

Поиск темной материи в канале ассоциированного рождения калибровочного бозона Z^0 и частицы темной материи

К.В. Слижевский, (ОИЯИ/Университет "Дубна")
Группа: В.А. Алексахин, В.В. Шалаев, С.В. Шматов,
М.В. Савина
Защита магистерской диссертации ожидается в июне 2022 г.

Постановка задачи и цели работы

Поставленные задачи:

- Освоить генератор MadGraph5 aMC@NLO
- Построить полную цепочку реконструкции событий

Оценить кол-во ожидаемых событий в течении RUN3 с учетом эффективностей отбора событий

Некоторые недостатки Стандартной

- модели Не включает теорию
- гравитации

Не объясняет, почему масса Хиггса такая легкая

- (проблема естественности / иерархии)

- Не имеет кандидата на темную материю

Не объясняет барионную асимметрию

вселенной Два способа решения этой проблемы

Bottom up: Нужно везде, где только можно, искать

- маленькие и большие отклонения от SM.

Top down: Необходимо создавать новые модели, не противоречащие текущим результатам эксперимента и решающие одну из указанных проблем.

FeynRules model database

Коллекция моделей, которые уже реализованы в FeynRules

<https://feynrules.irmp.ucl.ac.be/wiki/ModelDatabaseMainPage>
<https://feynrules.irmp.ucl.ac.be/wiki/NLOModels>

Available models

Standard Model	The SM implementation of FeynRules, included into the distribution of the FeynRules package.
Simple extensions of the SM	Several models based on the SM that include one or more additional particles, like a 4th generation, colored scalars.
Supersymmetric Models	Various supersymmetric extensions of the SM, including the MSSM, the NMSSM and many more.
Extra-dimensional Models	Extensions of the SM including KK excitations of the SM particles.
Strongly coupled and effective field theories	Including Technicolor, Little Higgs, as well as SM higher-dimensional operators, vector-like quarks.
Miscellaneous	
NLO	Models ready for NLO computations

2HDM+S

2HDM+s (два комплексных скалярных

- дуплета) нейтральные CP-четные h, H
- нейтральные CP-нечетное
- А Заряженные H^+, H^-

+ скалярный синглет S (нейтральный, спин

0) Модель имеет следующие параметры:

- Массы и ширины 2HDM+s
- Отношение вакуумных средних v_1, v_2 $v_1^2 + v_2^2 = v^2 = (246 \text{ GeV})^2$
- Угол смешивания двух скалярных состояний θ
- Юкавский сектор (связь скаляров и фермионов SM)
- Константы взаимодействия между двумя хиггсовскими дублетами Сектор ТМ (массы частицы ТМ, константа связи ТМ)

Используемый генератор:
MadGraph5MC@NLO.2.9.2 Используемая
 модель: 2HDM+s

Процесс: $p p \rightarrow Z \chi_d \chi_d$ (16 независимых диаграмм)

Параметры: $M_H = 600$ ГэВ, $M_{H^\pm} = 600$ ГэВ, $M_A = 600$ ГэВ,
 $M_{\chi_d} = 1$ ГэВ, $M_S = 300$ ГэВ, $\tan(\beta) = 1$, $\sin(\theta) = 0.35$

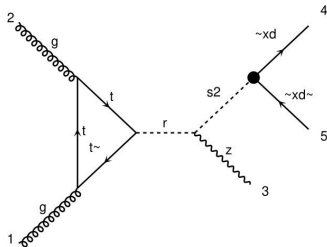
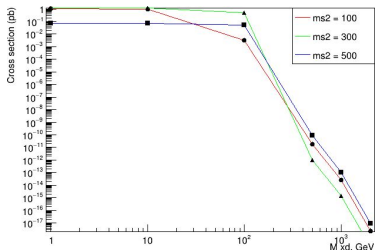
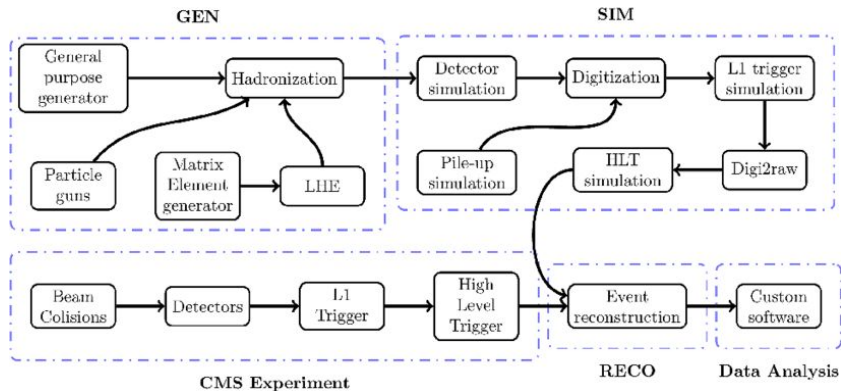


diagram 1

DMS=1, QCD=2, QED=2

Цепочка реконструкции событий



General information

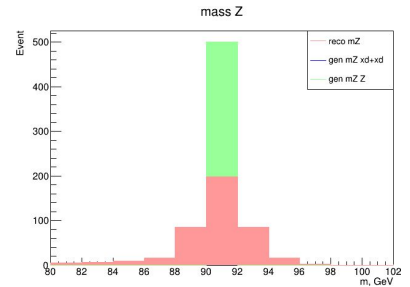
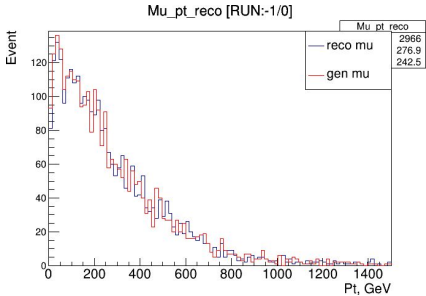
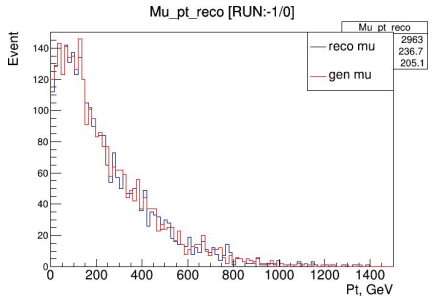
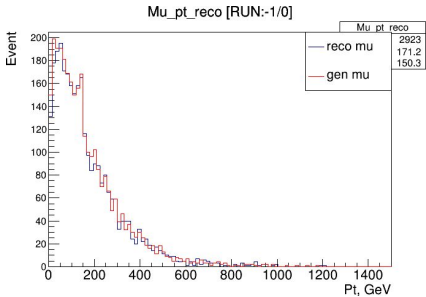
- Processed on lxplus
- Environment: CMSSW
- (CMSSW.10.2.0) Generator:
- MadGraph5MC@NLO.2.9.2 Pythia 6
- Process: $p p \rightarrow z \chi \chi$ [QCD]
- Process page link: <http://feynrules.irmp.ucl.ac.be/wiki/DMGISM0>
- GEN + SIM \rightarrow DIGI \rightarrow L1 \rightarrow DIGI2RAW \rightarrow RAW2DIGI \rightarrow L1RECO
- \rightarrow RECO \rightarrow MiniAOD

Event selection

- В сигнальной области (SR) требуется, чтобы события имели два ($N_l = 2$) хорошо идентифицированных, изолированных электрона или мюона с одинаковым ароматом и противоположным зарядом (e^+e^- или $\mu^+\mu^-$).
- По крайней мере один электрон или мюон из пары должен иметь
- $p_T > 25$ ГэВ, а второй $p_T > 20$ ГэВ.
Для уменьшения нерезонансного фона инвариантная масса дилептона должна быть в пределах 15 ГэВ от
- Крестной массы требуется, чтобы p_T системы дилептонов $p_T^{\prime\prime}$ было больше 60 ГэВ, чтобы отсечь большую часть фона DY.

Table 1: Summary of the kinematic selections for the signal region.

Quantity	Requirement	Target backgrounds
N_ℓ	=2 with additional lepton veto	WZ, VVV
p_T^ℓ	>25/20 GeV for leading/subleading	Multijet
Dilepton mass	$ m_{\ell\ell} - m_Z < 15 \text{ GeV}$	WW, top quark
Number of jets	≤ 1 jet with $p_T^j > 30 \text{ GeV}$	DY, top quark, VVV
$p_T^{\ell\ell}$	$> 60 \text{ GeV}$	DY
b tagging veto	0 b-tagged jet with $p_T > 30 \text{ GeV}$	Top quark, VVV
τ lepton veto	0 τ_h cand. with $p_T^\tau > 18 \text{ GeV}$	WZ
$\Delta\phi(\vec{p}_T^j, \vec{p}_T^{\text{miss}})$	> 0.5 radians	DY, WZ
$\Delta\phi(\vec{p}_T^{\ell\ell}, \vec{p}_T^{\text{miss}})$	> 2.6 radians	DY
$ p_T^{\text{miss}} - p_T^{\ell\ell} /p_T^{\ell\ell}$	< 0.4	DY
$\Delta R_{\ell\ell}$	< 1.8	WW, top quark
p_T^{miss} (all but 2HDM+a)	$> 100 \text{ GeV}$	DY, WW, top quark
p_T^{miss} (2HDM+a only)	$> 80 \text{ GeV}$	DY, WW, top quark
m_T (2HDM+a only)	$> 200 \text{ GeV}$	DY, WW, ZZ, top quark



Заключение:

- Осмыслена постановка задачи
- Освоен генератор MadGraph5 aMC@NLO
- Построена полная цепочка реконструкции событий
- Построен расширенный список кинематических характеристик Применены условия отбора событий

Дальнейшие ближайшие

- шаги Увеличить
- статистику

Оценить соответствующие эффективности отбора
С учетом эффективностей отбора оценить кол-во ожидаемых событий в течении RUN3