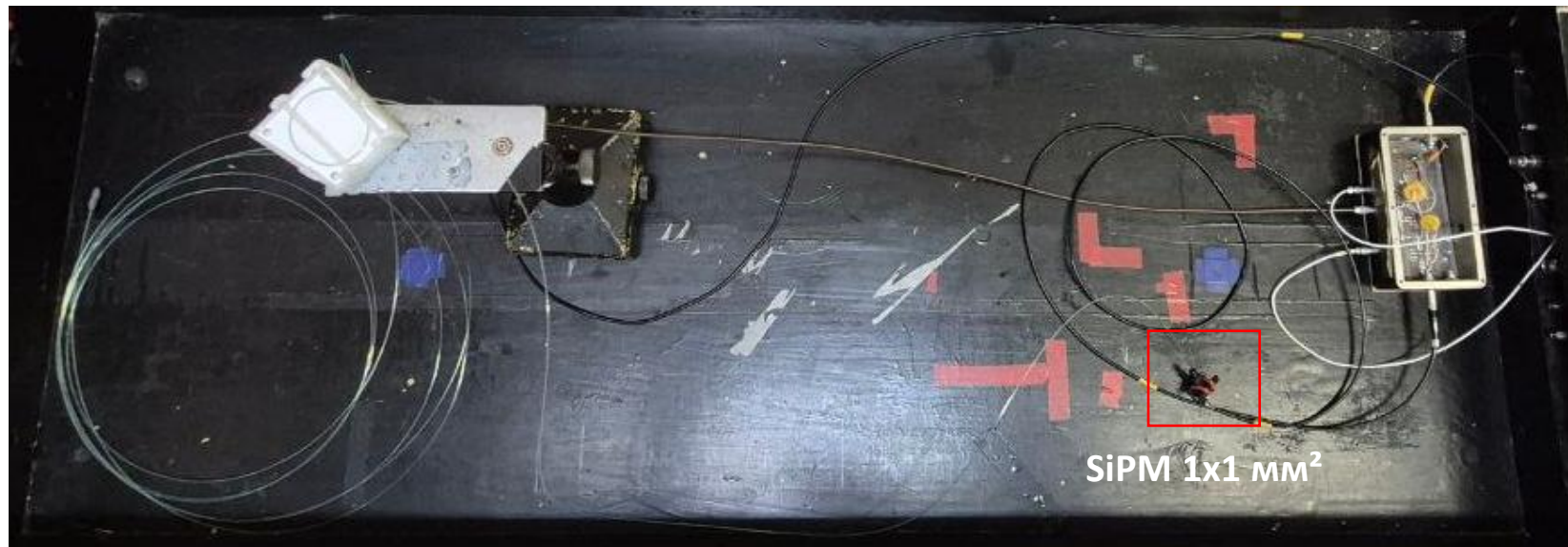
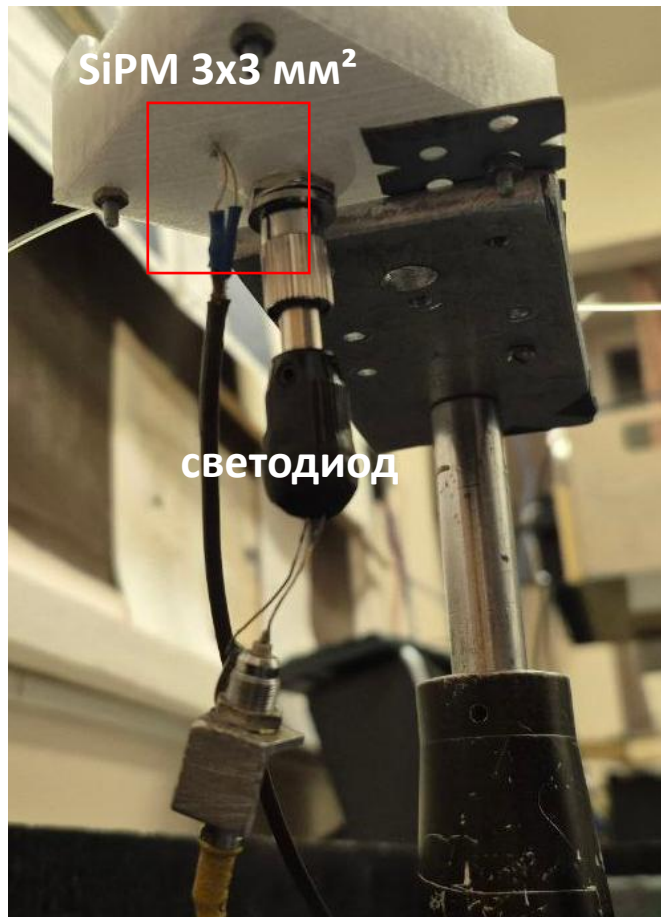
В работе было проведено исследование зависимости отклика элемента детектора BBC от длины WLS-волокна.

- Наиболее существенный рост светового отклика наблюдается при увеличении числа витков до 3 – 4. При дальнейшем добавлении витков этот эффект становится менее выраженным.
- Условия наступления насыщения системы с увеличением длины волокна между тайлом и SiPM меняются. При этом характер зависимости светового отклика от числа витков практически сохраняется.
- Среднее временное разрешение: (355 ± 3) пс.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

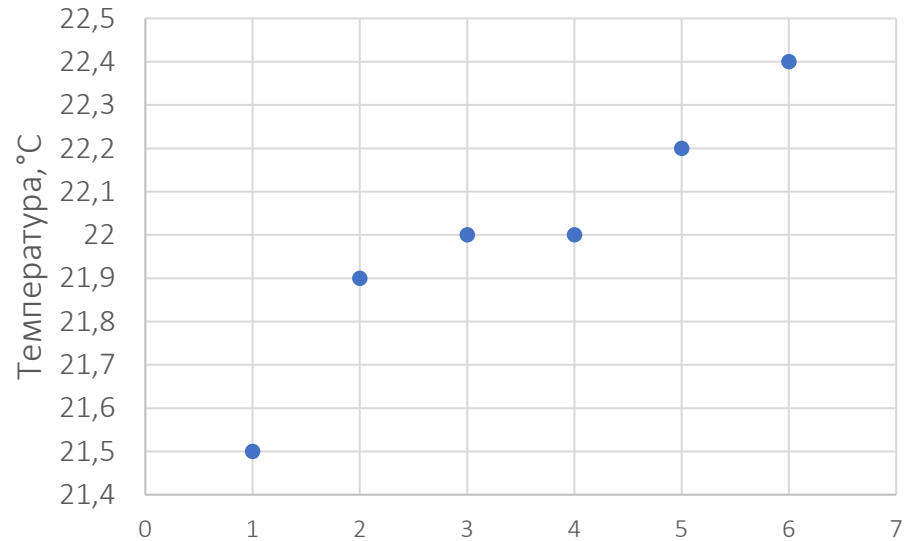
BACK UP

Доп.1



Полировка торцевой
стороны WLS

Температурная зависимость SiPM



Изменение температуры в черном ящике

За температуру SiPM бралась температура в черном ящике.
Согласно справочной документации температурная зависимость отклика SiPM составляет 0,8% при изменении температуры на 1°C.