

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОНА  $jet + \gamma$  ДЛЯ ПРОЦЕССА  
 $Z\gamma \rightarrow (\nu\bar{\nu})\gamma$  В ЭКСПЕРИМЕНТЕ ATLAS

СТУДЕНТ: СИМБИРЯТИН Л. Л.  
РУКОВОДИТЕЛЬ: СОЛДАТОВ Е. Ю.

# Мотивация

Проблемы СМ:

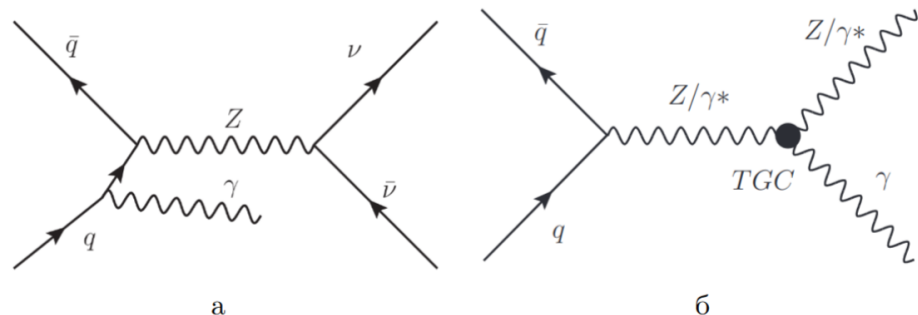
- Проблема иерархии масс
- Масса нейтрино (по предсказанию нулевая) отлична от нуля
- СМ не описывает гравитационное взаимодействие, частицы темного вещества и т.д.

Измерение сечения процесса ассоциированного рождения  $Z + \gamma$ , сравнение с предсказанем СМ

$Z \rightarrow$  адроны

$Z \rightarrow$  заряженные лептоны

$Z \rightarrow \nu\bar{\nu}$



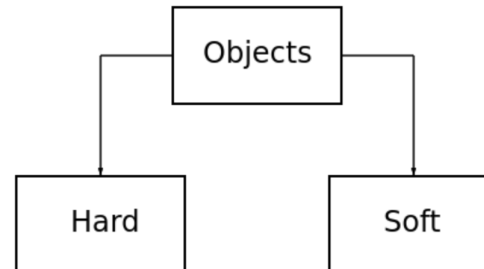
а - испускание фотона из начального состояния, б - процесс, протекающий через трёх-бозонную вершину (запрещена в СМ)

# Отборы и фоновые процессы

$(N_{jets} = 0) \parallel (N_{jets} > 0 \ \&\& \ \Delta\phi(\text{jet\_lead}, p_T^{miss}) > 0.4)$
$\Delta\phi(\gamma, p_T^{miss}) > 0.6$
$p_T^{miss} > 130 \text{ ГэВ}$
$p_T^{SoftTerm} < 60 \text{ ГэВ}$
$E_T^\gamma > 150 \text{ ГэВ}$
$N_\gamma = 1$
$\text{ph\_isem} = 0$
$E_T^{cone40} < 0.022 * p_T + 2.45 \text{ ГэВ}$ для фотонов
$ \text{ph\_z\_point}  < 250 \text{ мм}$
лептонное вето
$E_T^{miss} \text{ signif} > 11$

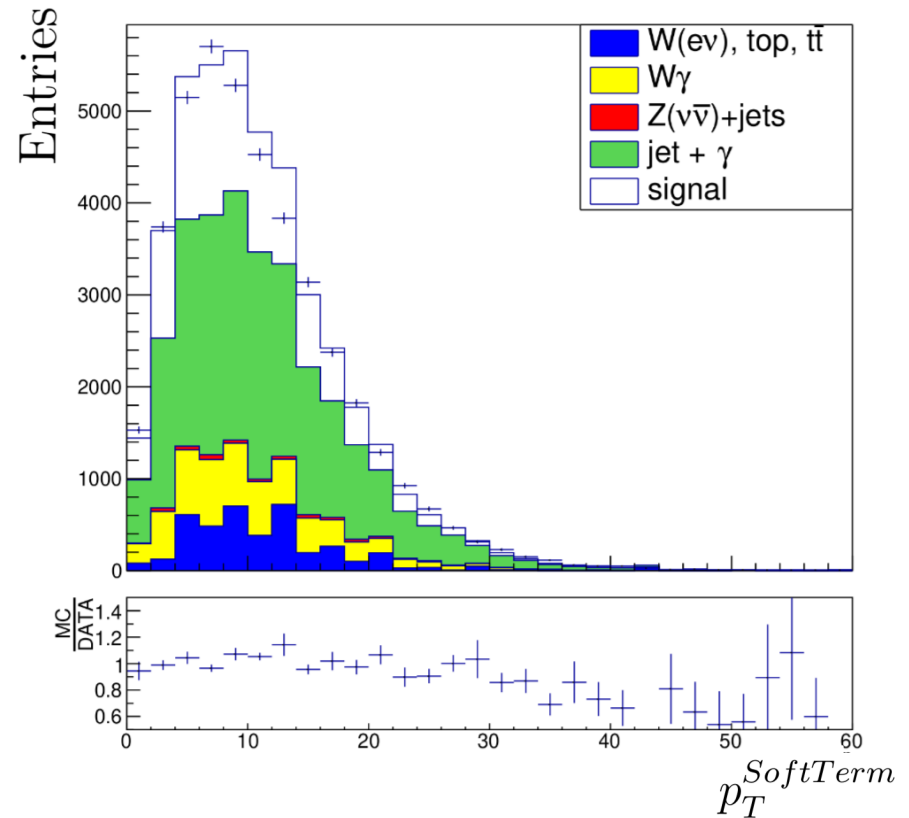
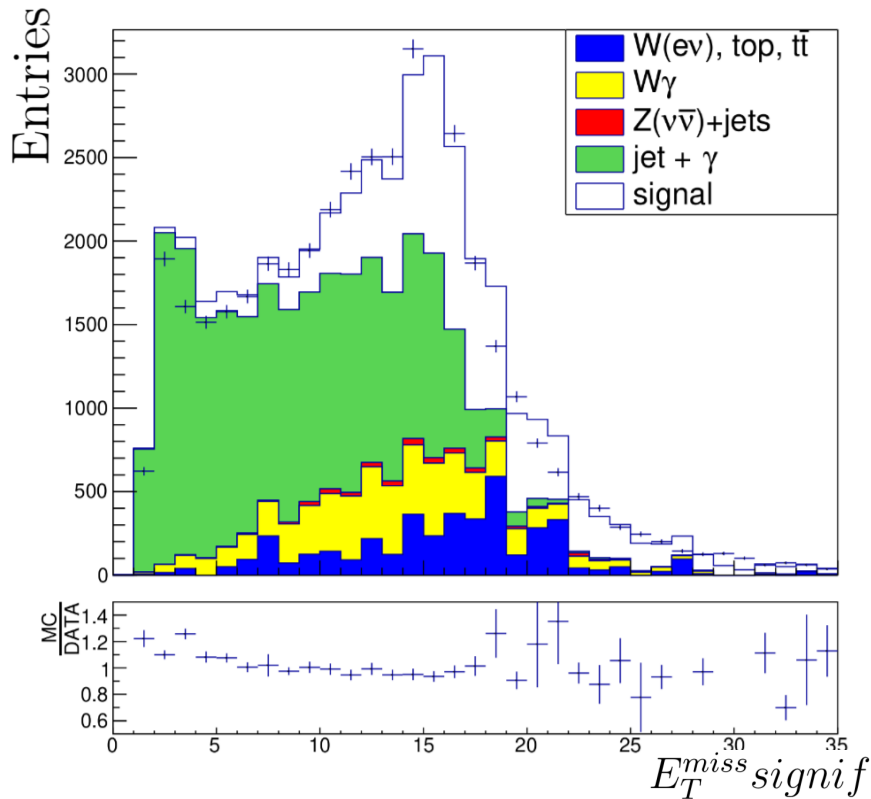
- $\tau\nu\gamma$  и  $l\nu\gamma$  от рождения  $W\gamma$ , где  $\tau$  распадается на адроны или электрон или мюон не регистрируется (вклад в сигнальный регион порядка 15%)
- $jet + \gamma$ , где большое значение  $E_T^{miss}$  возникает из-за неправильно измеренной энергии струй (вклад в сигнальный регион порядка 30%)
- $W(e\nu)$ , одиночный  $t$  и  $t\bar{t}$ , где электрон ошибочно идентифицируется как фотон ( $e \rightarrow \gamma$ ) (вклад в сигнальный регион порядка 13%)
- $Z(\nu\bar{\nu}) + jets$ , где струя ошибочно идентифицируется как фотон ( $jet \rightarrow \gamma$ ) (вклад в сигнальный регион порядка 1%)
- $Z(ll) + \gamma$ , где  $\tau$  распадается на адроны или электрон или мюон не регистрируется (вклад в сигнальный регион  $\ll 1\%$ )

$$E_T^{miss} / \sqrt{\sum p_T^{jet} + E_T^\gamma}$$

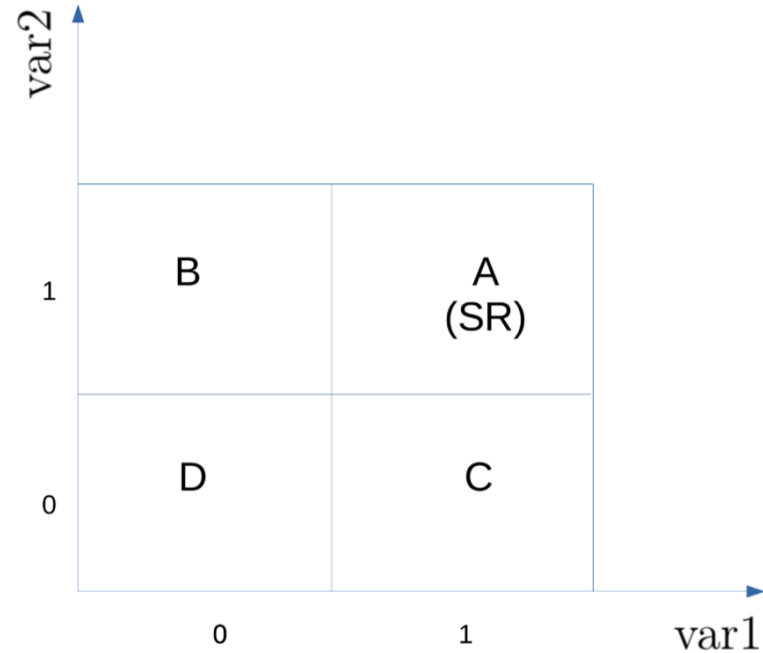
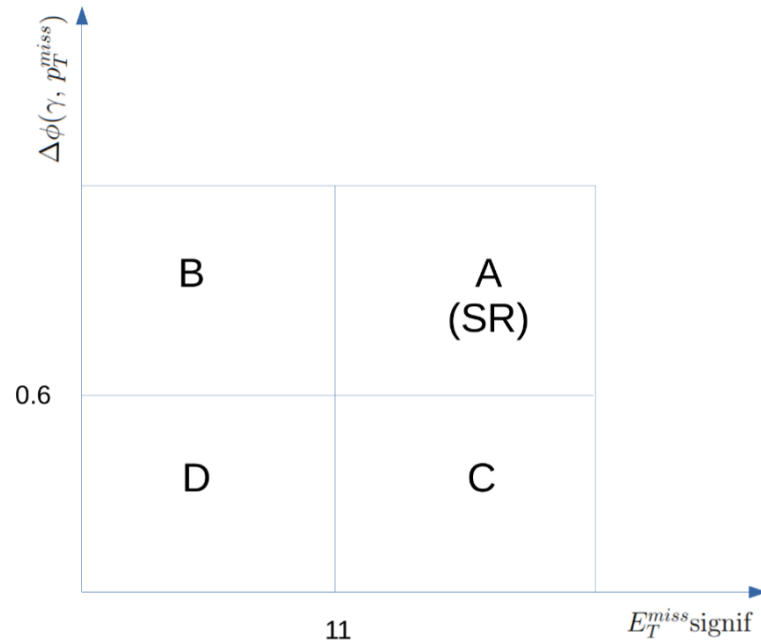


# Сравнение Монте-Карло и данных

(данные отмечены крестами)



# Метод оценки (ABCD-метод)



$$R = \frac{N_A N_D}{N_C N_B} \quad 5$$

# Результаты

Bool	Cuts	R	$\Delta R$
var1	$E_T^{miss} \text{signif} > 11$	39	44
var2	$\Delta\phi(\gamma, p_T^{miss}) > 0.6$		
var1	$p_T^{miss} > 130 \ \&\& \ E_T^{miss} \text{signif} > 11$	41	44
var2	$\Delta\phi(\gamma, p_T^{miss}) > 0.6$		
var1	$E_T^{miss} \text{signif} > 11$	1.310	0.098
var2	$p_T^{SoftTerm} < 16$		
var1	$p_T^{miss} > 130$	1.43	0.18
var2	$p_T^{SoftTerm} < 16$		
var1	$E_T^{miss} \text{signif} > 11 \ \&\& \ \Delta\phi(\gamma, p_T^{miss}) > 0.6$	1.301	0.098
var2	$p_T^{SoftTerm} < 16$		
var1	$E_T^{miss} \text{signif} > 11 \ \&\& \ \Delta\phi(\text{jet\_lead}, p_T^{miss}) > 0.4$	1.247	0.096
var2	$p_T^{SoftTerm} < 16$		
var1	$E_T^{miss} \text{signif} > 11 \ \&\& \ \Delta\phi(\text{jet\_lead}, p_T^{miss}) > 0.4$	1.246	0.096
var2	$\&\& \ \Delta\phi(\gamma, p_T^{miss}) > 0.6$ $p_T^{SoftTerm} < 16$		
var1	$E_T^{miss} \text{signif} > 11 \ \&\& \ \text{lepton veto}$	38	44
var2	$\Delta\phi(\gamma, p_T^{miss}) > 0.6$		
var1	$E_T^{miss} \text{signif} > 11 \ \&\& \ \Delta\phi(\text{jet\_lead}, p_T^{miss}) > 0.4$	1.56	0.42
var2	$\Delta\phi(\gamma, p_T^{miss}) > 0.6 \ \&\& \ \text{lepton veto}$		

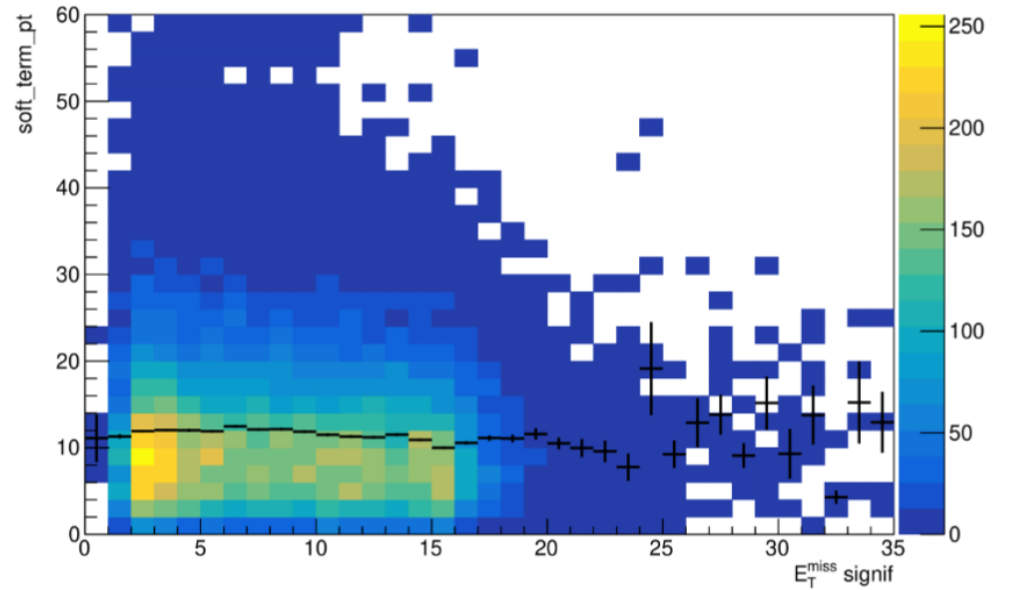
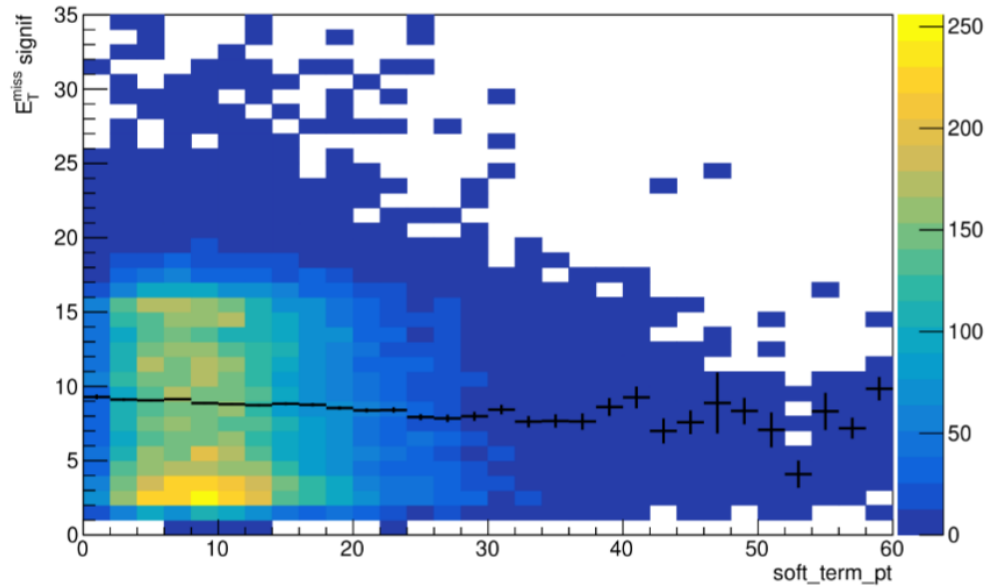


# Заключение

Для проведения анализа был написан фреймворк на основе пакета `root`. Были разработаны классы для проведения ABCD-анализа, отбора данных и записи в соответствующие деревья.

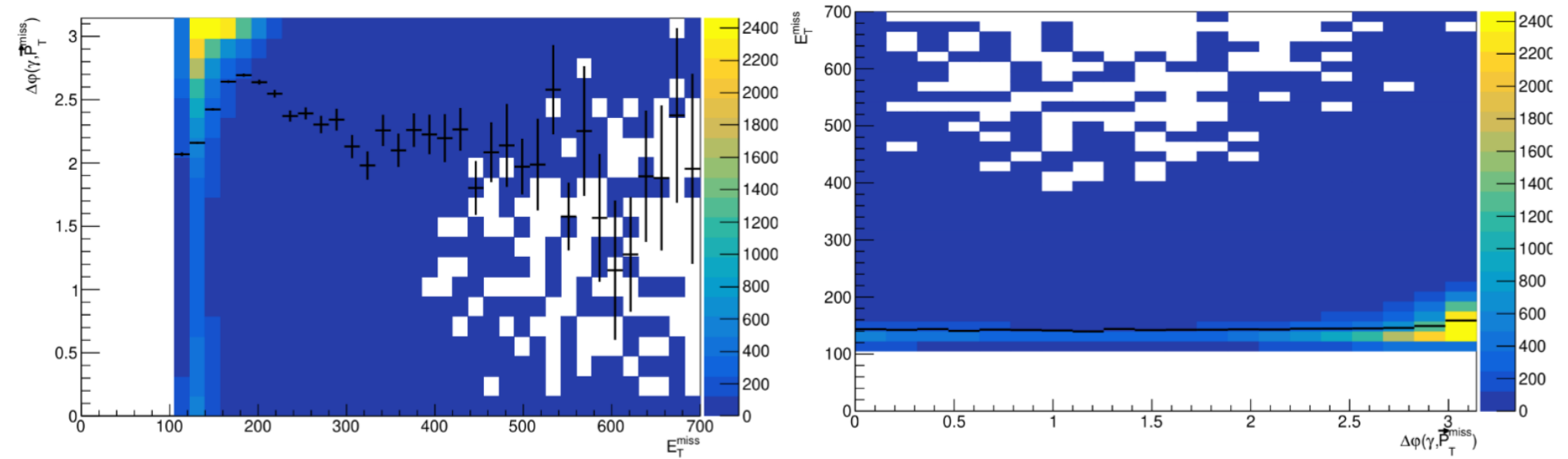
Несмотря на хороший результат при использовании переменных  $p_T^{SoftTerm}$  и  $E_T^{miss} siginf$ , использование первой в анализе сопряжено с дополнительными трудностями, возникающими при её Монте-Карло моделировании. В дальнейшем планируется завершить оценку фона  $jet + \gamma$  с использованием данных.

# Backup(1)





# Backup(2)



# Backup(3)

