

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА В ОБЛАСТИ В-ФИЗИКИ

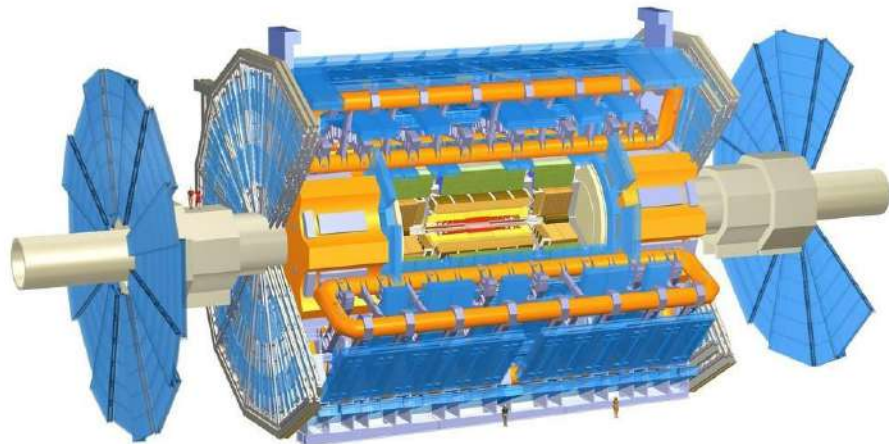
Игорь Дьячков
Роман Шоркин

Москва, 21.09.22

О нас



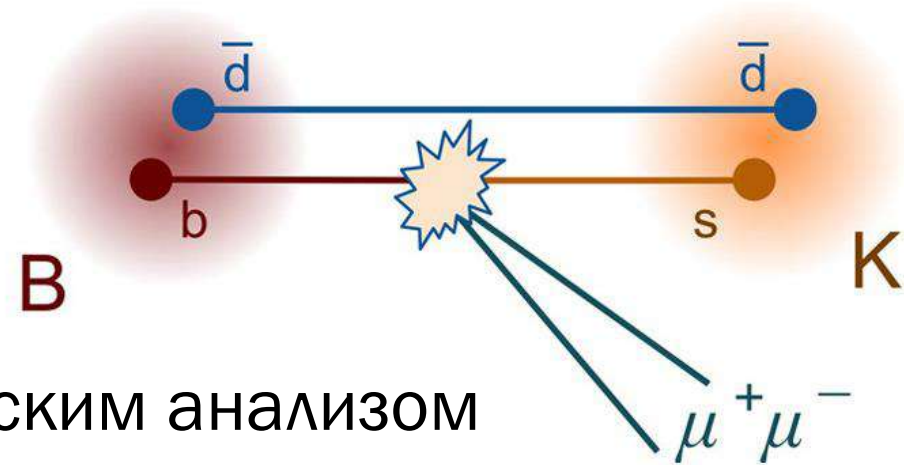
- Бакалавриат: физический факультет МГУ, 2015 - 2019
- Магистратура: физический факультет МГУ, 2019 - 2021
- Аспирантура: НИТУ «МИСИС», 2021 - 2025



Знакомство с B -физикой



- Посещали образовательную программу 2019-2020
- Заинтересовались физикой за пределами Стандартной Модели
- B -физика – перспективное поле для изучения новых эффектов
- Вошли в состав научных групп, занимающихся физическим анализом

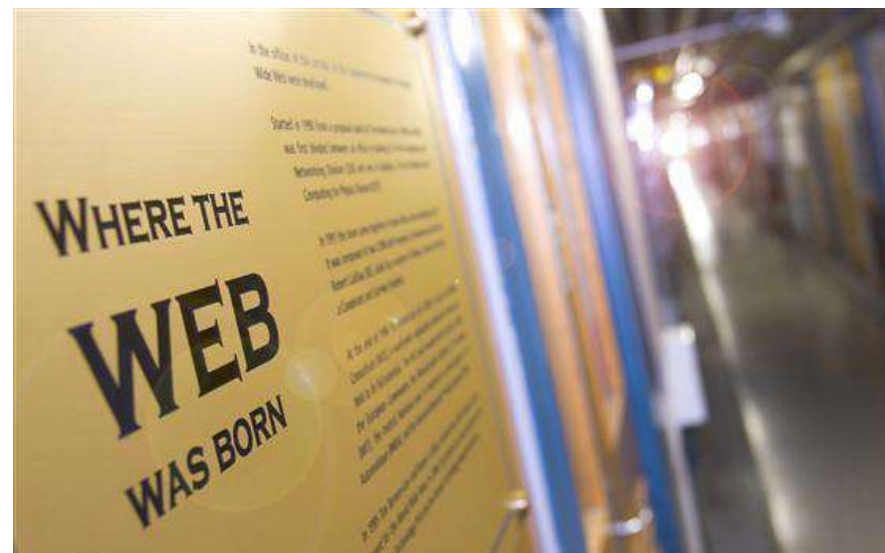
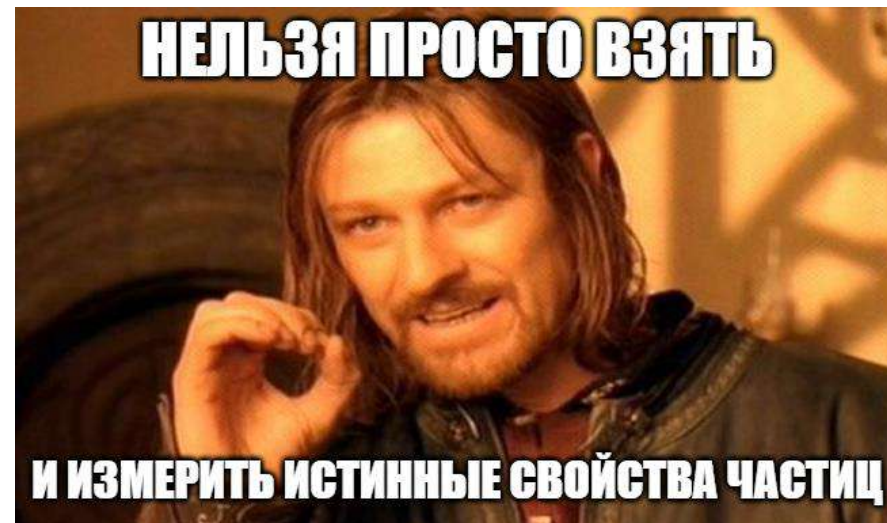


Программа семинара

- Обзор анализа физических данных в LHCb
- Анализ распадов B -мезонов
- Исследования на тестовых пучках

Анализ данных в LHCb

- Цель – исследование свойств объектов, рожденных в различных процессах
- Адроны с b -кварками быстро распадаются – измерение продуктов
- Реконструкция на основе показаний с детекторов
- 40 млн столкновений (1 Тб данных) в сек → качественный отбор и вычислительные ресурсы

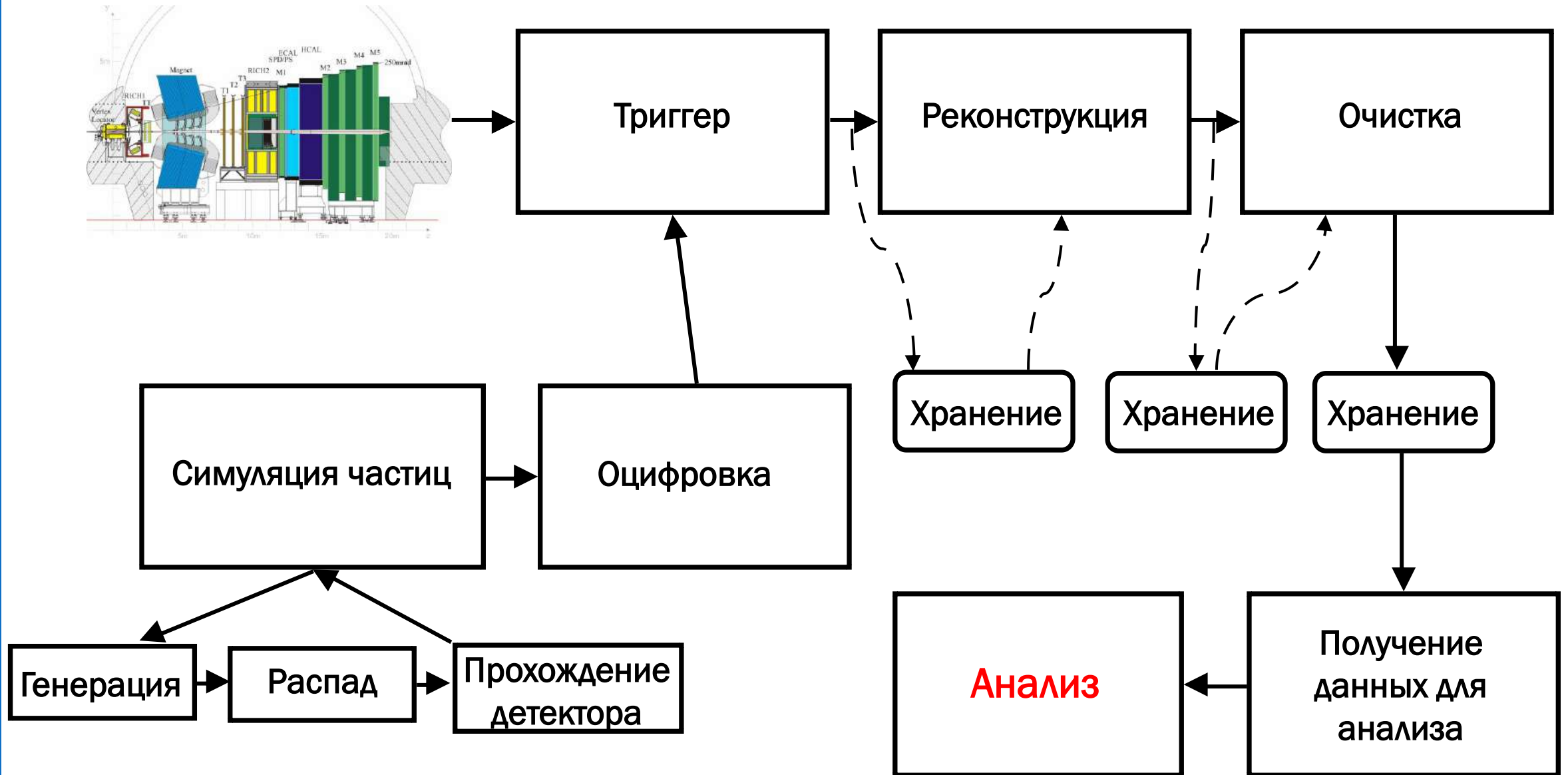


Симулированные данные

- Позволяют сравнить предсказания моделей с экспериментом
- Дают возможность оценить вклад отдельных компонент в “солянку” реальных данных
- Предоставляют путь к дешевой оптимизации детекторов

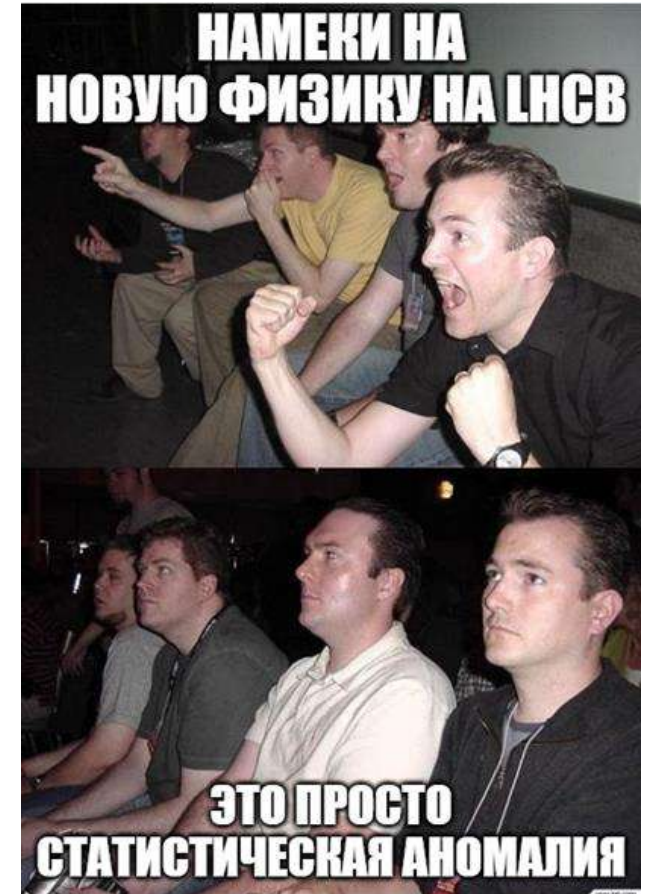


Схема потока данных в LHCb



Программа семинара

- Обзор анализа физических данных в LHCb
- Анализ распадов B -мезонов
- Исследования на тестовых пучках



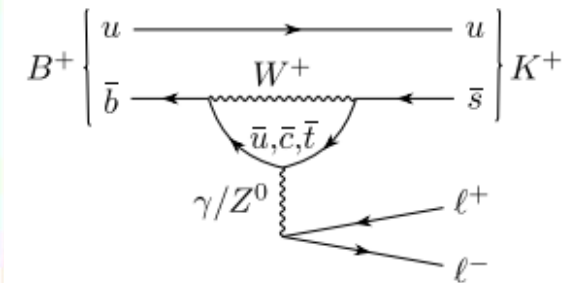
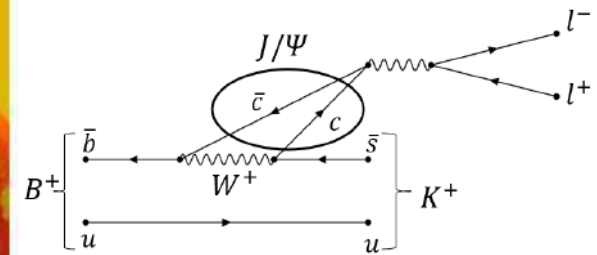
Лептонная универсальность?

- Фундаментальный принцип Стандартной модели
- Распады частиц на лептоны разных поколений осуществляются с одинаковой вероятностью
- В эксперименте наблюдается отклонение



Проверка теории

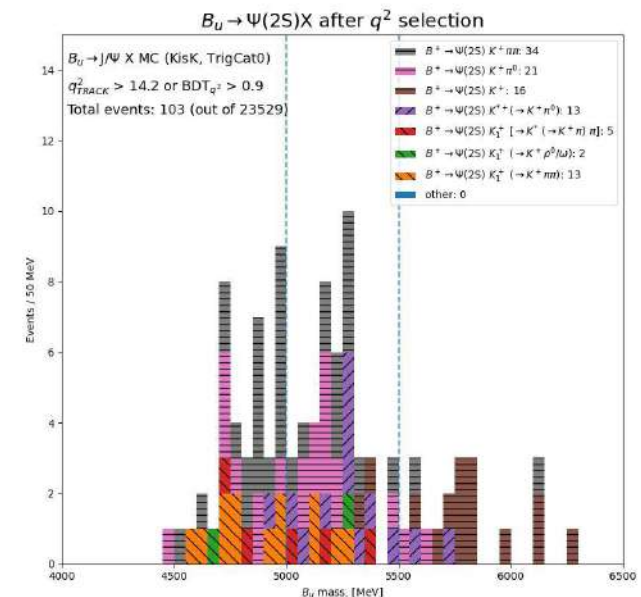
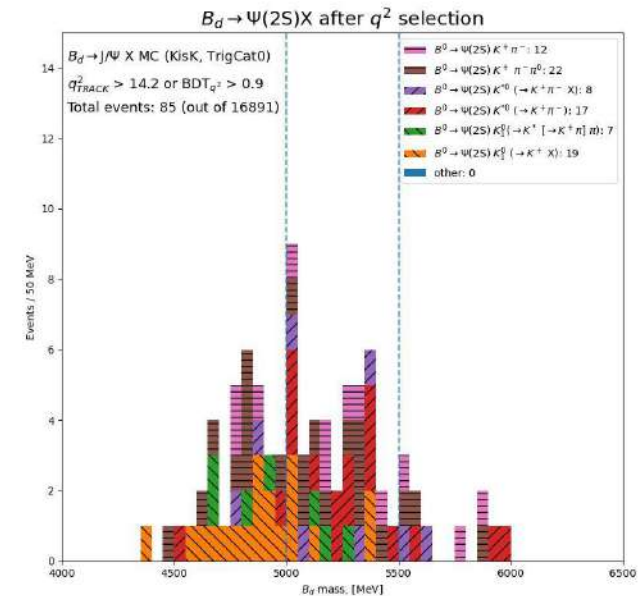
- Одинаковые вероятности распадов \rightarrow их отношение равно единице
- Исследовать отношение вероятностей в редких процессах
- Распад $B^+ \rightarrow K^+ l^+ l^-$ – хороший кандидат, но сложно отличить от фона



Больше сигнала, меньше фона

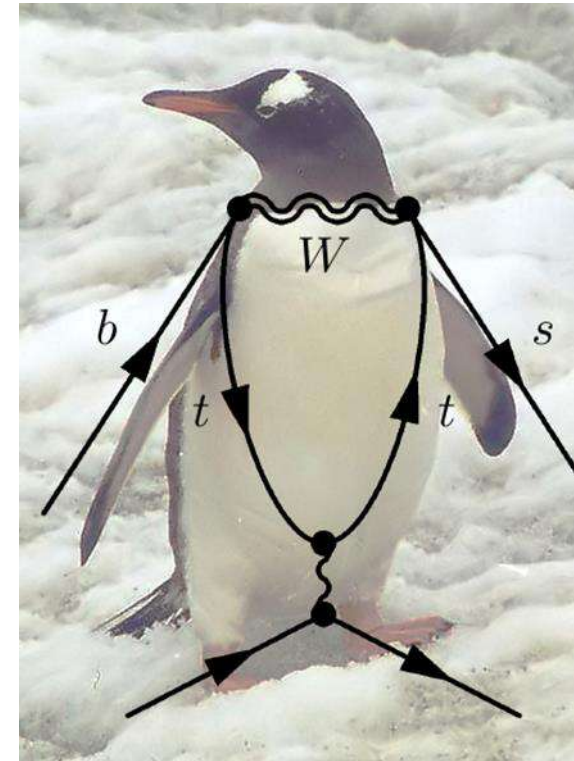
Подавление фона:

- Моделирование процессов со сходными продуктами
- Применение критериев на характеристики частиц и события
- Использование методов машинного обучения



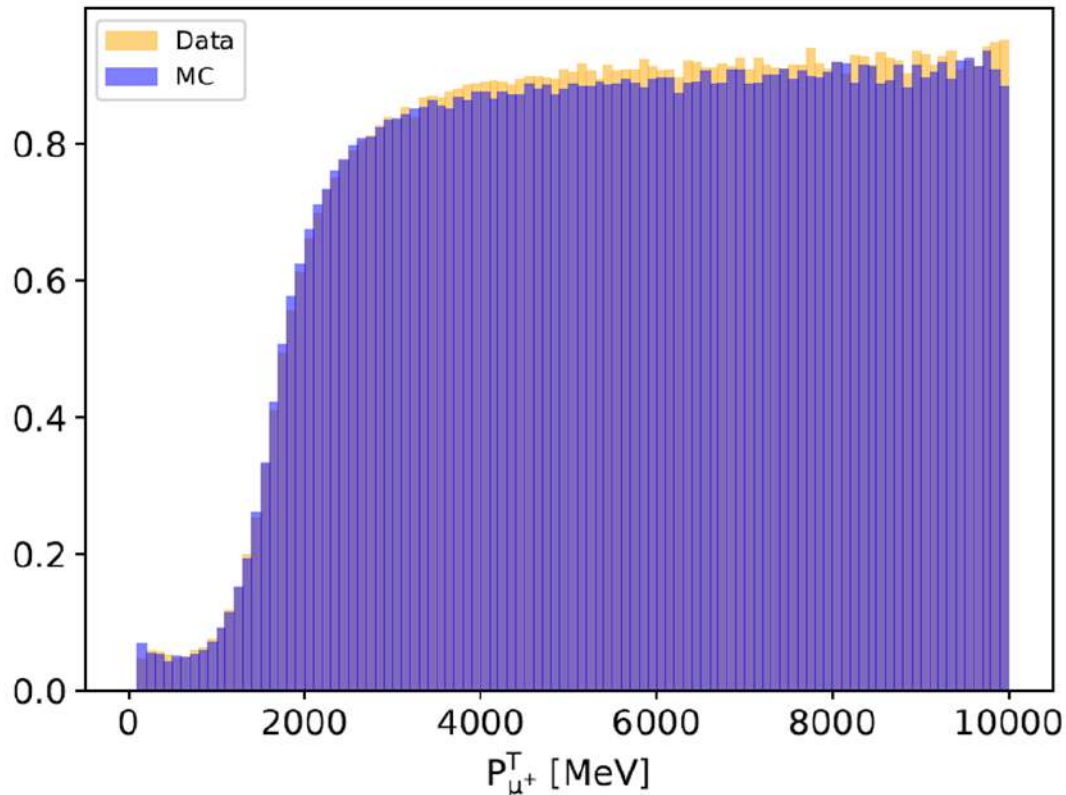
Распад $B^+ \rightarrow K^+ \mu^+ \mu^-$

- Может быть увеличен вклад тау-лептонов
- Исследование осуществляется по характеристикам мюонов
- Слабый эффект: требуется высокая точность

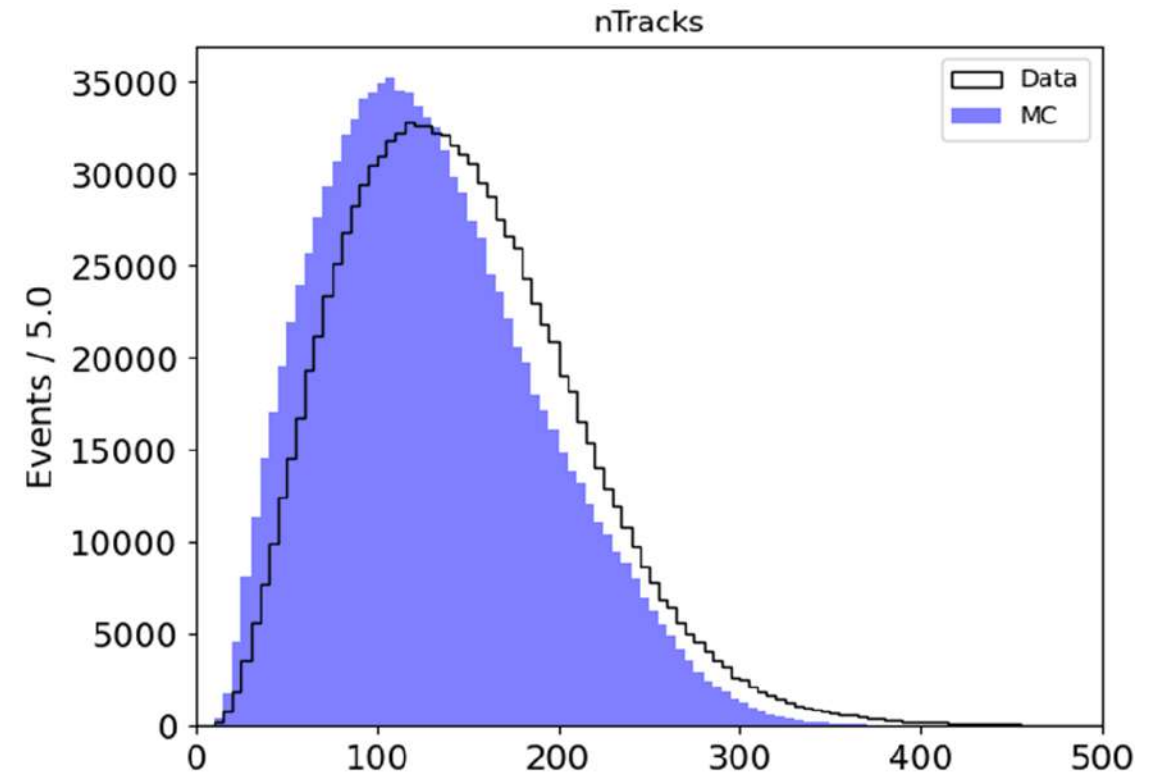


Поправки к симуляции

Моделирование Монте-Карло несовершенно → вводятся поправки



Эффективность триггера



Количество треков

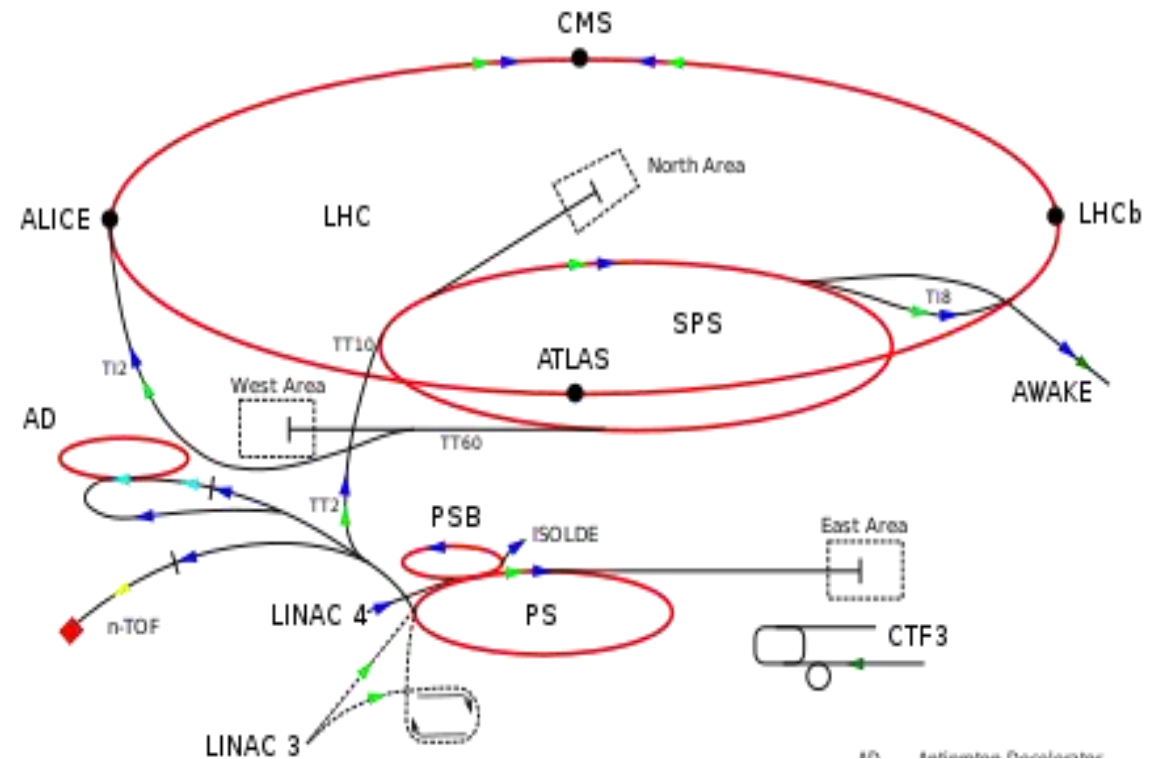
Программа семинара

- Обзор анализа физических данных в LHCb
- Анализ распадов B -мезонов
- Исследования на тестовых пучках

Ускорительный комплекс ЦЕРН. Тестовые пучки

Цели экспериментов:

- Фундаментальные исследования
- Прикладные исследования
- Тестирование оборудования и компонентов детекторов



Эксперимент на тестовых пучках

- Используется модуль электромагнитного калориметра SHASHLIK
- Анализируются данные вторичных пучков частиц с SPS
- Осуществляется сравнение данных и Монте-Карло

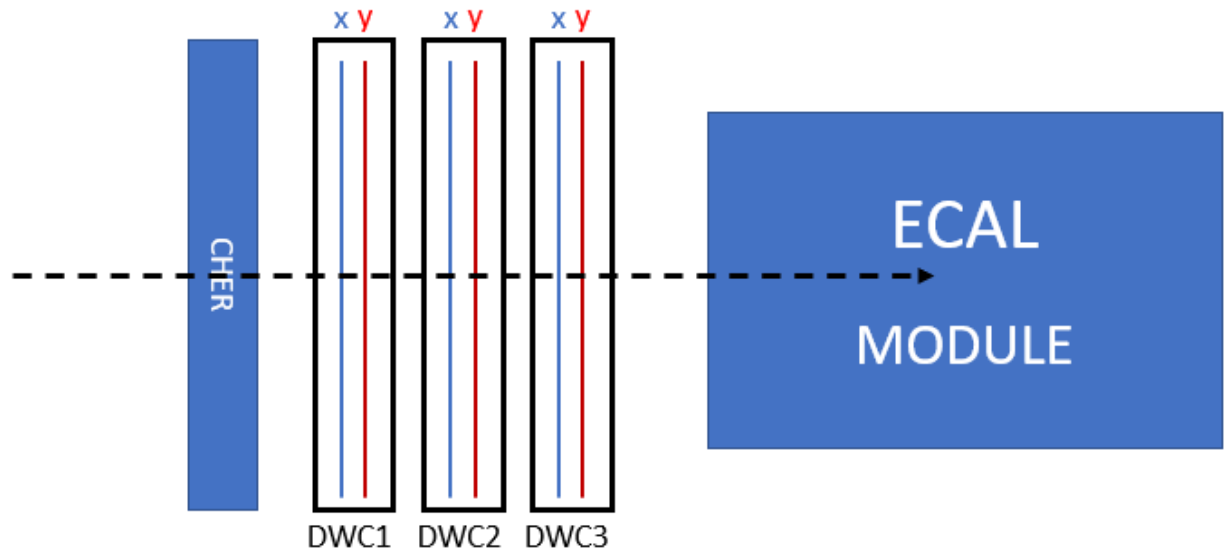
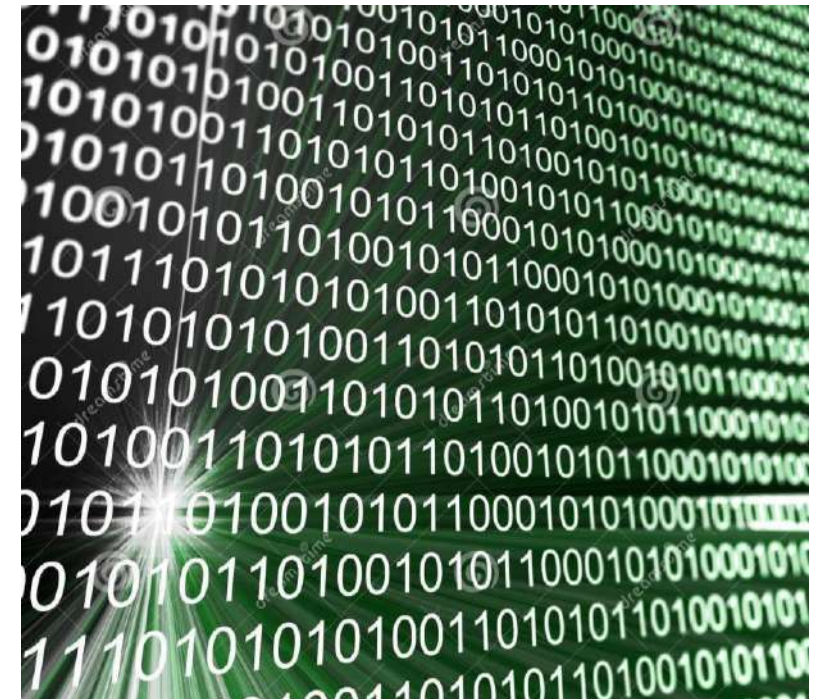
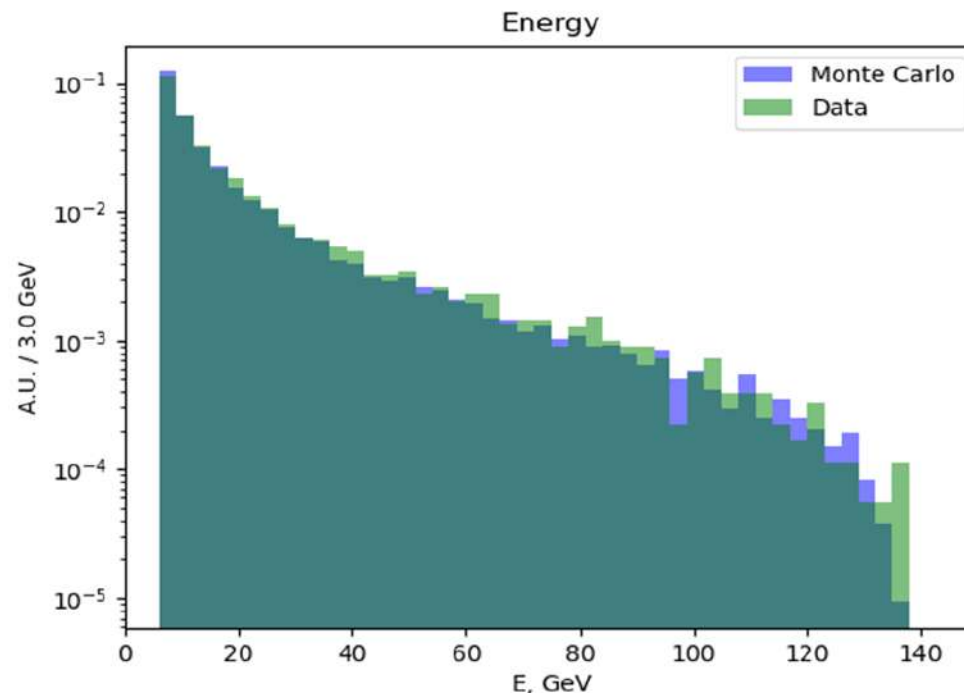


Схема экспериментальной установки

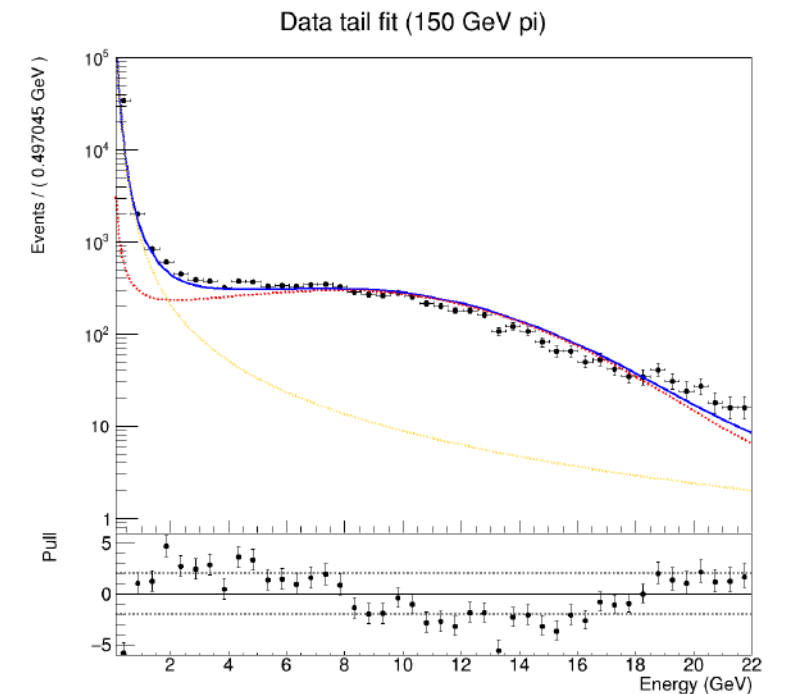
Исследование мюонов

- Большие энерговыделения мюонов – крайне редкие события
- Для физического анализа требуется высокая точность
- Проверка показала хорошее качество моделирования Монте-Карло таких событий



Идентификация частиц

- Высокая точность идентификации необходима для любого анализа
- Измеренные энергия и импульс играют значительную роль (E/p)
- Проверка надежности идентификации всегда актуальна



Испытание прототипов калориметра

Решаемые задачи:

- Испытание прототипа калориметра SPACAL
- Настройка считывающей электроники
- Проверка свойств волокон, изготовленных по новой технологии



Итоги

- Обработка данных с детектора LHCb – сложный многоступенчатый процесс
- Компьютерное моделирование – неотъемлемый компонент анализа
- Распады B-мезонов – перспективное поле для изучения Новой Физики
- На ускорительном комплексе ЦЕРН проводится множество разноплановых исследований
- На тестовых пучках проводится проверка оборудования и моделирования



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

igor.diachkov@cern.ch
roman.shorkin@cern.ch