



Определение фонов, связанных с процессами образования топ кварков, при поиске возбужденных лептонов в эксперименте ATLAS

СТУДЕНТ: Ван Алина, Б19-102

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:

Мягков Алексей Григорьевич, к.ф.-м.н.

02.05.2023



МОТИВАЦИЯ

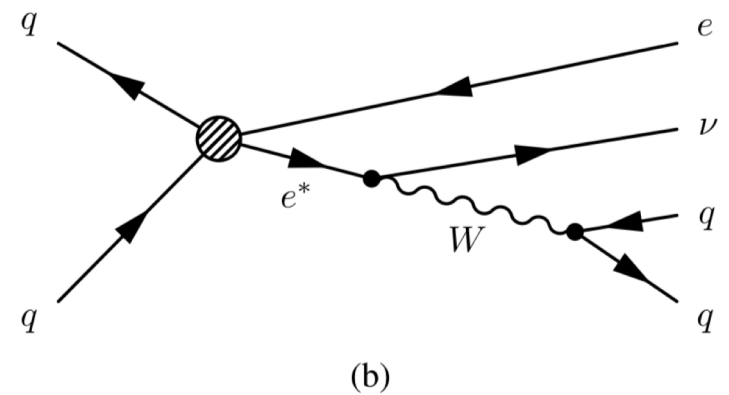
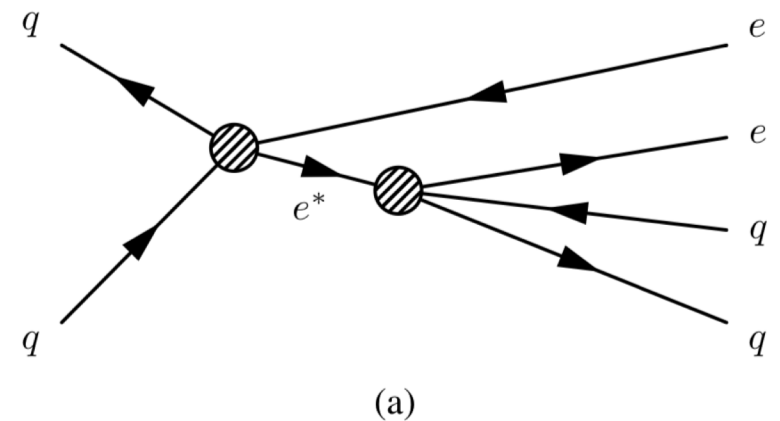
Проблемы СМ:

- Скрытая масса
- Проблема иерархии масс и структуры поколений
- Темная энергия и т.д.

Диаграммы Фейнмана для образования возбужденного лептона с последующим распадом

(a) через контактное взаимодействие

(b) через калибровочный бозон

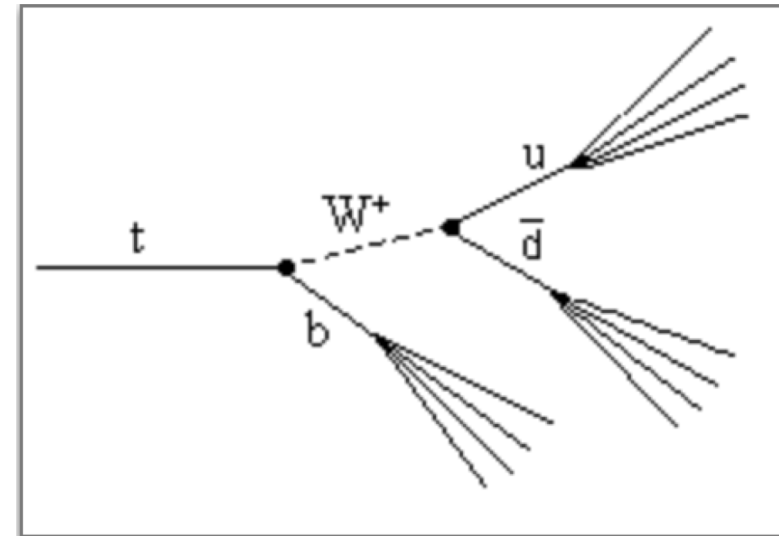
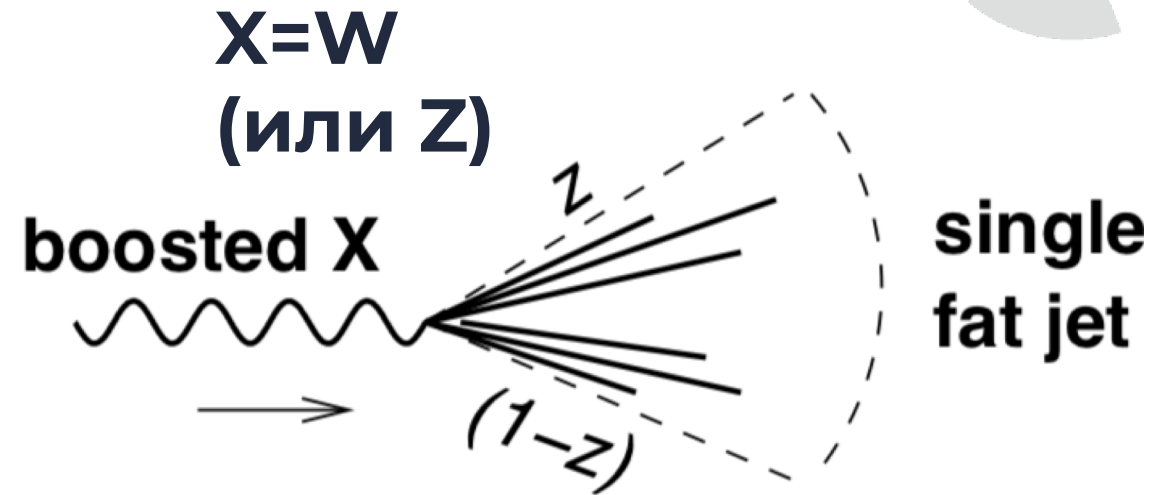
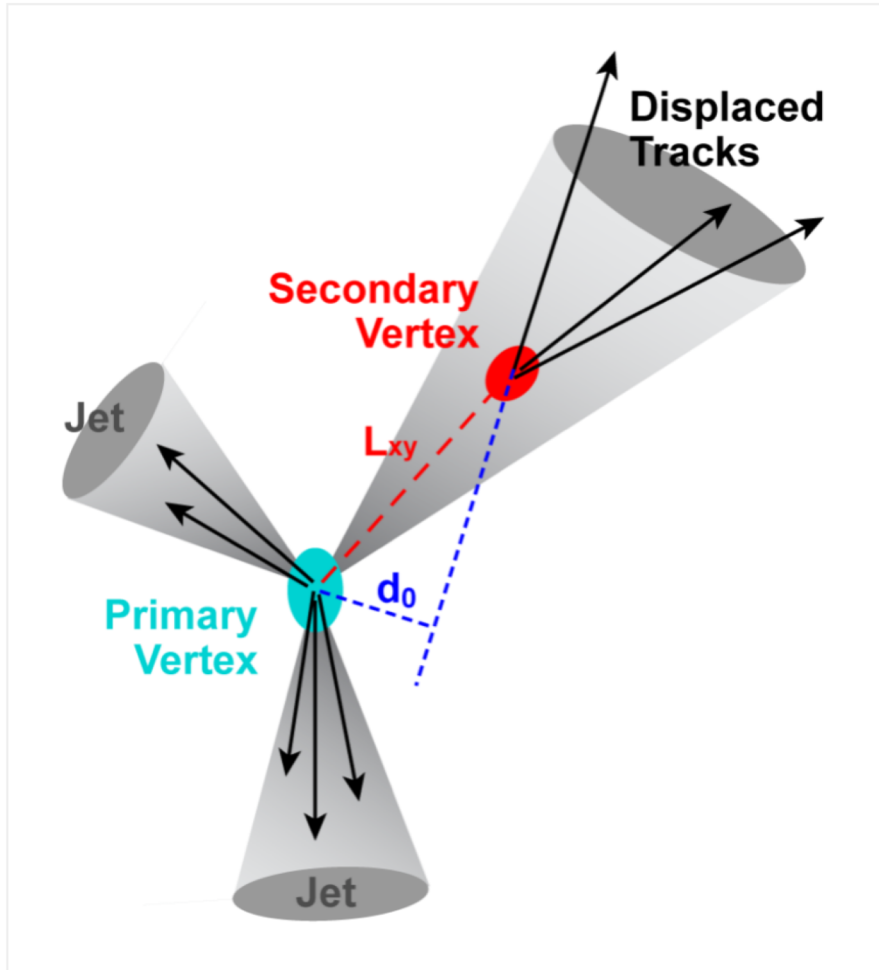


Целью данной НИР является оценка фонов, связанных с образованием топ-кварка, с помощью Монте-Карло моделированных данных при поиске возбужденных лептонов в эксперименте ATLAS и дальнейшая корректировка Монте-Карло данных с учетом реальных данных.

В соответствии с поставленной целью **задачами** данной работы были:

- Определение критериев отбора на b-tag струи и на толстые струи
- Определение контрольной области $t\bar{t}b\bar{b}$ для конечного состояния $e\nu J$
- Построение гистограмм с распределением по инвариантной массе W, b -струй для различных фоновых процессов
- Построение гистограмм с распределением по инвариантной массе W, b -струй для реальных данных
- Отладка процедуры нормировки для фоновых процессов
- Оценка вкладов различных фоновых процессов в образовании топ кварка

b-tagging. Толстые струи



Определение критериев отбора на b-тагированные струи и толстые струи



Критерии отбора на b-tag струи

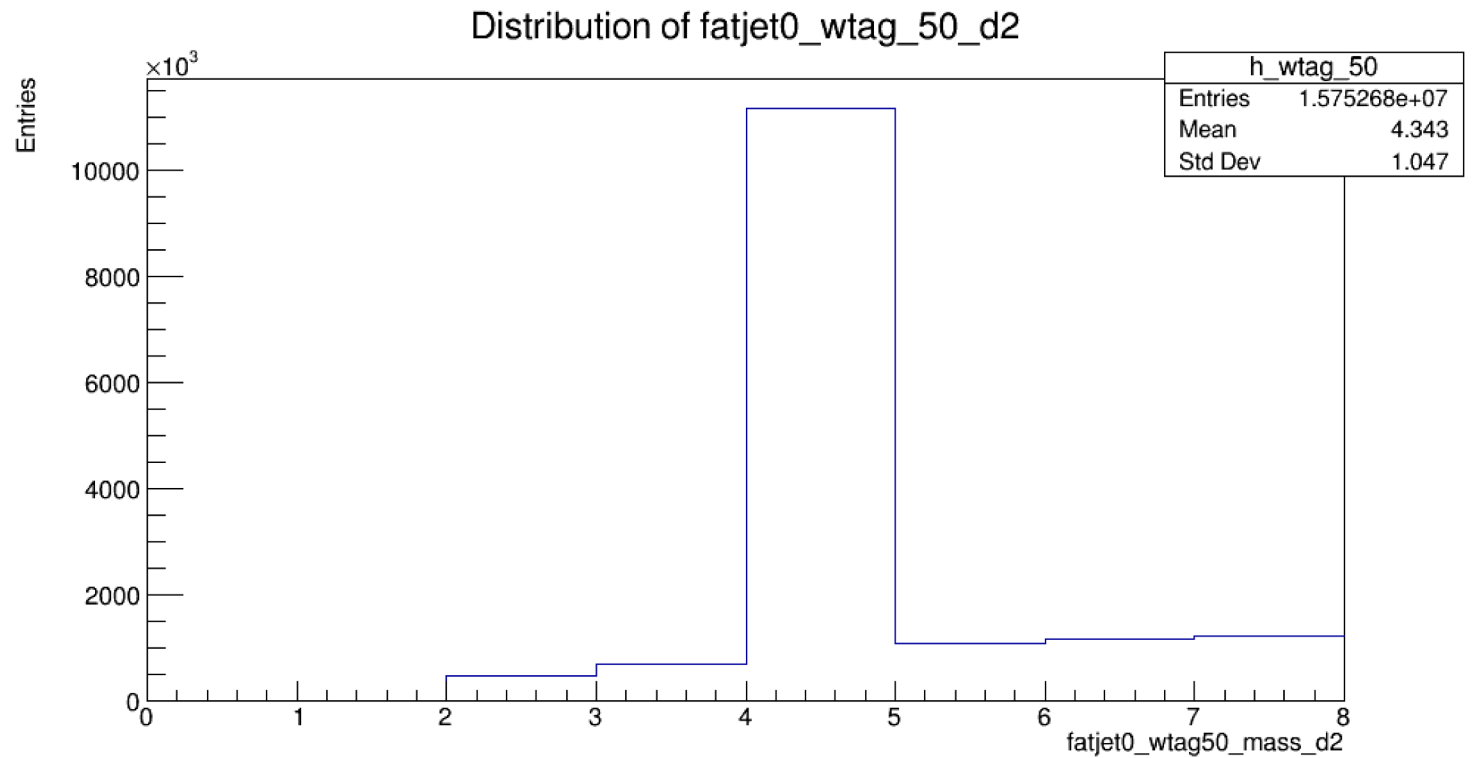
$$p_{t,jet} > 30 \text{ GeV}, |\eta|_{jet} < 2.5$$

$$R > 0.5$$

$$R = \sqrt{(\eta_{bjet} - \eta_{Wjet})^2 + (\phi_{bjet} - \phi_{Wjet})^2}$$

Идентификация W-струи

Маркер «W-tag50» оптимизирован для достижения эффективности сигнала 50% с подавлением фона 40–80.



Определение контрольной области для ttbar для конечного состояния evJ



Ограничения на конечное состояние evJ

$$p_{t,e} > 65 \text{ ГэВ},$$

$$|\eta|_e < 2.4$$

$$E_t^{\text{miss}} > 100 \text{ ГэВ}$$

m_e^* GeV	$m_T(E_t^{\text{miss}}, J)$ GeV
100-500	50 - 560
500-1000	560 - 850
>1000	>850

$$m_T(E_t^{\text{miss}}, J) = \sqrt{(m^W)^2 + 2 \times (\sqrt{(m^W)^2 + (p_T^W)^2} \times E_t^{\text{miss}} - p_x^W \times E_x^{\text{miss}} - p_y^W \times E_y^{\text{miss}})}.$$

Процедура нормировки и распределения по инвариантной массе толстой W-струи и b-тагированной струи



В директориях с МК моделированными данными для каждого процесса указывались значения сечения, эффективности регистрации и коэффициента k_F .

Процесс	σ_{pb}	ϵ_{gen}	k_F	N_{MC}
ttbar	729.77	0.54383	1.14	15752675
Wev	339.79	0.59667	0.9702	7975204
WpqqWmlv	24.708	1	1	3875306
WplvWmqq	24.724	1	1	3797386
Single top	2.027	1	1.0170	1040534

В директории с реальными данными для каждого датасета указывалось значение светимости. Распределения по инвариантной массе толстой и b-тагированной струй построено для 20 из 199 датасетов с реальными данными, содержащие значение светимости $L=5.829 \text{ fb}^{-1}$.

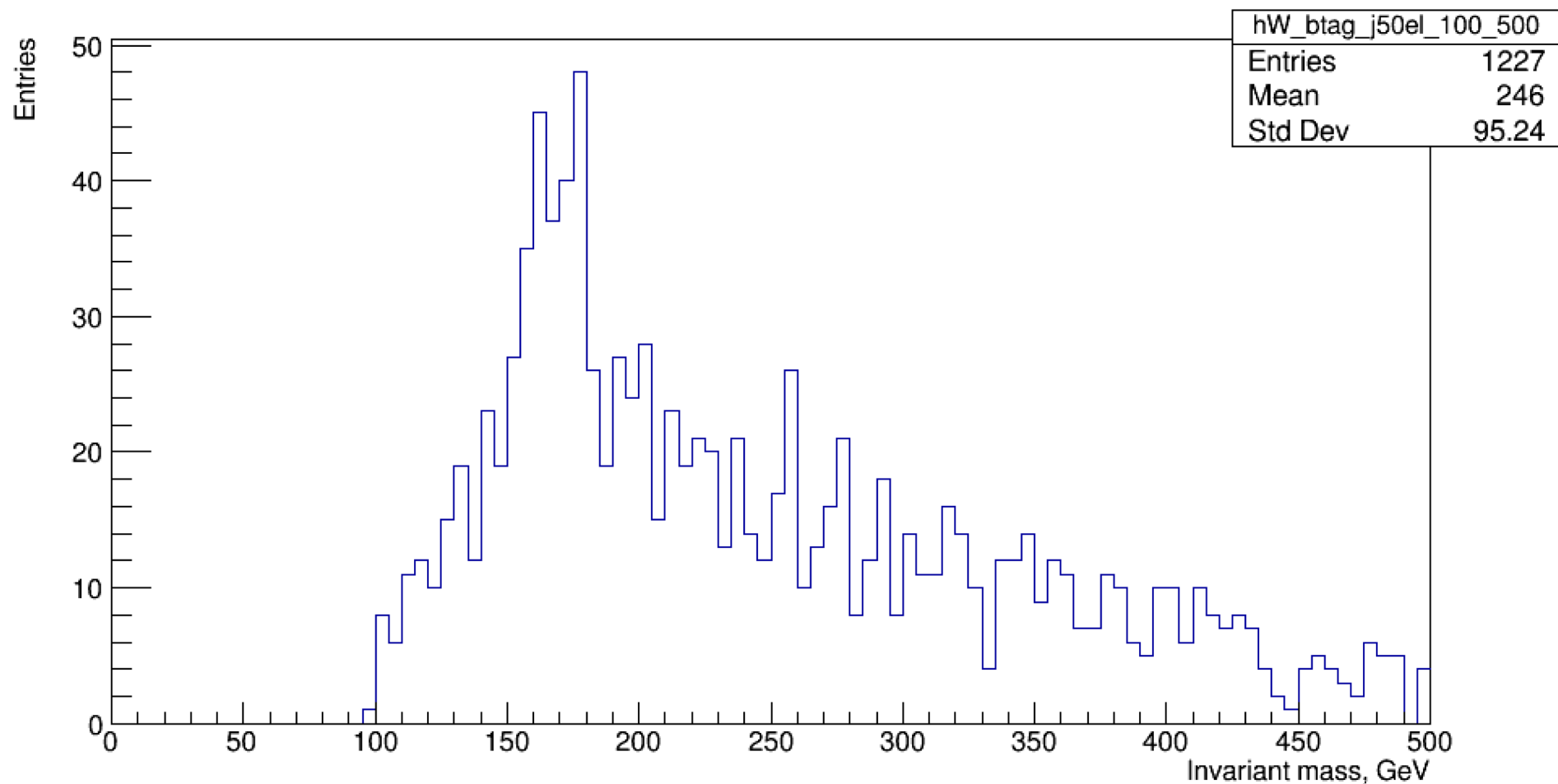
Нормировочный коэффициент

$$Scale = \frac{\sigma \times L \times \epsilon_{gen} \times k_F}{N_{MC}}$$

Распределение по инвариантной массе W, b -струй для реальных данных



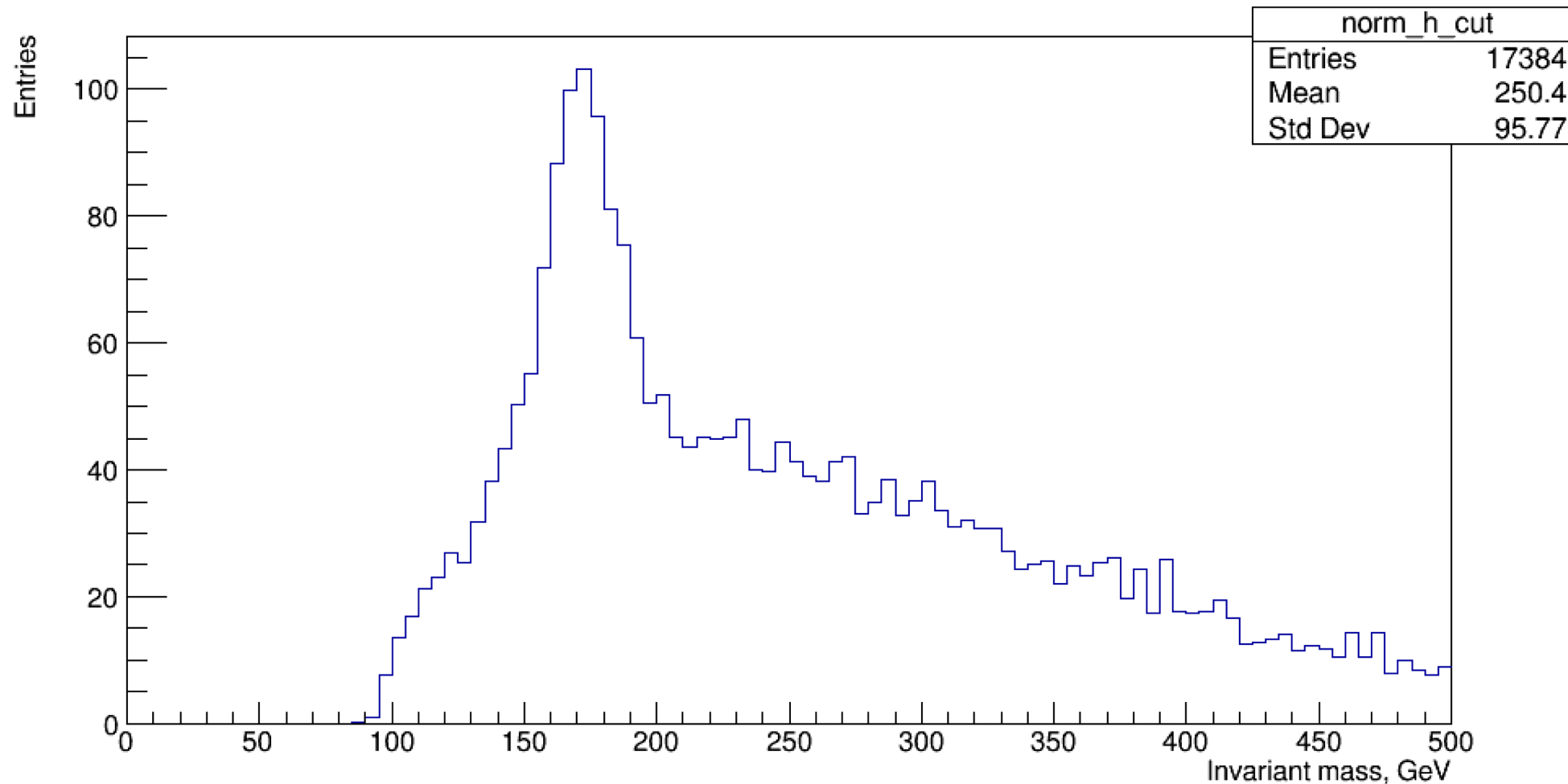
Invariant mass of W, b jets with fatjet0_wtag50_mass_d2 with cut for el 100-500



Распределение по инвариантной массе W,b-струй для фонового процесса $t\bar{t}$ (МК)



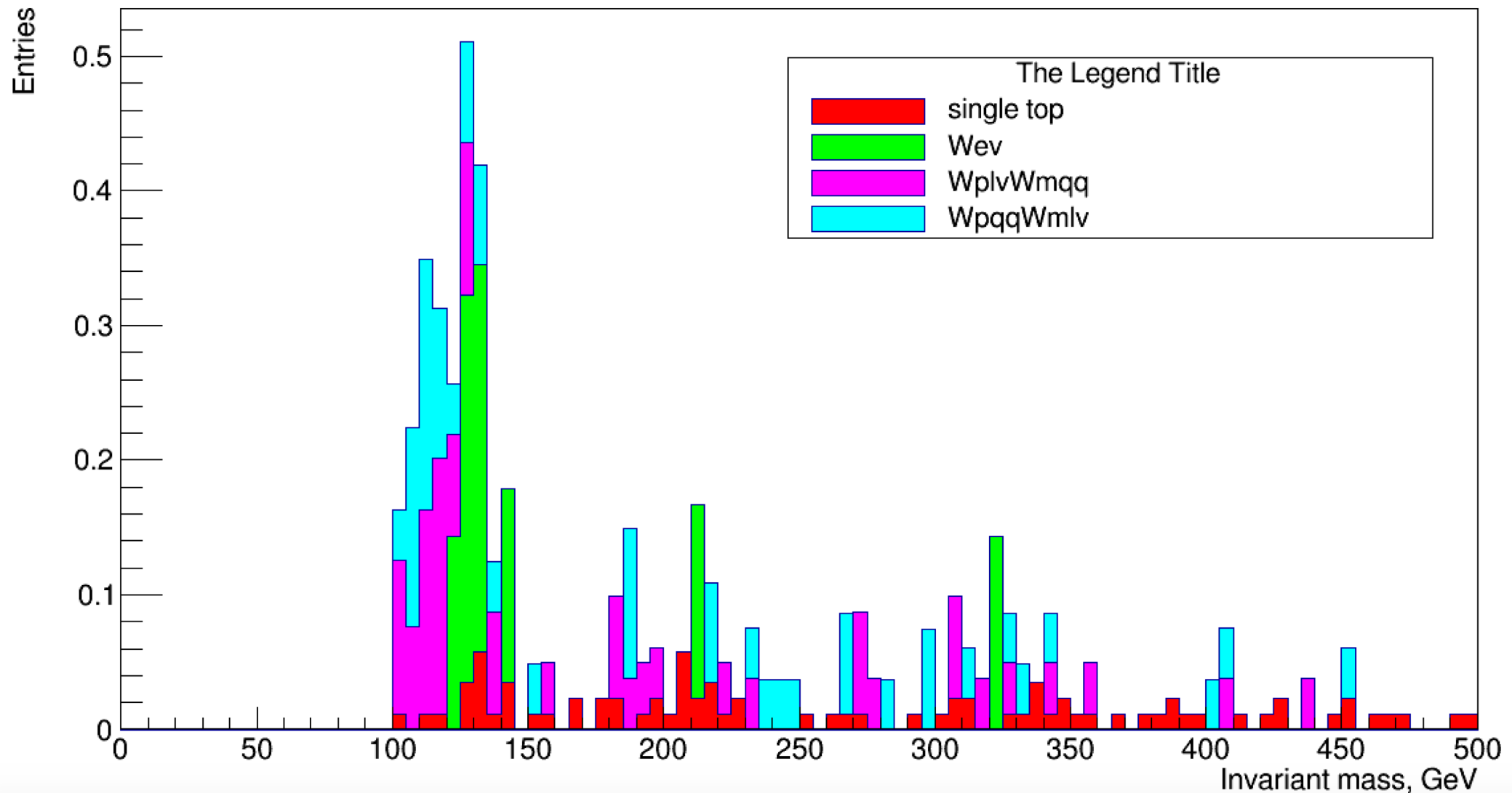
Invariant mass of W_J and btag jets with fatjet0_wtag50_mass_d2 with cut for el 100-500



Суммарная гистограмма для фоновых процессов без $t\bar{t}$



Stacked histograms



- В рамках НИР за семестр получены гистограммы с распределением по инвариантной массе W -струи и b -струи для МК моделированных данных для оценки различных фоновых процессов в контрольной области конечного состояния $e\nu J$, связанных с образованием топ-кварка. На основании гистограмм сделан вывод, что **основной вклад в данную контрольную область образования топ кварка дает процесс $t\bar{t}$** .
- Также необходимо **отладить процедуру нормировки гистограмм** с учетом дополнительной информации об эффективностях отбора на разных этапах обработки, это будет сделано в ближайшее время и рассогласование приблизительно в два раза удастся преодолеть.
- Фоновые процессы ($t\bar{t}$) могут неточно моделироваться в области фазового пространства, выбранного для конкретного поиска, поэтому **необходима их корректировка**.