



Использование переменных дополнительных струй для измерения интегрального поперечного сечения процесса ассоциированного рождения двух Z-бозонов в протон-протонных столкновениях.

Чехонина А.А.,

ст.гр. Б20-102

Научный руководитель: Солдатов Е.Ю.,

к.ф.- м.н., доцент,

Научный консультант: Петухов А.М. ,

инженер

Москва, 2022



Цель:

измерение интегрального поперечного сечения рождения пары Z -бозонов в протон-протонных столкновениях.

В рамках поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- определить количество событий в полученном процессе, их ошибки и доли от общего числа событий в сигнальной области;
- получить распределения по числу адронных струй в сигнальной и фоновой области;
- получить метрики разделения с использованием струи и без них;
- оценить эффективность данного метода разделения.

Используемые данные

Исследуемые данные смоделированы генераторами.

Сигналом являются:

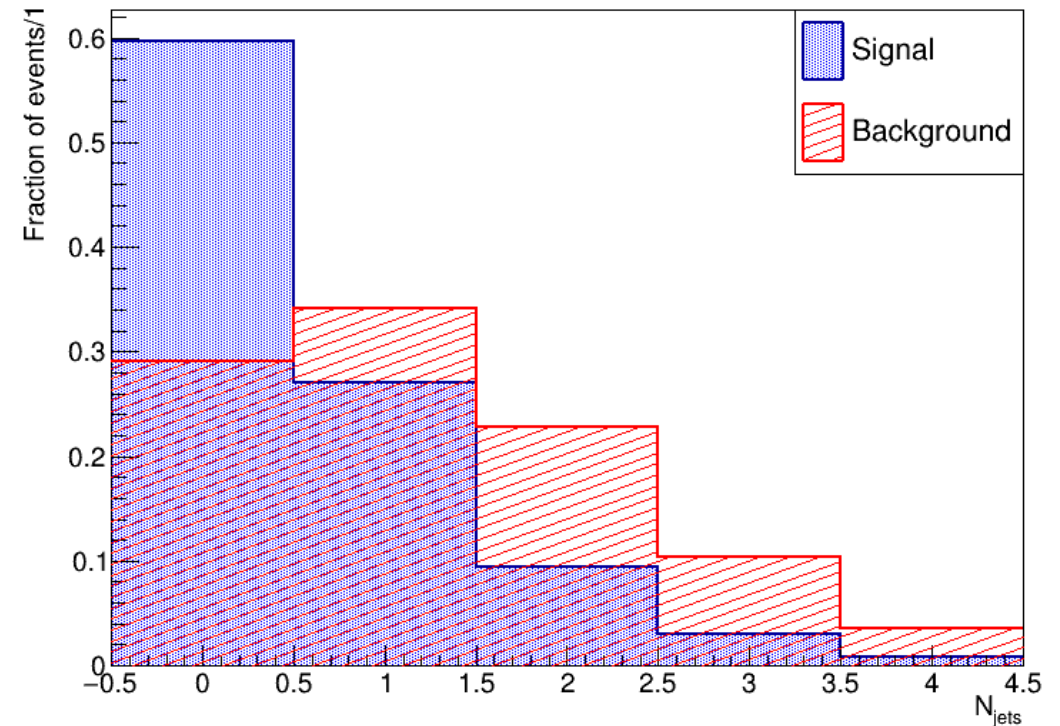
1560 ± 15 событий $ZZ(l\nu\nu)$ **(61%)**

Основные фоновые процессы:

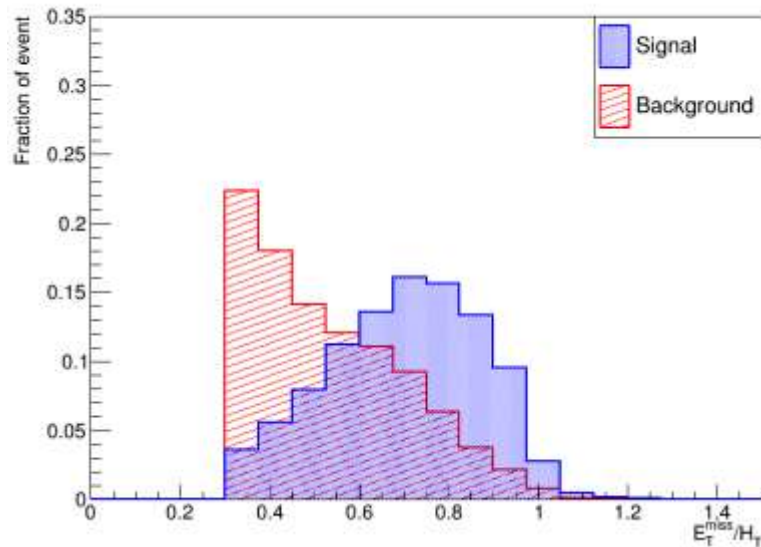
150 ± 16 событий $Z(ee \text{ или } \mu\mu) + \text{струи}$ **(6%)**

691 ± 7 событий WZ **(27%)**

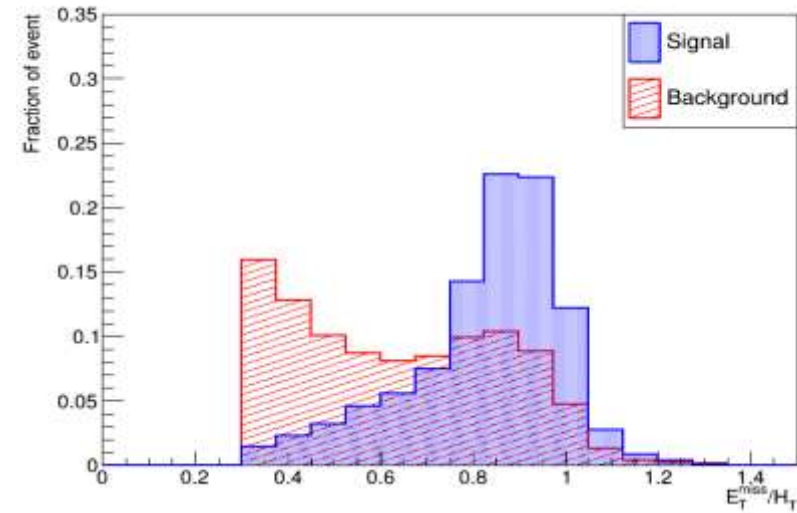
66.4 ± 1.7 событий пара кварков топ-антитоп **(3%)**



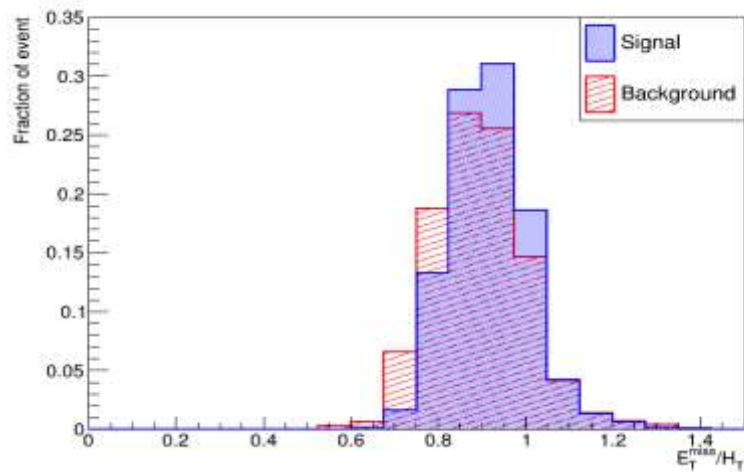
Методика разделения



Категория 1: с 0 струй



для всех событий



Категория 2: с 1 и более струями

метрика:
$$significance = \frac{S}{\sqrt{S+B}}$$

где S -число сигнальных событий,
 B -число фоновых событий.

Заключение

- Сигнал и фон составили неравные доли события в сигнальной области, с соотношением примерно 60 на 40. Основной вклад в фоновые процессы после всех отборов дали фоны WZ, ZJ и процессы с t -кварками.
- По найденным значимостям видно, что применённый метод оказался не эффективным, так как значимости при использовании отбора **31.1 ± 0.2** и при разбиении на категории **31.1 ± 0.3** совпадают в пределах погрешности.
- Оба подхода дали значимость выше исходной **29.2 ± 0.2** .

Дальнейшие планы:

- Использовать отбор по другой переменной, не касающейся струй;
- Использовать отборы по кинематическим переменным струй.

Литература

1. ATLAS collaboration, Measurement of ZZ production in the $\ell\ell\nu\nu$ final state with the ATLAS detector in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV, JHEP 10 (2019) 127 [1905.07163].
2. S. Schramm, Searching for New Physics in Hadronic Final States with Run 2 Proton–Proton Collision Data at the LHC, Symmetry 14 (2022) 1173.
3. ATLAS collaboration, Luminosity determination in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV using the ATLAS detector at the LHC, .
4. ATLAS collaboration, The ATLAS Experiment at the CERN Large Hadron Collider, JINST 3 (2008) S08003.
5. Particle Data Group collaboration, Review of Particle Physics, PTEP 2022 (2022) 083C01.
6. A. Buckley, C. White and M. White, Practical Collider Physics, IOP (12, 2021), 10.1088/978-0-7503-2444-1.

Спасибо за внимание!



Приложение 1

Таблица 1 — Число событий сигнала и фона, их ошибка и доля от общего числа событий в сигнальном регионе.

Название процесса	События	Доля от общего числа событий, %
$ZZ(ll\nu\nu)$	1566 ± 15	61
$Z(ee$ или $\mu\mu)+$ струи	149 ± 16	6
WZ	691 ± 7	27
Пара кварков топ-антитоп	66.4 ± 1.7	3
Одиночный топ кварк	0	0
WW	32.0 ± 1.0	1.0
Wt	22.0 ± 1.8	0.8
$Z(\tau\tau)$	0	0
Трезбозонные процессы	6.09 ± 0.08	0.1
$ZZ(llll)$	36.4 ± 0.8	1
$ZZ(llqq)$	0.7 ± 0.2	< 0.1
Пара кварков топ-антитоп и бозон	0.29 ± 0.06	< 0.1
$W+$ струи	3.64 ± 1.78	0.1

Приложение 2

Таблица 2 — Значения сигнальных, фоновых событий и значимости для разных случаев.

	Число сигнальных событий	Число фоновых событий	Значимость
Без отборов	1842 ± 16	2150 ± 32	29.2 ± 0.2
Отбор по $\frac{E_T^{miss}}{H_T} > 0.3$	1719 ± 15	1330 ± 20	31.1 ± 0.2
Отбор по $\frac{E_T^{miss}}{H_T} > 0.3$, 0 струй	1083 ± 13	579 ± 13	26.6 ± 0.2
Отбор по $\frac{E_T^{miss}}{H_T} > 0.3$, 1 и более струй	621 ± 8	710 ± 17	17.0 ± 0.2
Отбор по $\frac{E_T^{miss}}{H_T} > 0.3$, объединенные категории	1720 ± 20	1330 ± 30	31.1 ± 0.3