

ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ  
**УНИВЕРСИТЕТ**

МИКРОЭЛЕКТРОНИКА  
**ИННОВАЦИИ**  
КАТАЛИТИЧЕСКИЕ  
МАТЕРИАЛЫ

**ДИЗАЙН**  
ЛЕКАРСТВ

**ТОЧКА**  
СБОРКИ

НАУЧНАЯ  
ЛАБОРАТОРИЯ  
**ГЕОХИМИЯ**  
ИНЖИНИРИНГ

ГЕОФИЗИКА

**ГИБРИДНЫЕ**  
МАТЕРИАЛЫ

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

**ВЫСОКИЕ**  
ЭНЕРГИИ

БИОТЕХНОЛОГИИ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ  
НАНОТЕХНОЛОГИИ

СЕМИОТИКА

**НАУКА**

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

IT  
DEEP  
LEARNING

ИЗУЧЕНИЕ  
МОЗГА

АРКТИКА

КОГНИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ  
ЧАСТИЦЫ  
**ГЕОЛОГИЯ**

КВАНТОВЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ

БИОЛОГИЯ

ТЕМНАЯ  
МАТЕРИЯ

**ФОТОНИКА**  
БИОМЕДИЦИНА  
ПРИКЛАДНЫЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ

РАЗВИТИЕ  
**АСТРОНОМИЯ**  
ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРИОРИТЕТЫ

**АСТРОФИЗИКА**  
БИОИНФОРМАТИКА

**ЛАЗЕРНАЯ**  
ФИЗИКА

АРХЕОЛОГИЯ

**ЭКОНОМИКА**  
ЗНАНИЙ

СОТРУДНИЧЕСТВО

**N\*** Новосибирский  
государственный  
университет  
\*НАСТОЯЩАЯ НАУКА



# Разработка алгоритмов фильтрации от шумов черенковских колец FARICH-детектора

Студент: Муратов Максим Александрович  
Научный руководитель: Городничев Максим  
Александрович

Всероссийская летняя XLI молодежная Школа-  
конференция по параллельному программированию

## \* ЦЕЛИ

- Оценить, насколько реально выполнять задачу в режиме реального времени
- Определить эффективность действующих алгоритмов

## \* СУПЕР ЧАРМ-ТАУ ФАБРИКА [1]



Рис. 1. Схема Супер Чарм-Тау Фабрики



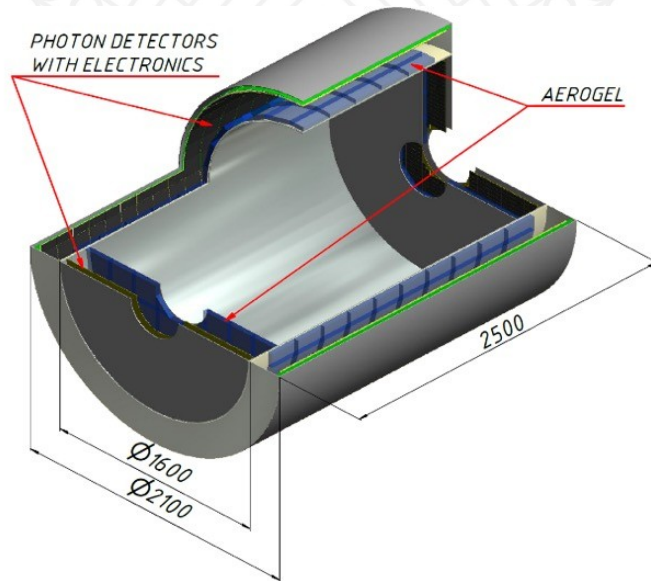


Рис. 2. Схема FARICH-детектора

## \* МОДЕЛЬ

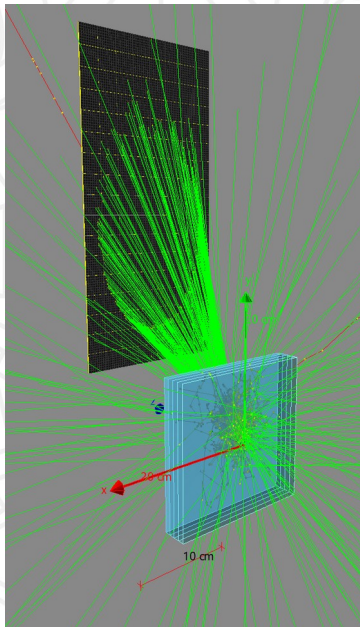


Рис. 3.  
Иллюстрация  
работы радиатора  
и фотодетектора

## \* ПРИМЕР ДАННЫХ [1]

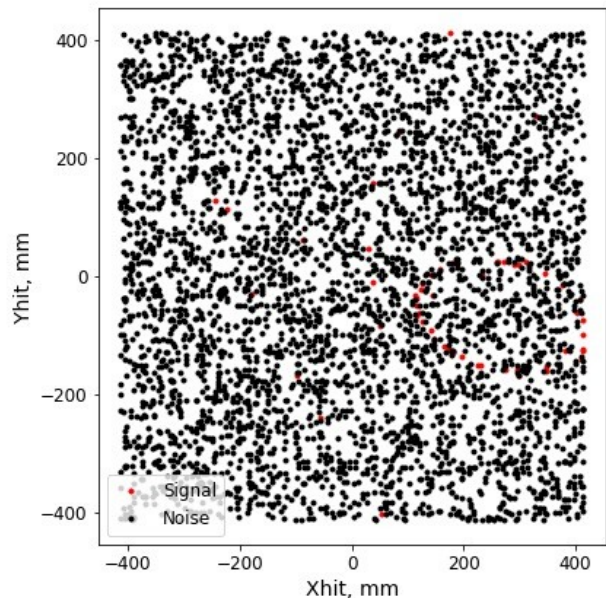


Рис. 4. Пример данных с шумом

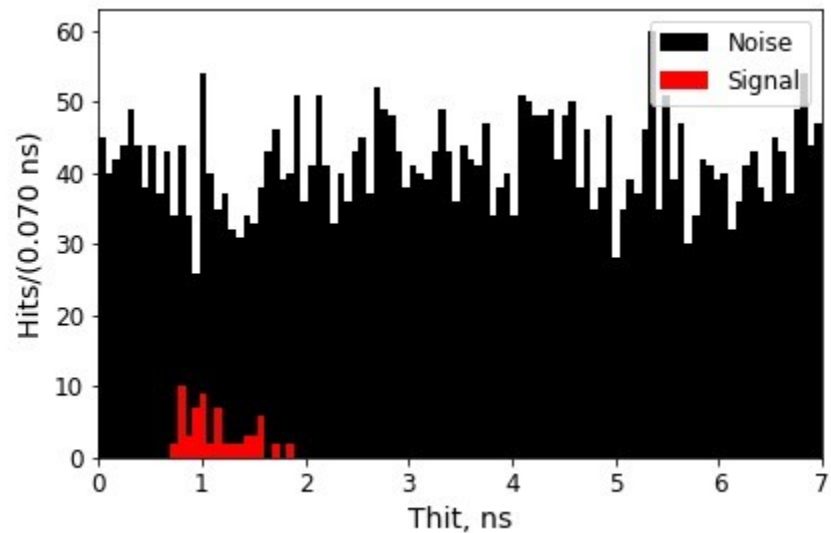


Рис. 5. Распределение событий по времени

## \* ПРИМЕРНАЯ СХЕМА АЛГОРИТМА

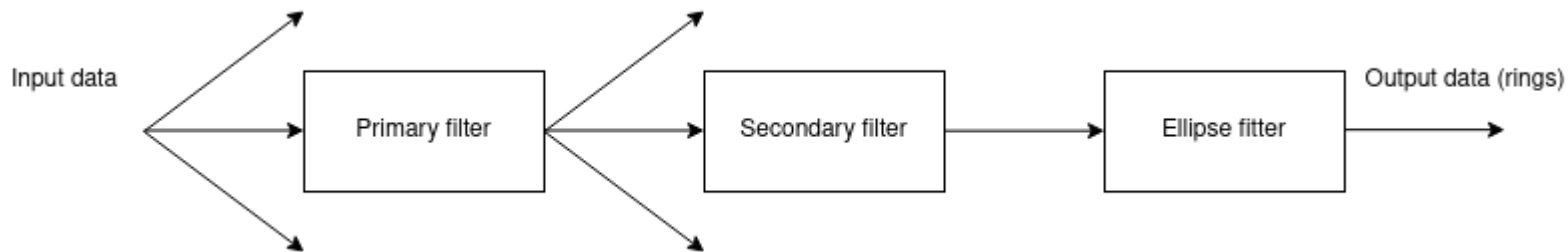


Рис. 6. Примерная схема программы для обработки данных

Примечание: скорее всего, данные будут сразу поступать на несколько параллельных устройств, поэтому тут нет никакого сплиттера



## \* С ЧЕМ Я РАБОТАЛ

- 60 колец
- 420 нс
- 50 000 событий (фотонов)
- Отношение шум:сигнал = 30:1 (ИЯФ запрашивает 100:1)



## \* МОЙ АЛГОРИТМ ПЕРВИЧНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

- Для каждого события вычисляются 2 величины: среднее время между двумя частицами и эта же величина на последних  $N$  (обычно 50) событиях
- Вычисляется отношение второй величины к первой. Если оно ниже определённого порога  $k$  (например, 0,85), то считается, что сейчас помимо шумов принимаются и сигнальные фотоны
- Предполагается использовать для разделения изначального набора данных на более мелкие и самые подходящие

## \* РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ФИЛЬТРА НА ВЫБОРКЕ ИЗ 50000 СОБЫТИЙ

- Одно лишь копирование данных через `std::vector` занимает примерно 3,5 мс
- На сортировку по времени при помощи `std::sort` уходит примерно 23,7 мс
- На собственно первичную фильтрацию уходит примерно 4,5 мс
- На данный момент фильтр улавливает 50 колец с различной степенью полноты картины и примерно столько же ложных картин
- Можно реже обновлять это отношение, чтобы была возможность применить параллелизм или векторизацию по просмотру событий

## \* АЛГОРИТМЫ ФИЛЬТРАЦИИ НОСОРЕВА [2]

- Есть 2 типа: по времени и по координатам. Принцип у них одинаковый
- Пусть есть некоторый набор данных и некоторое окно в единицах времени или расстояния. Тогда через фильтр проходят те события, которые оказались в том окне (диапазоне), где событий больше всего
- Мною данный алгоритм может быть в будущем использован в качестве алгоритма вторичной фильтрации
- Возможно распараллеливание либо по итерациям, либо по самому вектору



## \*РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ АЛГОРИТМОВ НОСОРЕВА [2]


Данные представлены для фрагмента данных на 7 нс, отношением шума к сигналу 30:1 и одном кольце.


- При применении обоих фильтров программа работает в среднем 2,1359 с. В остальных случаях время работы больше
- Коэффициент Recall составляет в таком случае лишь 0,46

## \* ИТОГИ

- Разрыв от real-time в области фильтрации на данный момент составляет примерно 4 порядка
- Копирование данных оказалось «узким местом» программы

## \* ПЛАНЫ ДО 10 АВГУСТА

-  Опробовать нейронные сети на этом же наборе данных и сравнить их с действующими методами обработки данных

-  К 25 июля представить тезисы по проделанной работе

- В течение месяца реализовать дальнейшие задумки



## \* ПЛАНЫ ДО 10 АВГУСТА



- Проработать математику в данном вопросе и изучить материалы по работе
- Протестировать распараллеленные алгоритмы на кластерах

## \* СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ

1. A. Yu. Barnyakov, M. Yu. Barnyakov, V.S. Bobrovnikov, A.R. Buzykaev, A.F. Daniluyk, M. Düren, A. Hayrapetyan, A.A. Katcin, H. Kayan, S.A. Kononov, E.A. Kravchenko, I.A. Kuyanov, I.O. Ovtin, N.A. Podgornov, S.I. Pomuleva, M.A. Schmidt, A.S. Shalygin, M. Traxler Progress and perspectives of FARICH R&D for the Super Charm-Tau Factory project // Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A. – 2022. – Jun.
2. Носорев Константин Алексеевич. Разработка алгоритма распознавания черенковских колец детектора FARICH. – 2023. – Выпускная квалификационная работа бакалавра ММФ НГУ.



**N\*** Новосибирский  
государственный  
университет  
**\*НАСТОЯЩАЯ НАУКА**

# Спасибо за внимание!

РОССИЯ, 630090, НОВОСИБИРСК, УЛ. ПИРОГОВА, 2



[nsuniversity.official](https://www.facebook.com/nsuniversity.official)



[nsu24](https://vk.com/nsu24)



[@nsuniversity](https://www.instagram.com/nsuniversity)

[WWW.NSU.RU/N/](http://WWW.NSU.RU/N/)