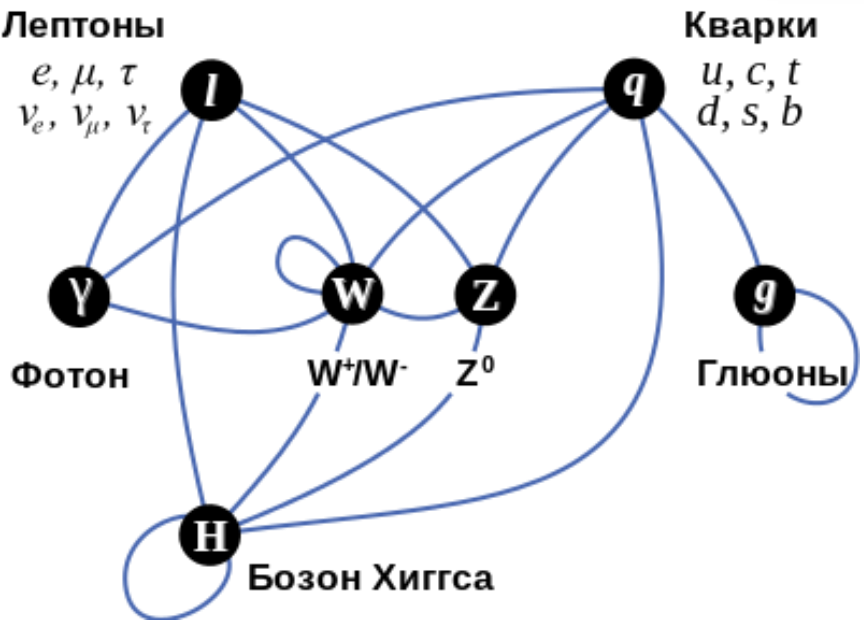
Разработка критериев отбора событий $Z(\upsilon\bar{\upsilon})\gamma$ в протон-протонных столкновениях при энергии 13 ТэВ в детекторе ATLAS

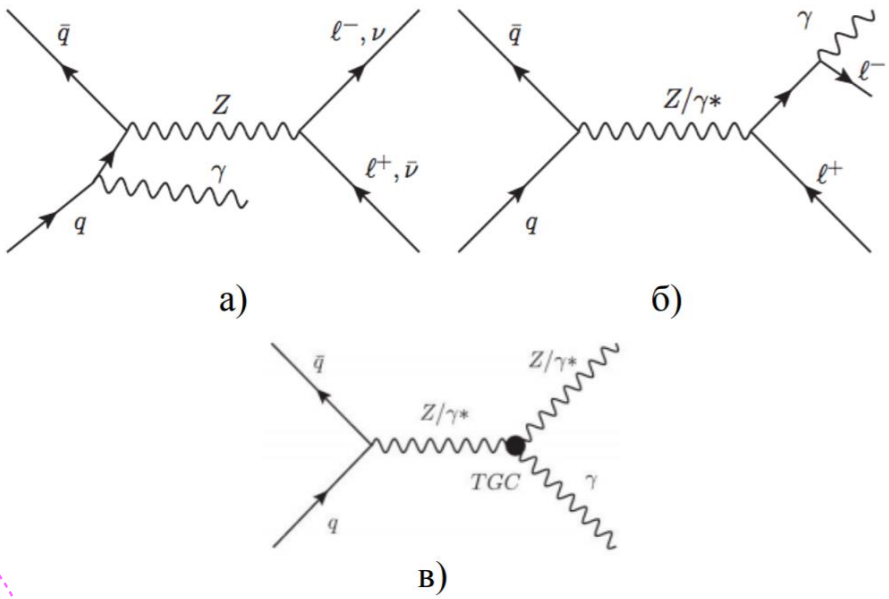
Кошеленко Д.Д., М16-115

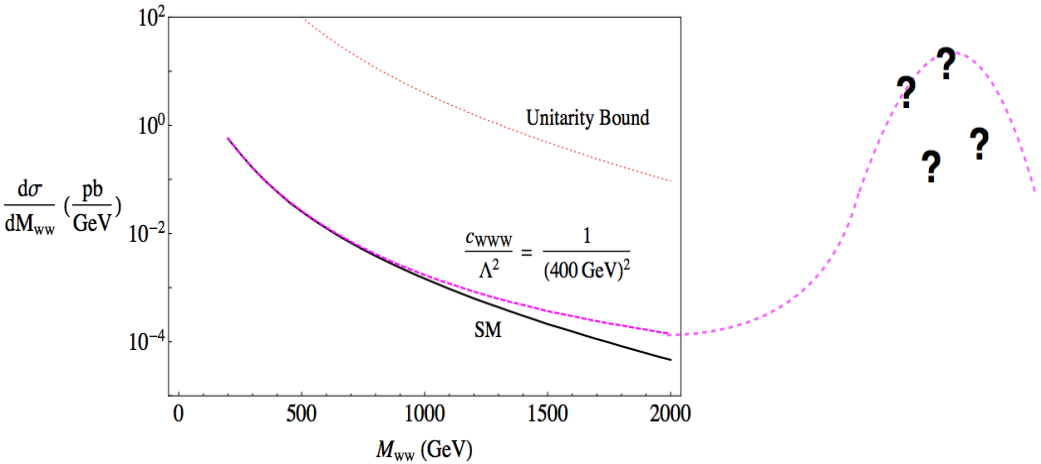
Научный руководитель:
к.ф.-м.н. Солдатов Е.Ю.

Теоретическое введение



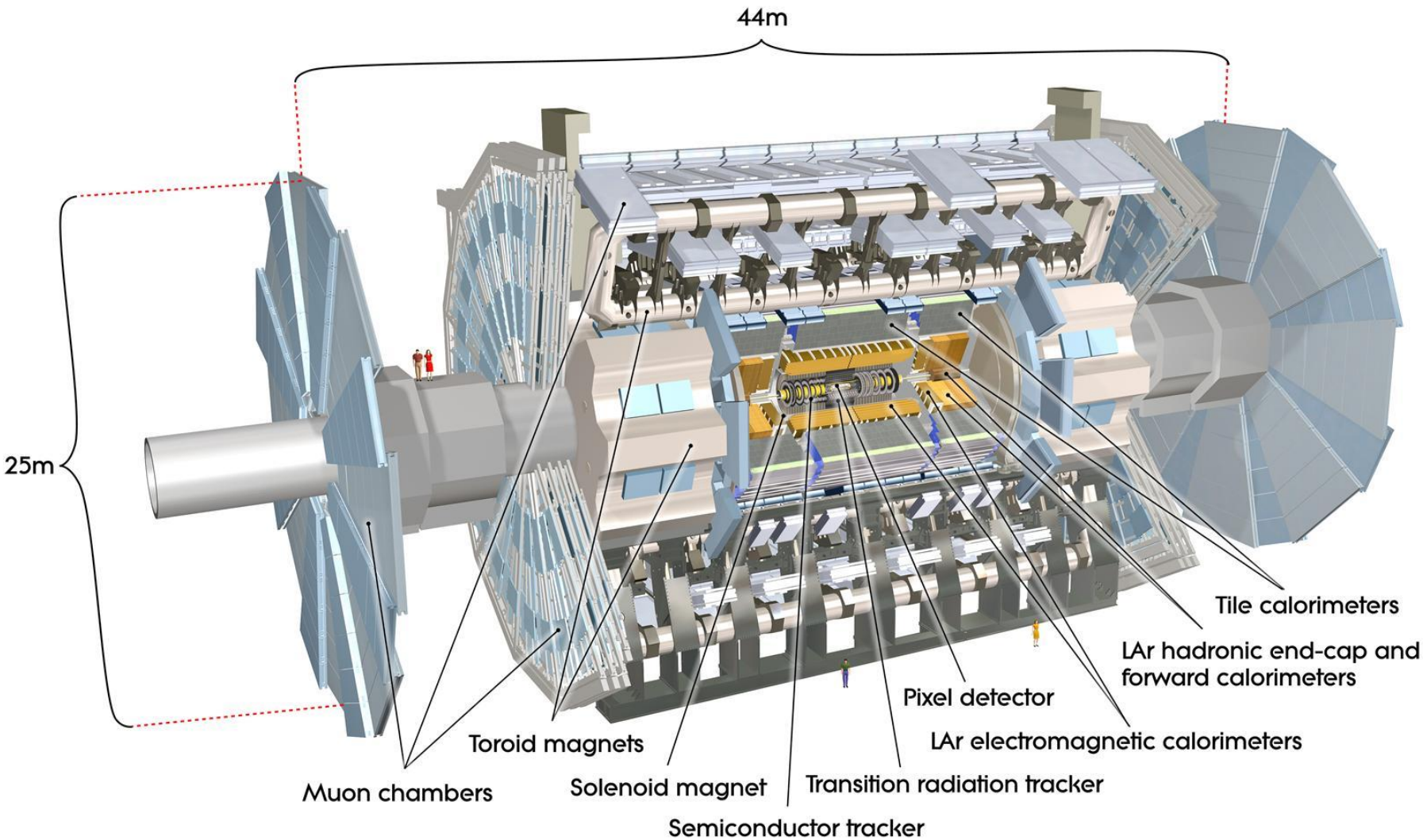
Стандартная модель – механизм описания элементарных частиц и их взаимодействий.





Процесс ассоциированного рождения Z-бозона с фотоном – ключевой инструмент для исследования природы электрослабых взаимодействий.

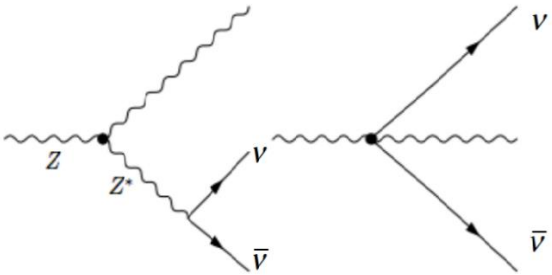
Экспериментальная установка



Сигнальные и фоновые события

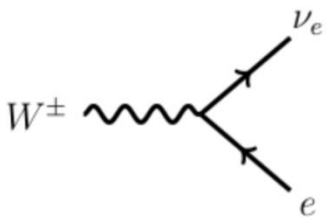
Использован Монте-Карло генератор Sherpa.

Сигнальные события: qq→ γZ(νν).



Фоновые процессы:

- qq → W(eν)+X;
- qq → Wγ ;
- qq → γj;
- qq → γZ(ττ);
- qq → Zj → ννj;
- jet+jet;
- qq → Z(ττ) + X.



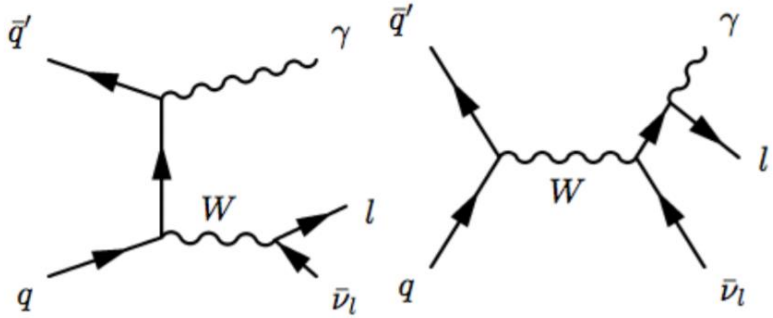
Перевод в единицы количества событий:

$K = \sigma \cdot f_{eff} \cdot L$;

σ - сечение процесса,

f_{eff} - эффективность фильтра,

$L = 36.1 фб^{-1}$ – интегральная светимость.



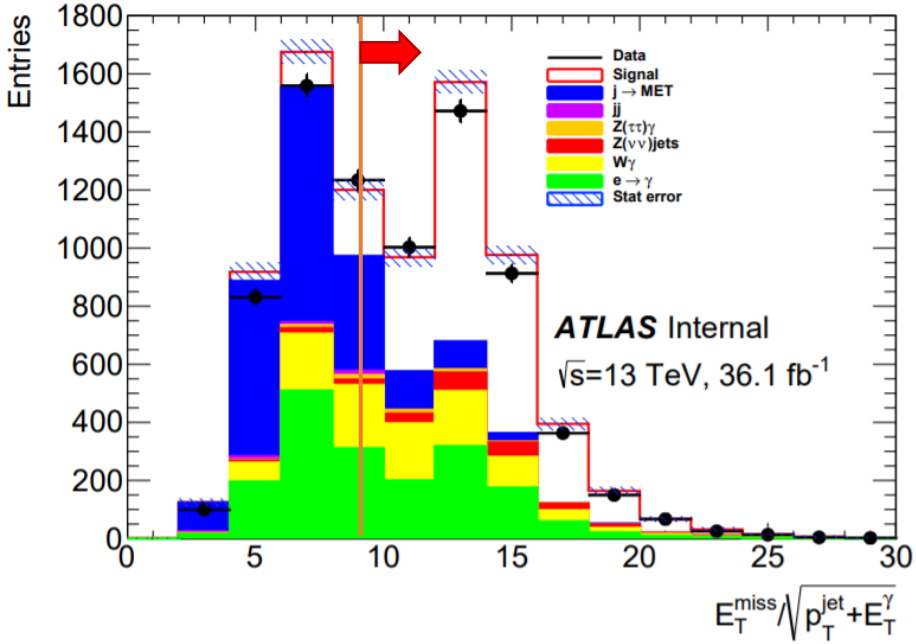
Отбор	Значение
E_T^{miss}	> 150 ГэВ
E_T^{γ}	> 150 ГэВ
Количество изолированных фотонов	$n_\gamma = 1$
Количество лептонов	$n_e = 0,\ n_\mu = 0$
E_T^{miss} значимость	> 9
$\Delta\phi(\vec{p}_T^{\,miss}, \gamma)$	> 0.9

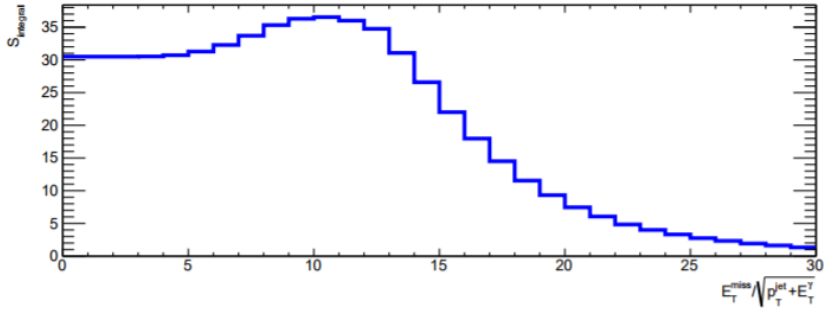
Оптимизация селекции

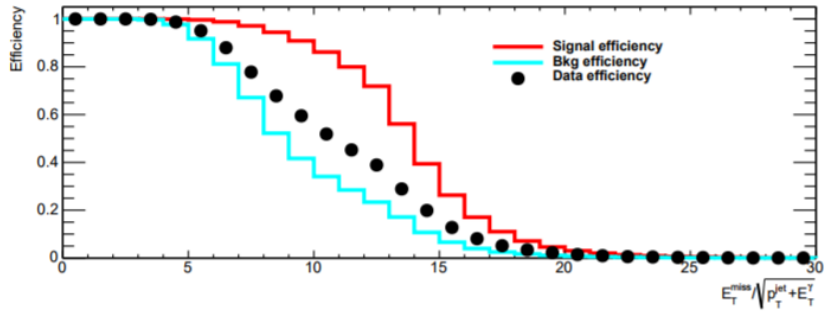
E_T^{miss} значимость - инструмент для сепарации событий с истинной поперечной потерянной энергией и событий, где наличие E_T^{miss} обусловлено ошибочной идентификацией.

$$E_T{}^{miss}\,significance = \frac{E_T{}^{miss}}{\sqrt{\sum p_T{}^{jet} + E_T}}$$

Статистическая значимость: $S = N_{signal}/\sqrt{N_{signal} + N_{bkg}}$, **Эффективность**: $\varepsilon = N_{passed}/N_{all}$.



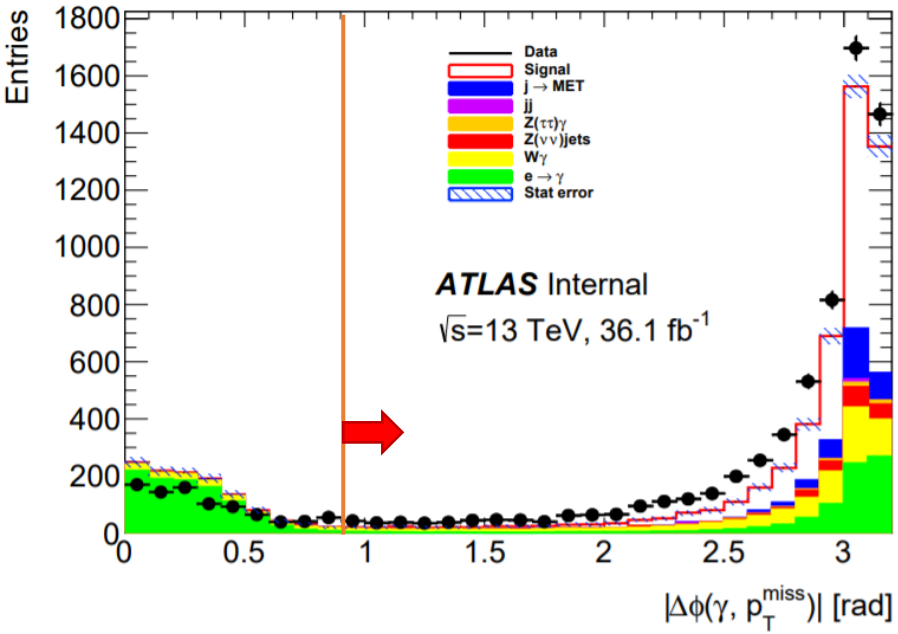


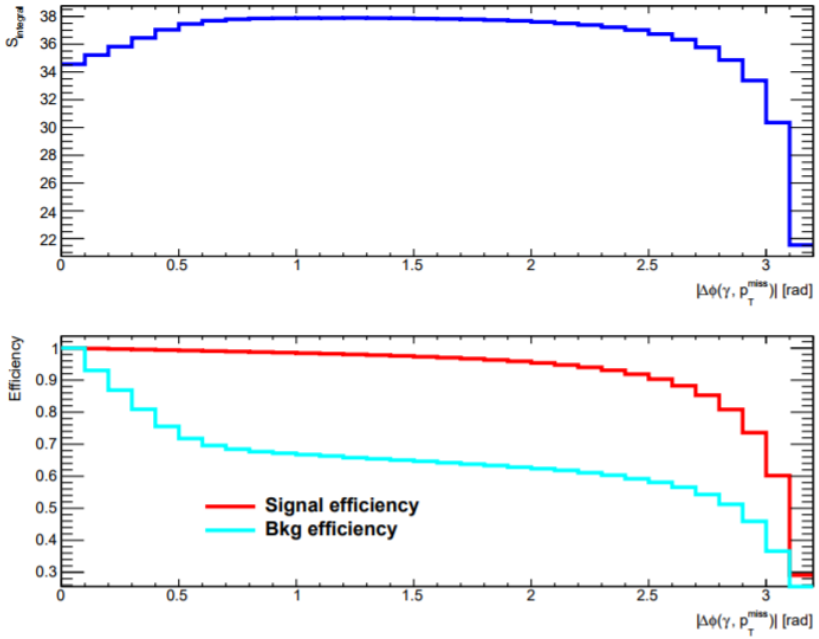


Выбрано пороговое значение E_T^{miss} > 9.

Оптимизация селекции

Аналогичным образом оптимизирован отбор по угла между поперечным потерянным импульсом и направлением вылета фотона.





Выбрано пороговое значение $\Delta\phi(\gamma,\ p_T^{miss}) > 0.9$.

Источник	N_{events} до оптимизации отборов	N_{events} после оптимизации отборов
Данные	7707	4409
МК сигнал	2748 ± 3	2485 ± 2
МК фон	5654 ± 93	2153 ± 45

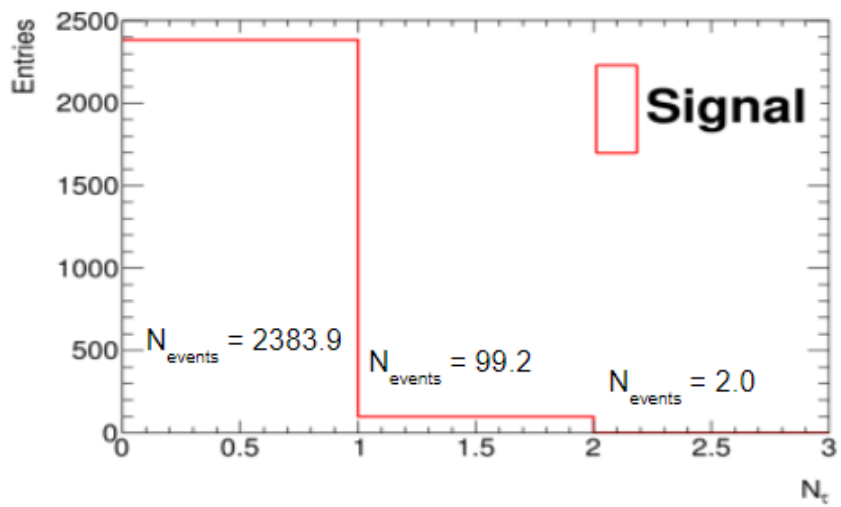
Этап отбора событий	Накопленная значимость
Предварительный отбор	27.5 ± 0.6
E_T^{miss} значимость, $\Delta\phi(\vec{p}_T^{\,miss}, \gamma)$	36.5 ± 0.8

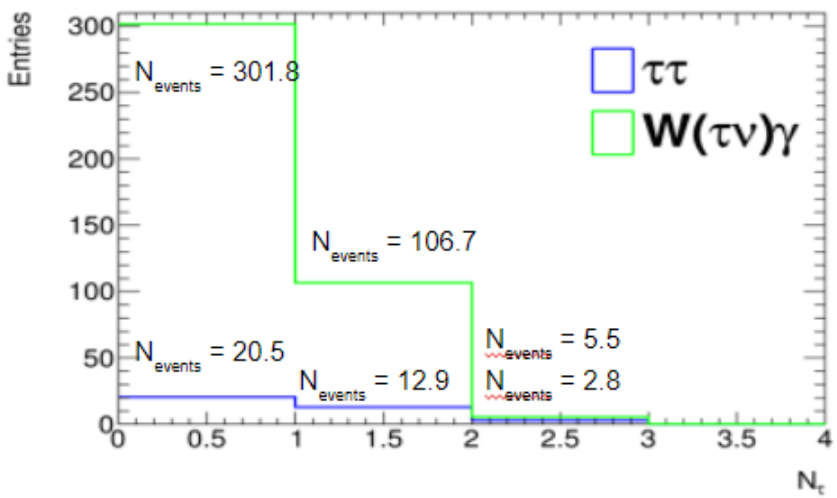
Количество тау-лептонов в конечном состоянии

Основной источник фона после применения дополнительных отборов – процесс qq → W(τν)γ:

- лептонный канал распада тау-лептона подавлен электронным и мюонным вето;
- адронный канал распада требует дополнительного изучения.

Источник	До τ - вето	PT Medium	PT Tight	PT Loose	PT VeryLoose
МК сигнал	2486.8	2471.3	2478.3	2455.4	2380.7
МК фон W($\tau\nu$)	414.1	336.5	351.0	324.6	301.8
МК фон Z($\tau\tau$)	36.3	25.0	26.8	23.0	20.5
Значимость S	36.1 ± 0.8	36.4 ± 0.8	36.4 ± 0.8	36.3 ± 0.8	35.5 ± 0.8





Результаты

- Разработаны критерии отбора сигнальных событий процесса ассоциированного рождения Z-бозона с фотоном на эксперименте ATLAS;
- Рассмотрены распределения по E_T^{miss} значимости, а также угловые распределения между направлениями вылета частиц, образующихся в конечном состоянии;
- Для каждого из них изучена зависимость накопленной значимости от порогового значения исследуемого углового параметра, а также эффективности сигнала и фона;
- Установлено пороговое значение для каждого отбора:

$$E_T^{miss} \text{ значимость} \quad > 9$$

$$\Delta\phi(\vec{p}_{\mathrm{T}}^{\mathrm{miss}}, \gamma) \quad > 0.9$$

- Применение данных отборов позволило существенно увеличить накопленную значимость в инклюзивном и эксклюзивном случаях, что можно считать значительным достижением.

Этап отбора событий	Накопленная значимость
Предварительный отбор	27.5 ± 0.6
E_T^{miss} значимость, $\Delta\phi(\vec{p}_{\mathrm{T}}^{\mathrm{miss}}, \gamma)$	36.5 ± 0.8

Спасибо за внимание.