

Изучение процессов взаимодействий бозона Хиггса с частицами Стандартной модели с использованием новых методов поиска эффектов вне рамок СМ

Асп.
Науч.руководитель
Науч.консультант

Муфазалова А.О. (гр.А20-111)
Романюк А.С.
Беляев Н.Л.

План презентации

- Цель работы
- Эффективная теория поля
- Метод морфинга
- Промежуточные результаты
- Заключение

Цель работы

- Важной задачей на сегодняшний день является изучение свойств частицы, ассоциированной с бозоном Хиггса.
- Необходимо экспериментально подтвердить, что обнаруженный резонанс является именно бозоном Хиггса Стандартной Модели (СМ), показав таким образом понимание физических принципов теории элементарных частиц.
- Тем не менее, не исключена возможность того, что хиггсовский сектор содержит дополнительные физические состояния, а наблюдаемые в эксперименте свойства бозона Хиггса определяются их суперпозицией

Эффективная теория поля

В общем случае Лагранжиан СМ может быть дополнен новыми операторами:

$$\mathcal{L}_{EFT} = \mathcal{L}_{SM} + \sum_i \frac{c_i^{(5)}}{\Lambda} \mathcal{O}_i^{(5)} + \sum_i \frac{c_i^{(6)}}{\Lambda^2} \mathcal{O}_i^{(6)} + \sum_i \frac{c_i^{(7)}}{\Lambda^3} \mathcal{O}_i^{(7)} + \sum_i \frac{c_i^{(8)}}{\Lambda^4} \mathcal{O}_i^{(8)} + \dots$$

где каждое слагаемое - разложение по базису операторов, составленных из полей СМ. Коэффициенты при операторах - коэффициента Вильсона

Эффективная теория поля (2)

$$\mathcal{L}_{EFT} = \mathcal{L}_{SM} + \sum_i \frac{c_i^{(5)}}{\Lambda} \mathcal{O}_i^{(5)} + \sum_i \frac{c_i^{(6)}}{\Lambda^2} \mathcal{O}_i^{(6)} + \sum_i \frac{c_i^{(7)}}{\Lambda^3} \mathcal{O}_i^{(7)} + \sum_i \frac{c_i^{(8)}}{\Lambda^4} \mathcal{O}_i^{(8)} + \dots$$

при D=6 сохраняется барионное и лептонное число:

$$\mathcal{L}_{EFT} = \mathcal{L}_{SM} + \sum_i \bar{c}_i^{(6)} \mathcal{O}_i^{(6)}.$$

Варшавский базис:

c_{HG} , c_{HGt} , c_{HB} , c_{HWt} , c_{HW} , ...

Коэффициенты Вильсона и операторы, при этом могут быть представлены в различных базисах

Метод морфинга

- Позволяет описать распределение наблюдаемых в зависимости от произвольной конфигурации множества параметров связи бозона Хиггса вне рамок CM

$$T_{\text{out}}(\vec{g}_{\text{target}}) = \sum_i w_i(\vec{g}_{\text{target}}; \vec{g}_i) T_{\text{in}}(\vec{g}_i)$$

$$\vec{c} = (c_{H\tilde{W}}, c_{H\tilde{B}}, c_{H\tilde{W}B},)$$

генерируются в
фиксированных точках
пространства

Промежуточные результаты

Отбор событий

$p^H_T < 200 \text{ GeV}$

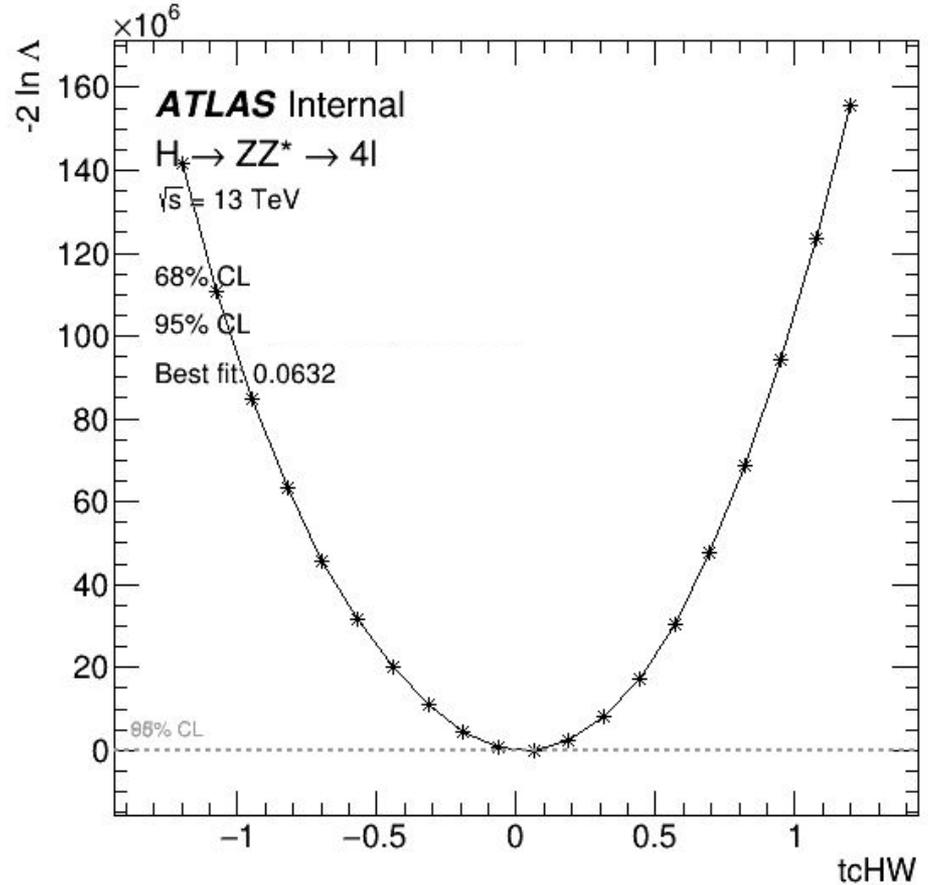
- 0jet - 2 p^H_T bins with a boundary at $p^H_T = 10 \text{ GeV}$ to probe the very low p_T region of Higgs production
- 1 jet - 3 p^H_T bins with boundaries at $p^H_T = 60$ and 120 GeV
- ≥ 2 -jet - low- m_{jj} ($m_{jj} < 350 \text{ GeV}$) and high- m_{jj} ($m_{jj} > 350 \text{ GeV}$) regions

1D сканы

1 bin

incl. category

VBF production

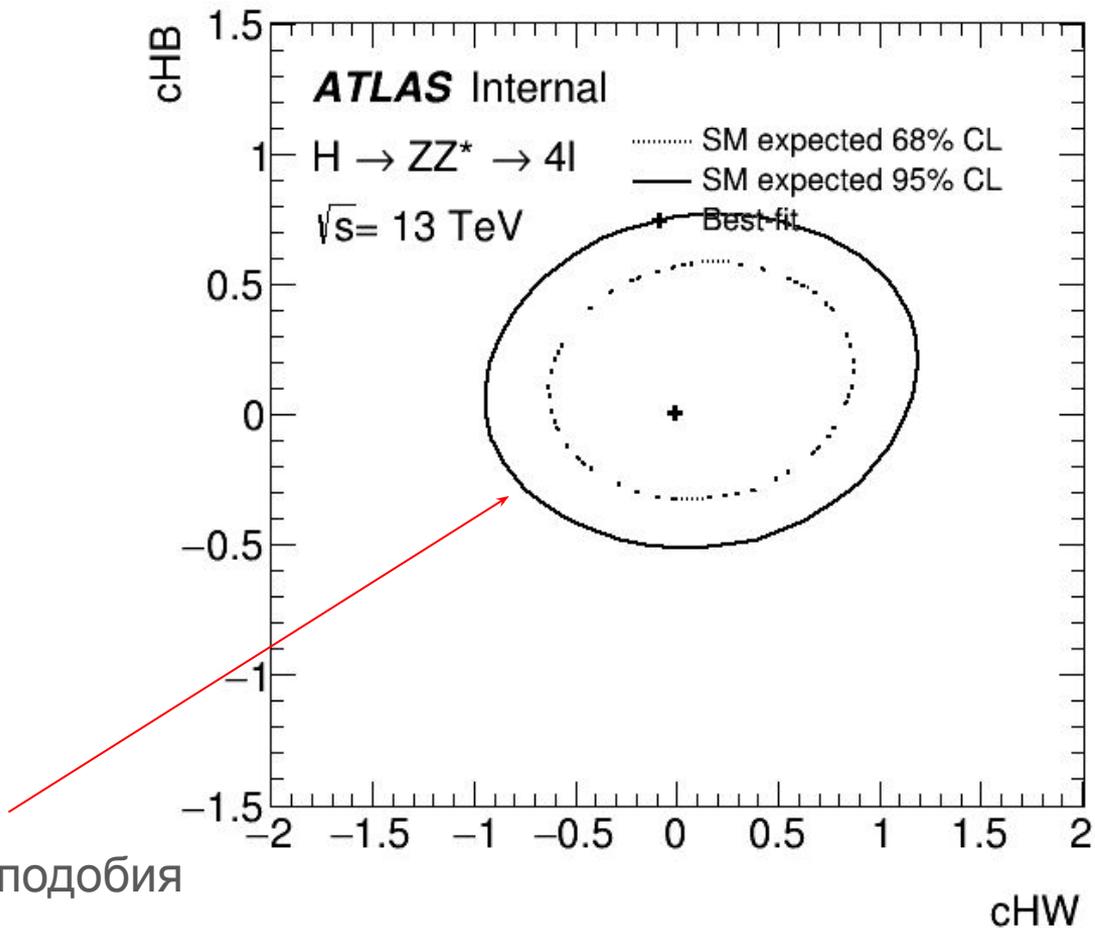


2D сканы

1 bin

STXS. category

VBF production



Профиль функции правдоподобия

Заключение

- Детальное изучение свойств бозона Хиггса требует использования надежных методик поиска эффектов вне рамок СМ. Одной из этих методик является использование эффективной теории поля
- Метод морфинга позволяет получать значения наблюдаемых (таких как сечени процесс) используя производное число констант связи
- Дальнейшее изучение распределений различных коэффициентов Вильсона и оптимизация их фитов в сейсас работе...

Backup slides

Bosonic CP-even		Bosonic CP-odd	
O_H	$\frac{1}{2v^2} [\partial_\mu (H^\dagger H)]^2$		
O_T	$\frac{1}{2v^2} \left(H^\dagger \overleftrightarrow{D}_\mu H \right)^2$		
O_6	$-\frac{\lambda}{v^2} (H^\dagger H)^3$		
O_g	$\frac{g_s^2}{m_W^2} H^\dagger H G_{\mu\nu}^a G_{\mu\nu}^a$	\tilde{O}_g	$\frac{g_s^2}{m_W^2} H^\dagger H \tilde{G}_{\mu\nu}^a G_{\mu\nu}^a$
O_γ	$\frac{g'^2}{m_W^2} H^\dagger H B_{\mu\nu} B_{\mu\nu}$	\tilde{O}_γ	$\frac{g'^2}{m_W^2} H^\dagger H \tilde{B}_{\mu\nu} B_{\mu\nu}$
O_W	$\frac{ig}{2m_W^2} \left(H^\dagger \sigma^i \overleftrightarrow{D}_\mu H \right) D_\nu W_{\mu\nu}^i$		
O_B	$\frac{ig'}{2m_W^2} \left(H^\dagger \overleftrightarrow{D}_\mu H \right) \partial_\nu B_{\mu\nu}$		
O_{HW}	$\frac{ig}{m_W^2} (D_\mu H^\dagger \sigma^i D_\nu H) W_{\mu\nu}^i$	\tilde{O}_{HW}	$\frac{ig}{m_W^2} (D_\mu H^\dagger \sigma^i D_\nu H) \tilde{W}_{\mu\nu}^i$
O_{HB}	$\frac{ig'}{m_W^2} (D_\mu H^\dagger D_\nu H) B_{\mu\nu}$	\tilde{O}_{HB}	$\frac{ig'}{m_W^2} (D_\mu H^\dagger D_\nu H) \tilde{B}_{\mu\nu}$
O_{2W}	$\frac{1}{m_W^2} D_\mu W_{\mu\nu}^i D_\rho W_{\rho\nu}^i$		
O_{2B}	$\frac{1}{m_W^2} \partial_\mu B_{\mu\nu} \partial_\rho B_{\rho\nu}$		
O_{2G}	$\frac{1}{m_W^2} D_\mu G_{\mu\nu}^a D_\rho G_{\rho\nu}^a$		
O_{3W}	$\frac{g^3}{m_W^2} \epsilon^{ijk} W_{\mu\nu}^i W_{\nu\rho}^j W_{\rho\mu}^k$	\tilde{O}_{3W}	$\frac{g^3}{m_W^2} \epsilon^{ijk} \tilde{W}_{\mu\nu}^i W_{\nu\rho}^j W_{\rho\mu}^k$
O_{3G}	$\frac{g_s^3}{m_W^2} f^{abc} G_{\mu\nu}^a G_{\nu\rho}^b G_{\rho\mu}^c$	\tilde{O}_{3G}	$\frac{g_s^3}{m_W^2} f^{abc} \tilde{G}_{\mu\nu}^a G_{\nu\rho}^b G_{\rho\mu}^c$

Table 1: Bosonic $D=6$ operators in the SILH basis.

Программная реализация

```
process_name = VBFggHZZ
```

```
isReco = True  
#isReco = False
```

```
## define samples to create inputs (histograms)  
## samples for morphing are defined later / in run_parameters.py
```

```
#sample_list =  
#sample_list = VBF_SM, VBF_cHW_0p3, VBF_cHW_m0p3, VBF_cHW_0p5, VBF_cHW_m0p5, VBF_cHW_0p8, VBF_cHW_m0p8, ggH_SM, ggH_cHW_1p0, ggH_cHW_m1p0, ggH_cHW_0p5, ggH_c
```

```
# old truth settings:
```

```
#sample_list = VBF_SM, VBF_cHW_3, VBF_cHW_m3, VBF_cHW_0p8, VBF_cHW_m0p8, VBF_cHB_0p5, VBF_cHB_m0p5, VBF_cHB_1p2, VBF_cHB_m1p2, VBF_cHW_3_cHB_1p2, VBF_cHW_3_c
```

```
# reco settings:
```

```
sample_list = VBF_SM, VBF_cHW_0p8, VBF_cHW_m0p8, VBF_cHW_1p5, VBF_cHW_m1p5, VBF_cHW_0p6, VBF_cHB_0p5, VBF_cHB_m0p5, VBF_cHB_1, VBF_cHB_m1, VBF_cHB_m0p8, VBF_
```

```
# reco settings:
```

```
sample_list_for_morphing = VBF_SM, VBF_cHW_1p5, VBF_cHW_m1p5, VBF_cHW_0p8, VBF_cHW_m0p8, VBF_cHB_1, VBF_cHB_m1, VBF_cHB_0p5, VBF_cHB_m0p5, VBF_cHW_1p5_cHB_1$  
sample_list_for_morphing_ggH = ggH_SM, ggH_cHW_1p5, ggH_cHW_m1p5, ggH_cHB_1, ggH_cHW_1p5_cHB_m1, ggH_cHW_m1p5_cHB_1
```

```
#VBF_SM, VBF_cHW_0p3, VBF_cHW_m0p3, VBF_cHW_0p8, VBF_cHW_m0p8
```

```
morph_data_card =
```

```
#data/morph_inputs/vbf_0p3_m0p3_0p8_m0p8.dat
```

```
#sample_list_for_morphing_ggH = ggH_SM, ggH_cHW_1p0, ggH_cHW_m1p0
```

```
#morph_data_card_ggH = data/morph_inputs/ggH_decay_1p0_m1p0.dat
```

```
[HistMorphing]
```

```
# old truth settings:
```

```
#hists_to_morph = VBF_cHW_0p6_cHB_0p15, VBF_cHW_m0p4_cHB_0p25, ggH_cHW_2_cHB_m0p5, ggH_cHW_1_cHB_m0p8, ggH_cHW_m2_cHB_0p5
```

```
# reco settings:
```

```
hists_to_morph = VBF_cHW_0p6, VBF_cHB_m0p8, ggH_cHW_0p6, ggH_cHB_m0p8, VBF_cHW_1_cHB_m0p8, ggH_cHB_m1, ggH_cHW_1_cHB_m0p8, VBF_cHW_0p5, VBF_cHB_0p4, ggH_cHW_$  
#VBF_cHW_0p5, VBF_cHW_m0p5, ggH_cHW_0p3
```

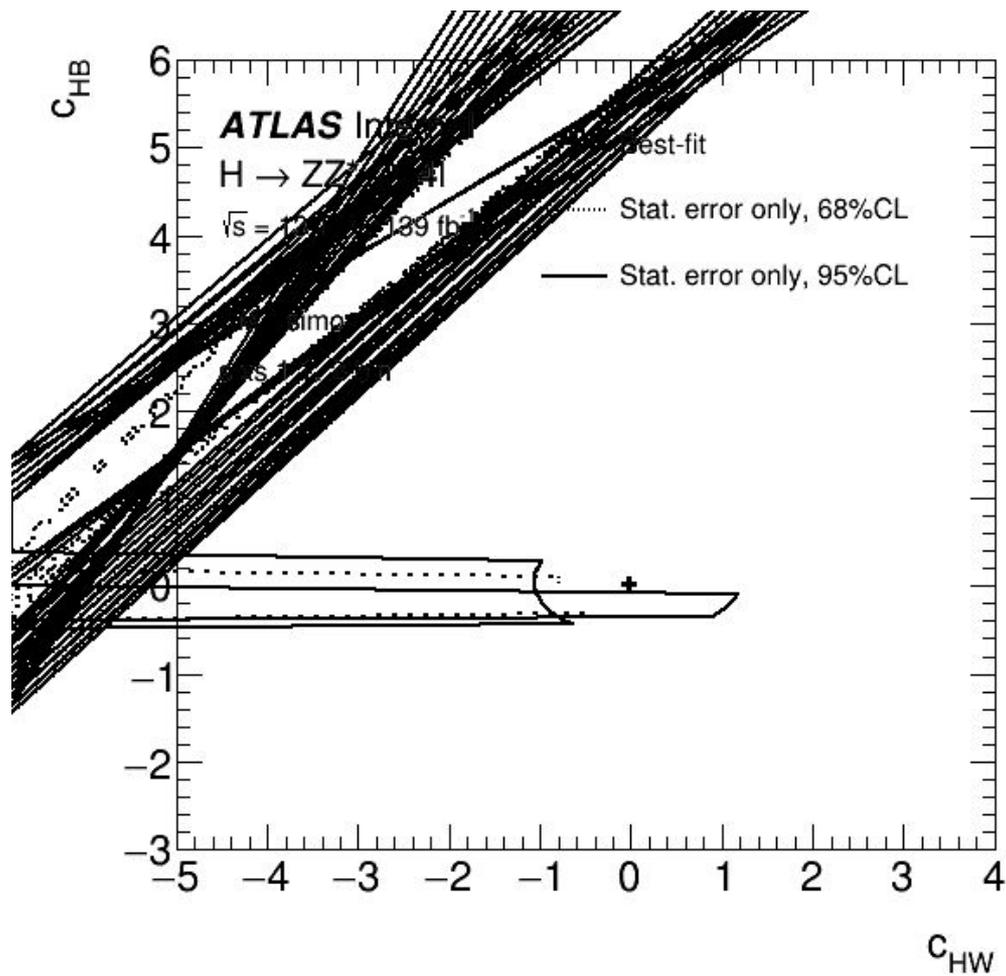
Выбор параметров

```
# require 2 jets?
#hist_name = dijet_deltaphi_fidDres_4lssel
#hist_name = dijet_deltaeta_fidDres_4lssel
# all events
#hist_name = higgs_pt_fidDres_4lssel
#hist_name = higgs_m_fidDres_4lssel
#hist_name = phi_fidDres_truth
#hist_name = phi_fidDres_4lssel
#hist_name = phi_fsr
hist_name = dijet_deltaphi
#hist_name = cth1_fidDres_4lssel
#hist_name = cth1_fsr
#hist_name = cth2_fidDres_4lssel
#hist_name = Z2_m_fidDres_4lssel
#hist_name = pt4l_fsr
#hist_name = mZ2_fsr
#hist_name = mZ1_fsr
##hist_name = cp_obs1
```

Категоризация

```
#categorization_type = incl
#categorization_type = stxs0
#categorization_type = stxs_eft0
#categorization_type = stxs1_1_redu
#categorization_type = stxs1_1_redu_dphijj4
#categorization_type = stxs1_1_redu_mjj
#categorization_type = stxs1_1_redu_pt4l_mjj
#categorization_type = stxs1_1_redu_pt4l_mjj_NN
#categorization_type = 0jet_highpt4l_NN_ggF_hi
#categorization_type = 1jet_highpt4l_NN_ZZ_hi
#categorization_type = 1jet_highpt4l_NN_ZZ_lo
#categorization_type = 1jet_mediumpt4l_NN_ZZ_hi
#categorization_type = 0jet_lowpt4l
#categorization_type = 1jet_highpt4l
#categorization_type = 2jet_highpt4lANDmjjgt120_NN_VBF_lo
#categorization_type = 2jet_lowpt4lORmjjlt120_NN_VBF_lo
#categorization_type = 1jet_highpt4l_NN_ZZ_check
#categorization_type = stxs1_1_redu
#categorization_type = ttH
#categorization_type = jets
categorization_type = 0jet
#categorization_type = 1jet
#categorization_type = 2jet_all
#categorization_type = n2jet
#categorization_type = 2jet_dijet_m
#categorization_type = 2jet_dijet_m_low
#categorization_type = 2jet_dijet_m_high
```

2D сканы 2 бина



pt4l_fsr