



Национальный исследовательский ядерный
университет «МИФИ»
Институт ядерной физики и технологий
Кафедра физики элементарных частиц №40

РЕКОНСТРУКЦИЯ СИГНАЛОВ В ДЕТЕКТОРЕ FARICH УСТАНОВКИ SPD НА КОЛЛАЙДЕРЕ NICA

Научный руководитель: Е.Ю. Солдатов
Научный консультант: А. С. Жемчугов
Студент: К. Ю. Массалов

Москва
2026

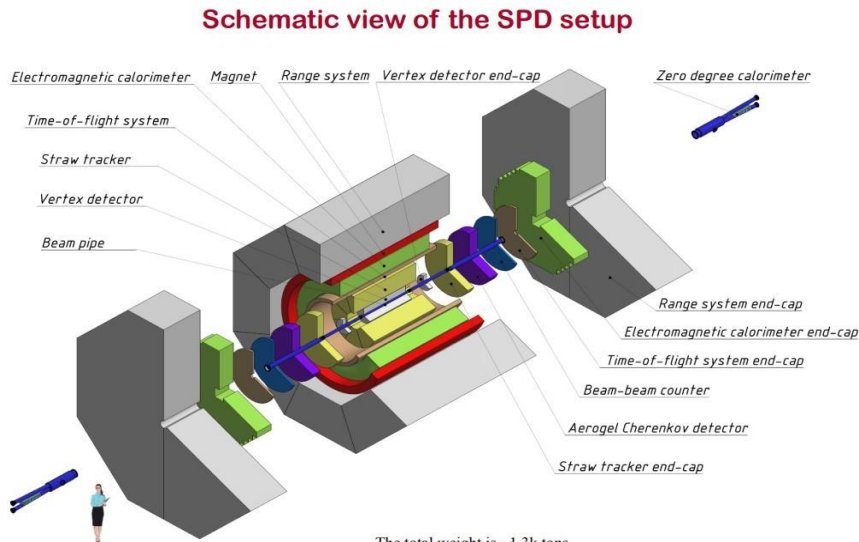


Цели SPD

Основная цель эксперимента SPD - это всестороннее **изучение внутренней спиновой структуры нуклона**

Основное внимание будет уделено изучению:

- поляризованной глюонной компоненты в реакциях инклюзивного рождения чармониев
- **открытого чарма**
- прямых фотонов
- прочих спин-зависимых явлений в p-p / dd столкновениях



- FARICH является ключевым компонентом системы идентификации частиц (PID) в эксперименте SPD на коллайдере NICA, обеспечивая разделение пионов и каонов в критическом диапазоне импульсов
- Существующие алгоритмы реконструкции не адаптированы под особенности FARICH, в частности — использование многослойного аэрогеля и фокусирующей оптики
- Современные методы машинного обучения, такие как графовые нейронные сети и attention-механизмы, практически не применялись для реконструкции данных FARICH, несмотря на их потенциал в задачах физики высоких энергий
- Отсутствие высокоточных и шумоустойчивых алгоритмов ограничивает эффективность всей системы PID в SPD, что напрямую влияет на достижение физических целей эксперимента

Цель и задачи

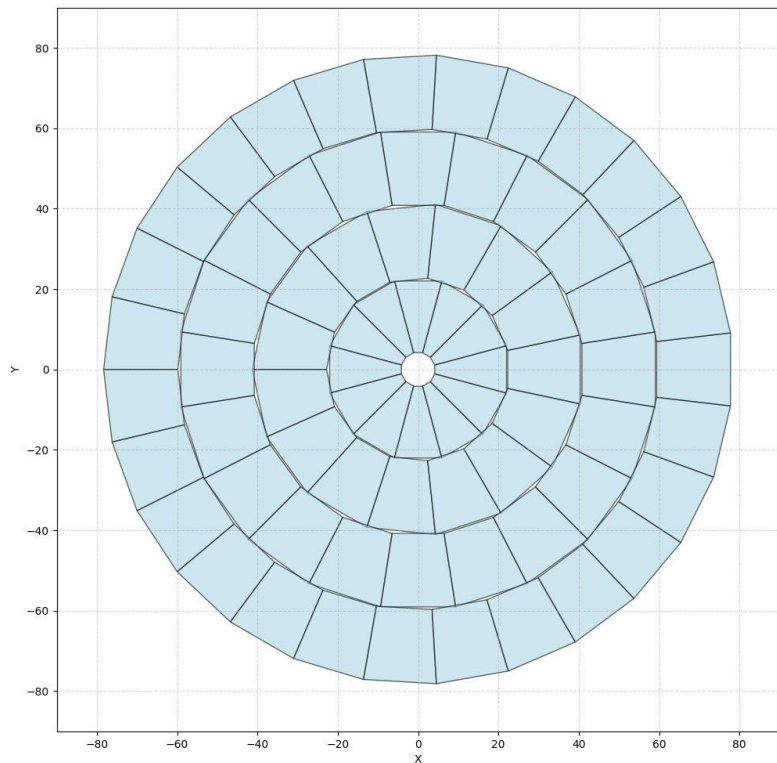
Цель:

разработка и реализация методов реконструкции сигналов в детекторе FARICH для повышения эффективности отбора событий и точности идентификации частиц в эксперименте SPD.

Задачи:

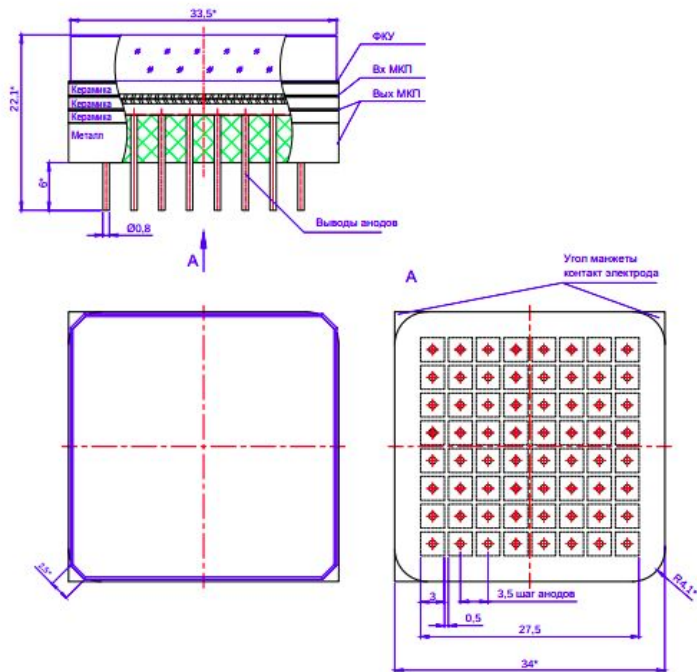
1. Разработать программно-аппаратную модель установки SPD с акцентом на детектор FARICH для генерации синтетических данных (Монте-Карло симуляции).
2. Реализовать классические алгоритмы реконструкции сигналов.
3. Разработать нейросетевые архитектуры для реконструкции сигналов, включая CNN, GNN и гибридные модели.
4. Провести сравнительный анализ эффективности предложенных методов на синтетических и экспериментальных данных.
5. Интегрировать разработанные алгоритмы в систему обработки данных установки SPD.

Аэрогель



- Состоит из трапециевидных плиток четырех форм
- Каждая плитка состоит из четырех слоев аэрогеля с разными показателями преломления
- Геометрическая эффективность 0.97

Варианты фотодетекторов

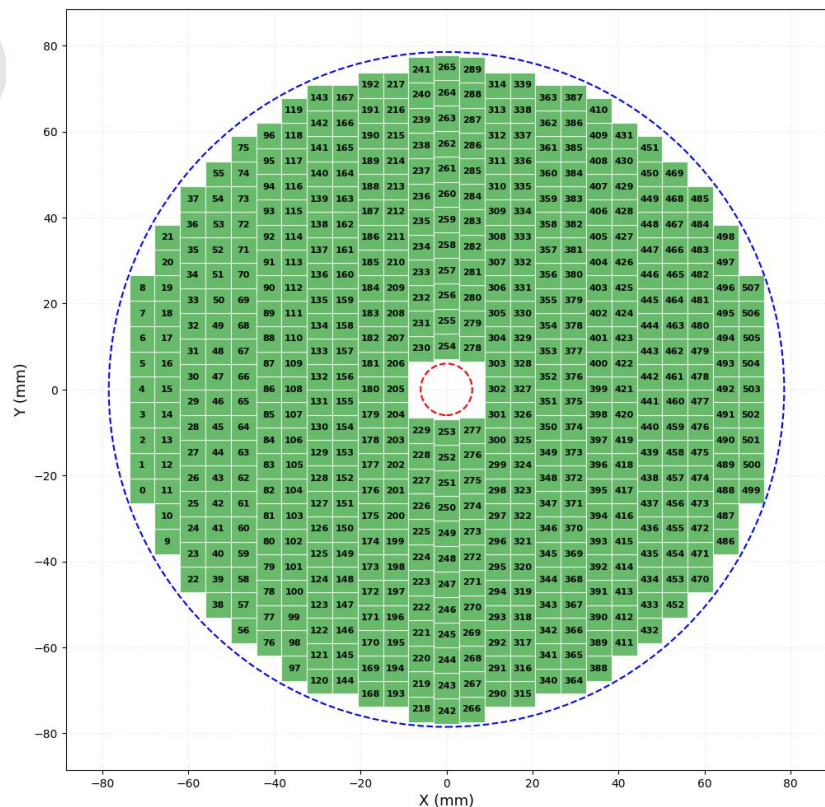


- 62×62 mm² полная площадь
- 50×50 mm² чувствительная площадь
- 16×16 пикселей размером 3×3 mm

- 33×33 mm² полная площадь
- 27×27 mm² чувствительная площадь
- 8×8 пикселей размером 3×3 mm

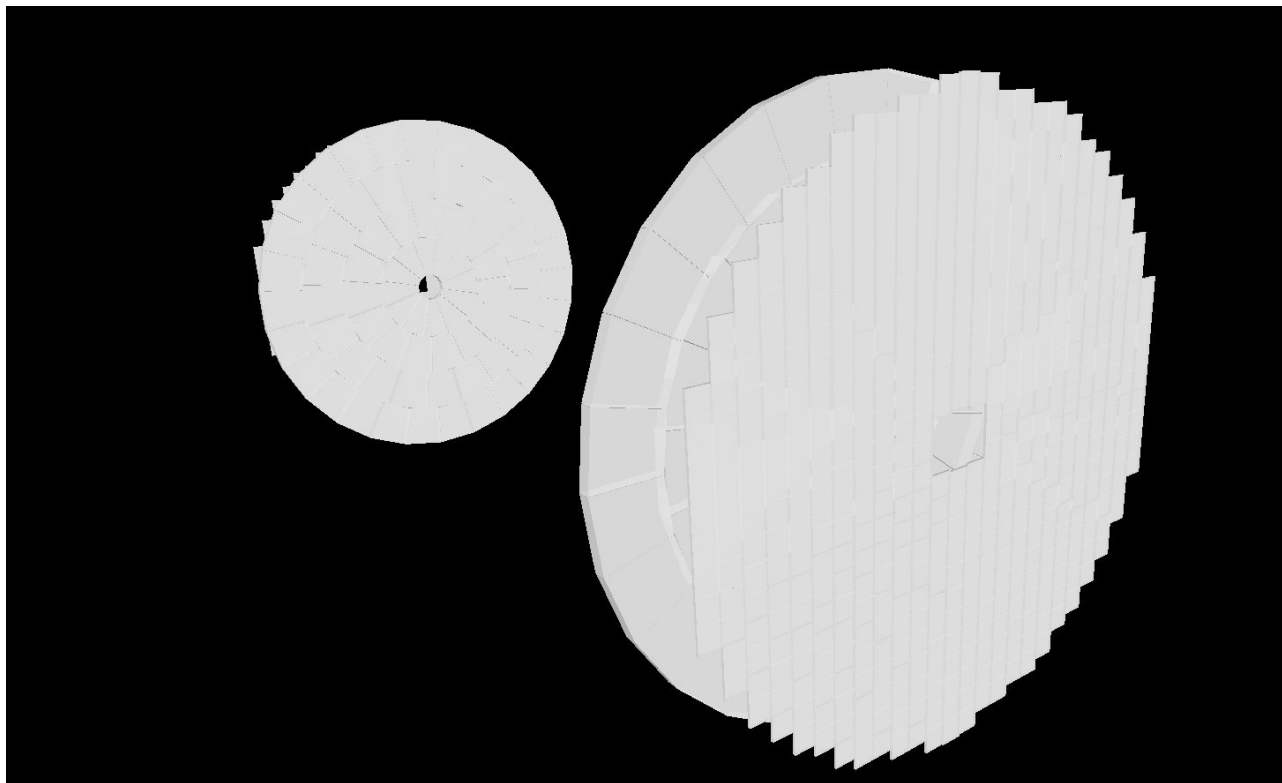
- 51×51 mm² полная площадь
- 46 mm² чувствительная площадь
- 8×8 пикселей размером 5,8×5,8 mm

Фотодетектор



- 2 * 508 фотодетекторов
- Размер 59*59 мм²
- Каждый фотодетектор имеет 16*16 пикселей размером 2.8*2.8 мм²

Геометрическая модель



Заключение

Создана геометрическая модель детектора FARICH в среде SPDGeoModel. Модель включает точное описание аэрогелевых радиаторов и фотодетекторов с учётом их пространственного расположения и физических свойств.

В дальнейшем планируется:

1. Смоделировать отклики детектора
2. Провести генерацию событий для получения набора данных
3. На основе полученных данных провести анализ разных алгоритмов обработки и выбрать лучший
4. Адаптировать полученную модель для системы обработки данных эксперимента

Спасибо за внимание!

