



Автоматизация подсчёта систематических погрешностей анализа в задаче поиска многозарядных частиц

подготовил: Воробьев Г.

Научный руководитель: Смирнов Ю.

НИЯУ МИФИ, Б17-102, 2020

теория
всего

Стандартная модель

масса →	$\approx 2.3 \text{ МэВ}/c^2$	$\approx 1.275 \text{ ГэВ}/c^2$	$\approx 173.07 \text{ ГэВ}/c^2$	0	$\approx 126 \text{ ГэВ}/c^2$
заряд →	$2/3$	$2/3$	$2/3$	0	0
спин →	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	0
	u верхний	c очарованный	t истинный	g глюон	H бозон Хиггса
КВАРКИ	$\approx 4.8 \text{ МэВ}/c^2$	$\approx 95 \text{ МэВ}/c^2$	$\approx 4.18 \text{ ГэВ}/c^2$	0	
	$-1/3$	$-1/3$	$-1/3$	0	
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	
	d нижний	s странный	b прелестный	γ фотон	
	$0.511 \text{ МэВ}/c^2$	$105.7 \text{ МэВ}/c^2$	$1.777 \text{ ГэВ}/c^2$	$91.2 \text{ ГэВ}/c^2$	
	-1	-1	-1	0	
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	
	e электрон	μ мюон	τ тау	Z Z бозон	
ЛЕПТОНЫ	$< 2.2 \text{ эВ}/c^2$	$< 0.17 \text{ МэВ}/c^2$	$< 15.5 \text{ МэВ}/c^2$	$80.4 \text{ ГэВ}/c^2$	
	0	0	0	$\neq 1$	
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	
	ν_e Электронное нейтрино	ν_μ мюонное нейтрино	ν_τ тау нейтрино	W W бозон	
				КАЛИБРОВОЧНЫЕ БОЗОНЫ	

?

Новая физика?

MCP

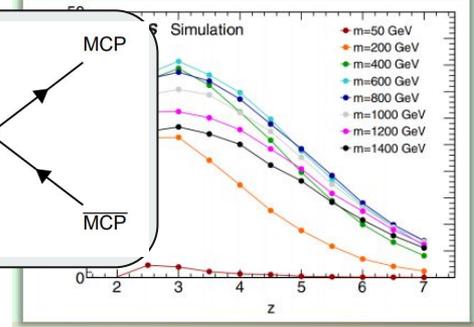
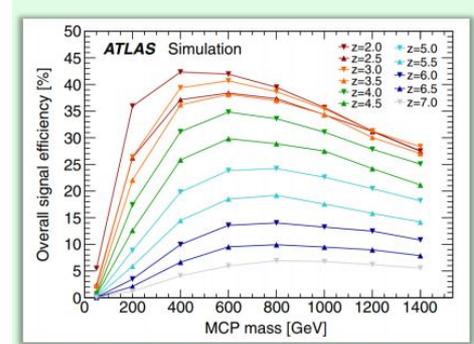
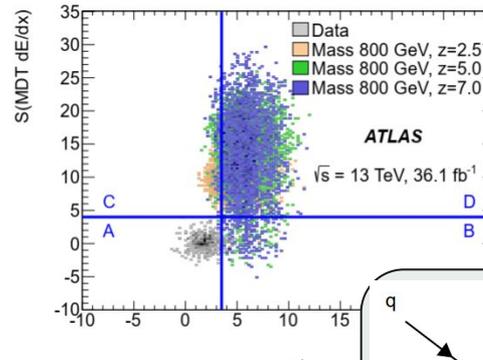
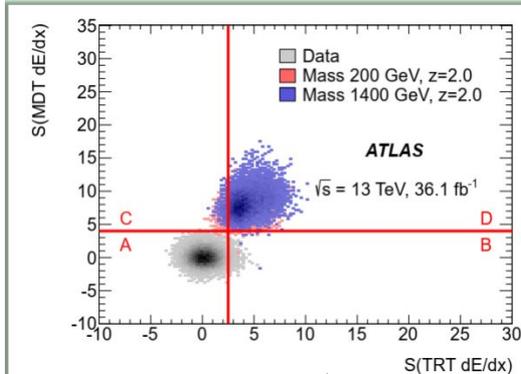
(англ. multi-charged particles)

- AC-модель, основанная на "почти коммутативной" геометрии
- модель бегущего техницвета WTC
- модель лево-правой симметрии

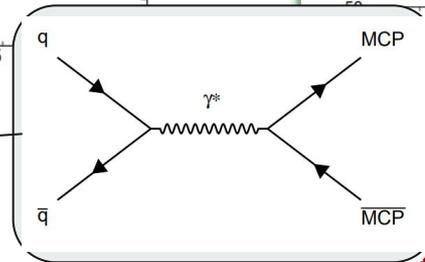
Поиск MCP

$z = 2$ MCP search

$z > 2$ MCP search



pp взаимодействие (столкновение, например на LHC)
 ММК (метод Монте-Карло)



Анализ: Ограничения, эффективности и погрешности:
 Обработка, восстановление треков, ограничения и условия
 на события -> кол-во искомых событий и их соотношение с
 фоном



Предел на сечение процесса рождения многозарядных частиц: $\sigma_{limit} = \frac{N}{\varepsilon \cdot \mathcal{L}}$, где:

N – количество наблюдаемых сигналоподобных событий в экспериментальных данных за вычетом фона на уровне достоверности 95%

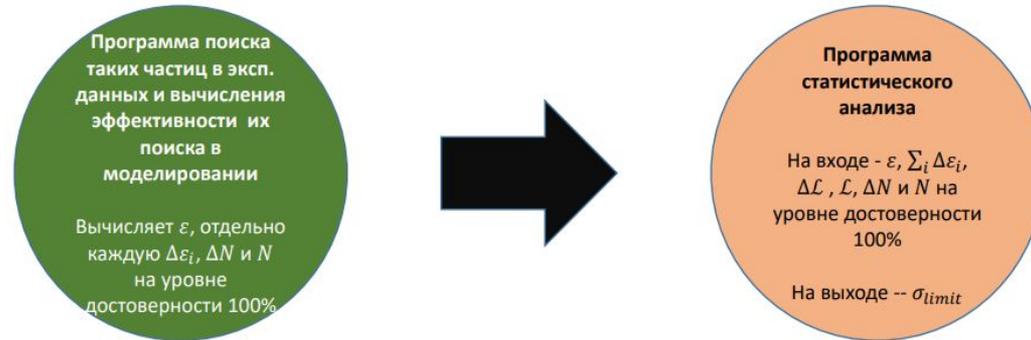
ε – эффективность поиска в долях единицы

\mathcal{L} -- интегральная светимость проанализированных экспериментальных данных -- известная величина

σ_{limit} также зависит от погрешностей на все эти величины, а именно от:

- $\sum_i \Delta \varepsilon_i$ - суммарной погрешности (i – один источник погрешности) на эффективность
- $\Delta \mathcal{L}$ - погрешности на светимость -- известная величина
- ΔN – статистической + систематической погрешности на количество сигналоподобных событий в экспериментальных данных из фона

Процедура вычисления пределов на сечение процесса рождения многозарядных частиц



Первая проблема: отсутствие связующего звена между двумя программами. Результат работы первой программы приходится подавать на вход второй вручную. **Решение этой проблемы будет задачей в следующем семестре.**

Вторая проблема: вычисление $\sum_i \Delta\varepsilon_i$ из отдельных $\Delta\varepsilon_i$ -- задача этого семестра. В принципе, её решение является подзадачей первой проблемы.



Поставим цель:

- 1) Получение данных из первой программы и их обработка с целью вычислить $\sum_i \Delta \epsilon_i$.
- 2) Более глубокое изучение вопроса программной реализации и знакомство с некоторыми базовыми методами создания UI (англ. User Interface - интерфейс пользователя)

Каждая подзадача выполняется отдельно написанными на языке Python функциями и объединена в одну программу с помощью UI



Python-реализация программы : Парсинг

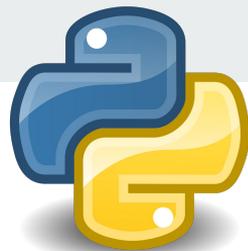
Синтаксический анализатор (жарг. **парсер**-англ.parser) это программа или часть программы, выполняющая синтаксический анализ. В этой программе парсинг осуществляется библиотекой "RE"

Парсинг файловой системы результатов *программы 1* (поиска многозарядных частиц в экспериментальных данных и вычисления эффективности их поиска в моделировании)

Этот компьютер > Диск (D:) > Download > variationJobs_24Sept2020

Имя

- submitDir_2020-September-24_18h20m46s843104329ns_M500_Z2_
- submitDir_2020-September-24_18h20m53s493004780ns_M800_Z2_
- submitDir_2020-September-24_18h20m57s244354457ns_M1100_Z2_
- submitDir_2020-September-24_18h21m00s818117547ns_M1400_Z2_
- submitDir_2020-September-24_18h21m04s371415713ns_M1700_Z2_
- submitDir_2020-September-24_18h21m07s554601384ns_M2000_Z2_
- submitDir_2020-September-24_18h21m10s650025941ns_M500_Z2_MUON_EFF_RECO_STAT_1down
- submitDir_2020-September-24_18h21m14s617648722ns_M800_Z2_MUON_EFF_RECO_STAT_1down
- submitDir_2020-September-24_18h21m17s699816967ns_M1100_Z2_MUON_EFF_RECO_STAT_1down
- submitDir_2020-September-24_18h21m20s808325589ns_M1400_Z2_MUON_EFF_RECO_STAT_1down
- submitDir_2020-September-24_18h21m24s041034327ns_M1700_Z2_MUON_EFF_RECO_STAT_1down
- submitDir_2020-September-24_18h21m27s216466555ns_M2000_Z2_MUON_EFF_RECO_STAT_1down
- submitDir_2020-September-24_18h21m30s374887454ns_M500_Z2_MUON_EFF_RECO_STAT_1up
- submitDir_2020-September-24_18h21m33s517846781ns_M800_Z2_MUON_EFF_RECO_STAT_1up
- submitDir_2020-September-24_18h21m36s529723719ns_M1100_Z2_MUON_EFF_RECO_STAT_1up
- submitDir_2020-September-24_18h21m39s521555773ns_M1400_Z2_MUON_EFF_RECO_STAT_1up



Python-реализация программы : Запись в .db

Создание базы данных SQL с помощью библиотеки SQLite3.

Запись распаршенных данных в .db

```
1      Import SQLite3
2      # CREATE TABLE
3      cursor.execute("""CREATE TABLE AE_DATA
4          (variation_name text, compilation_date text UNIQUE ON
5              ↪ CONFLICT IGNORE, charge real,
           energy integer, difference real, key text)""")
```



Python-реализация программы : click

```
PS C:\Users\gree-\Untitled Folder\DSAE> python dsae.py config

-----
Welcome back in DSAE 0.2.7                (c) 2020, The DSAE Team
[Settings set as DEFAULT or like in a previous session]
-----

[Settings opened]

Enter the path to file-system of modeling, you can use .h for get help :
[DSAE]: .h

-----internal-help-----
Enter the path to file-system of modeling, like:
<D:/Download/variationJobs_24Sept2020> (full path, win),
</afs/cern.ch/user/public/data2015_2018_analysis> (linux),
also you can use <~,./,..>? like:
<~user/public/data2015_2018_analysis/>
<./Database/OCT2020/

[special commands]:

.pwd    if you want to see current path
.ls     if want to see another directories in current dir
.h      print this help
^C(^Z) means "^" as ctrl.Close app and clear settings.ini
-----
```

```
PS C:\Users\gree-\Untitled Folder\DSAE> python dsae.py

-----
Welcome back in DSAE 0.2.7                (c) 2020, The DSAE Team
[Settings set as DEFAULT or like in a previous session]
-----

Usage: dsae.py [OPTIONS] COMMAND [ARGS]...

  DSAE CLI application

Options:
  --version  Show the version and exit.
  --help    Show this message and exit.

Commands:
  config  Get and set repository or global options.
  mkdb    Makes database from file system with results of modeling
  printdb Create two csv tables and result_column txt with data from db
  readme  Opens ReadMe.
PS C:\Users\gree-\Untitled Folder\DSAE>
```



Заключение

В данной работе был проведён небольшой обзор на **проблемы стандартной модели** и современной физики частиц, а в частности рассмотрели **вопрос существования новых частиц**, сходных по свойствам с лептонами, но имеющих заряд **больше $1e$** . Также была рассмотрена работа нашей группы в эксперименте ATLAS по поиску таких частиц. В рамках научной работы была **разработана программа** на языке Python обработки результатов программы поиска таких частиц в экспериментальных данных и вычисления эффективности их поиска в моделировании. Эта программа способна **записать результаты** вычисления погрешностей от каждого источника **в единую базу данных**, а после **рассчитать** суммарные **погрешности и вывести их** в различных удобных для дальнейшего использования видах. Итоговая таблица содержит более 50 направлений вариации для каждого из 36 наборов моделированных событий с многозарядными частицами разных масс и зарядов.

В рамках усложнения задачи был **разработан интерфейс пользователя** для этой программы и получены соответствующие навыки разработки ПО такого рода.

Дальнейшая работа будет развиваться, с целью полностью автоматизировать расчёты в поиске многозарядных частиц. Разработанная программа послужит объединяющей частью программы поиска и программы дальнейшего анализа, вычисляющей пределы на сечения таких частиц.