



Дьяконов Дмитрий Владимирович

Взаимодействие сголдстино и хиггсовского сектора в суперсимметричном обобщении стандартной модели

Выпускная квалификационная работа бакалавра

Научный руководитель: д.ф.-м.н., член-корр. РАН
Горбунов Дмитрий Сергеевич

Задача

- Получить кубический потенциал взаимодействия сголдстино и хиггсовского сектора в суперсимметричном обобщении стандартной модели.
- Расчитать ширину распада легчайшего хиггса в сголдстино в случае когда сголдстино легкое и ширина распада сголдстино в легчайшего хиггса в случае когда сголдстино тяжелое.

Почему MSSM?

- Кандидат на расширение СМ.
- Локальная суперсимметрия \Rightarrow супергравитая.

Нарушение SUSY

- Нам нужен скрытый сектор, где происходит нарушение SUSY, а затем передается в видимый сектор.
- Хиральное суперполе в скрытом секторе $\Phi = \phi + \sqrt{2}\theta G + F_\phi \theta^2$; где \sqrt{F} масштаб нарушения.

$$\mathcal{L}_{\Phi-MSSM} = \mathcal{L}_{Kahler} + \mathcal{L}_{superpotential} + \mathcal{L}_{\Phi}. \quad (1)$$

$$\mathcal{L}_{Kahler} = \int d^4\theta \sum_k \left(1 - \frac{m_k^2}{F^2} \Phi^\dagger \Phi\right) \Phi_k^\dagger e^{g_1 V_1 + g_2 V_2 + g_3 V_3} \Phi_k. \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \mathcal{L}_{superpotential} = \int d^2\theta \left\{ \epsilon_{ij} \left(\left(\mu - \frac{B}{F} \Phi \right) H_d^i H_u^j + \left(Y_{ab}^L + \frac{A_{ab}^L}{F} \Phi \right) L_a^j E_b^c H_d^i + \right. \right. \\ \left. \left. + \left(Y_{ab}^D + \frac{A_{ab}^D}{F} \Phi \right) Q_a^j D_b^c H_d^i + \left(Y_{ab}^U + \frac{A_{ab}^U}{F} \Phi \right) Q_a^j U_b^c H_u^i \right) + \right. \\ \left. + \frac{1}{4k} \sum_{k=1,3} \left(1 + 2 \frac{M_k}{F} \Phi\right) Tr(W_k^\alpha W_{k\alpha}) \right\} + h.c.. \quad (3) \end{aligned}$$

$$\mathcal{L}_{\Phi} = \int d^4\theta \left(\Phi^\dagger \Phi + K(\Phi^\dagger, \Phi) \right) - \left(\int d^2\theta F \Phi + h.c. \right) \quad (4)$$

Взаимодействия легчайшего хиггса с сголдстино

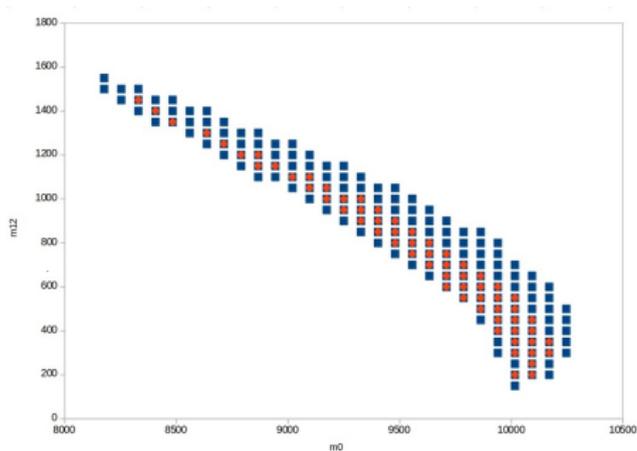
$$sh^2 \left[\frac{\sqrt{2}}{8} \frac{g_1^2 M_1 + g_2^2 M_2}{F} v^2 (\cos(2\beta) \cos(2\alpha) - \sin(2\beta) \sin(2\alpha)) - \right. \\ \left. - 2(\cos^2(\beta) \sin^2(\alpha) + \sin^2(\beta) \cos^2(\alpha)) - \frac{\mu B}{\sqrt{2}F} + \frac{\mu(m_d^2 + m_u^2)}{2\sqrt{2}F} \sin(2\alpha) \right] \quad (5)$$

$$s^2 h \left[- \frac{g_1^2 M_1^2 + g_2^2 M_2^2}{\sqrt{2}F^2} (v_d^2 - v_u^2)(v_d \sin(\alpha) + v_u \cos(\alpha)) - \frac{g_1^2 + g_2^2}{8F^2} \sqrt{2} * \right. \\ * (-v_d \sin(\alpha) (2v_d^2 m_d^2 - v_u^2 (m_d^2 + m_u^2)) + v_u \cos(\alpha) (2v_u^2 m_u^2 - v_d^2 (m_d^2 + m_u^2))) + \\ \left. + \frac{\mu^2}{\sqrt{2}F^2} (-m_u^2 v_d \sin(\alpha) + m_d^2 v_u \cos(\alpha)) + \frac{B^2}{\sqrt{2}F^2} (-v_d \sin(\alpha) + v_u \cos(\alpha)) + \right. \\ \left. + \frac{m_u^4 v_u \cos(\alpha)}{\sqrt{2}F^2} - \frac{m_d^4 v_d \sin(\alpha)}{\sqrt{2}F^2} - \frac{B}{\sqrt{2}F^2} (m_d^2 + m_u^2) (-v_u \sin(\alpha) + v_d \cos(\alpha)) \right] \quad (6)$$

Программа SOFTSUSY

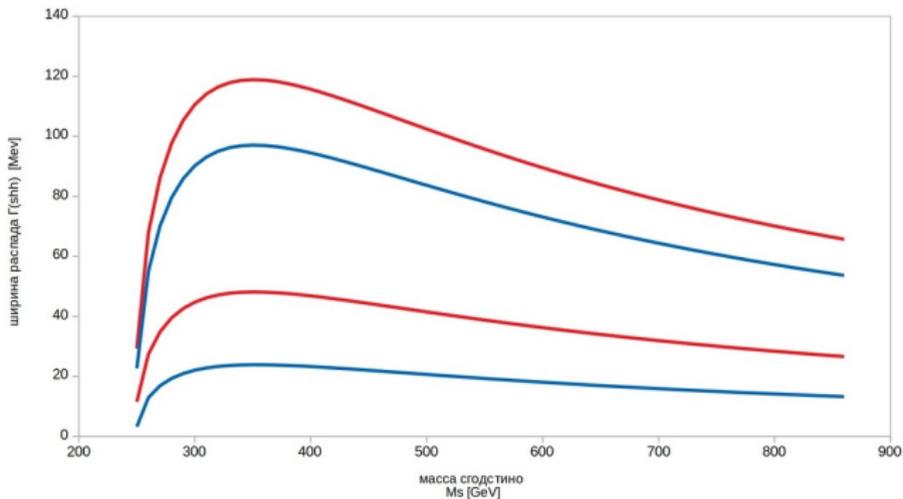
Для расчета спектра суперпартнеров и других параметров используется программа SUSYSOFT 4.1.2

Рассмотрим наиболее простой сценарий, основанный на SUGRA. При этом в MSSM остается пять дополнительных параметра: $m_0, m_{\frac{1}{2}}, A_0, \tan \beta$ и знак μ .



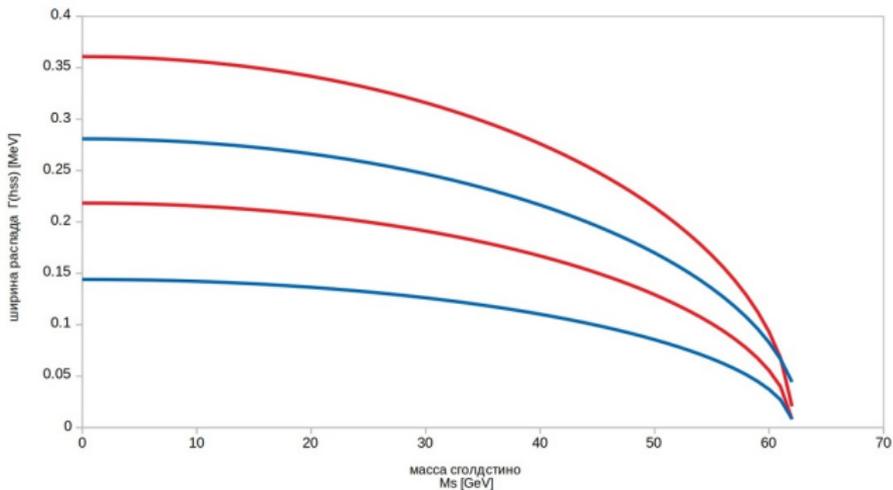
Скан параметров MSSM: $A_0 = 22200$ $\tan \beta = 20$ $sign\mu = -1$ (синий)
 $sign\mu = +1$ (красный)

Ширины распадов



Ширина распада тяжелого сгодстينو в два легчайших хиггса:
 $A_0 = 22200 \tan \beta = 20$ $\text{sign}\mu = -1$ (синий) $\text{sign}\mu = +1$ (красный)

Ширины распадов



Ширины распада легчайшего хиггса в два сголдстино:
 $A_0 = 22200 \tan \beta = 20$ $sign \mu = -1$ (синий) $sign \mu = +1$ (красный)

Заключение

- Вычислены вершины взаимодействия хиггсов и сголдстино.
- Освоена программа SOFTSUSY в которой был проанализирован спектр параметров MSSM.
- Посчитаны ширины распада легчайшего хиггса в сголдстино и наоборот.