

Поиски бозона Хиггса и суперсимметрии на БАК

Артур Семушин

НИЯУ МИФИ

15.12.2021

Базируется на:

1. Статъя D.P. Roy «Higgs and SUSY Searches at LHC» 1998 года,
<https://arxiv.org/pdf/hep-ph/9803421.pdf>;
2. PDG, <https://pdg.lbl.gov/>

Теоретические ограничения на бозон Хиггса СМ

Верхняя граница — граница тривиальности.

$$\text{RGE: } \frac{d\lambda}{d\ln(\mu/M_W)} = \frac{3\lambda^2}{2\pi^2}.$$

$$\text{Полус Ландау: } \Lambda = M_W e^{2\pi^2/3\lambda(M_W)}.$$

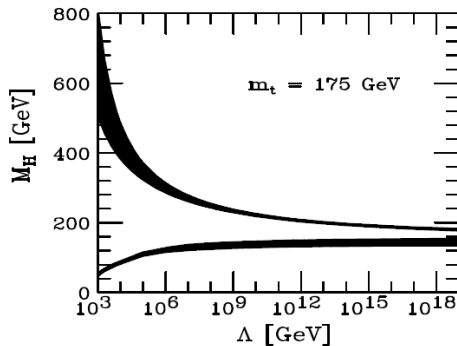
Нижняя граница.

RGE с учетом топ-кварка:

$$\frac{d\lambda}{d\ln(\mu/M_W)} = \frac{3}{2\pi^2}(\lambda^2 + \lambda h_t^2 - h_t^4).$$

λ становится отрицательной при высоких энергиях, чем меньше $\lambda(M_W)$, тем скорее это происходит.

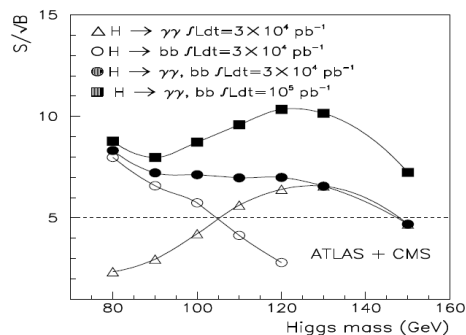
Λ — энергия, при которой происходит изменение знака.



Поиски бозона Хиггса CM

Ожидание.

Косвенная оценка массы из измерений на LEP:
 $M_H = 115^{+116}_{-66}$ ГэВ.



$M_H > 140$ ГэВ $\rightarrow$ наиболее перспективные каналы — WW и ZZ .

Результат.

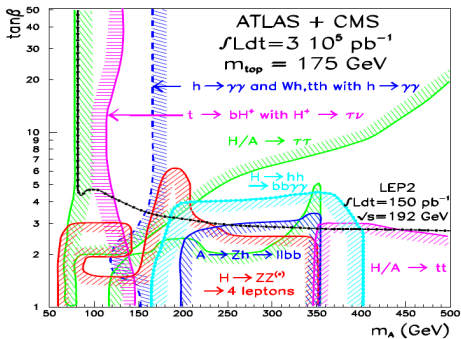
Бозон Хиггса с массой около 125 ГэВ обнаружен в данных run 1.

Впервые значимость 5σ достигнута в комбинации всех каналов распада на неполной статистике (~ 10 фб $^{-1}$).

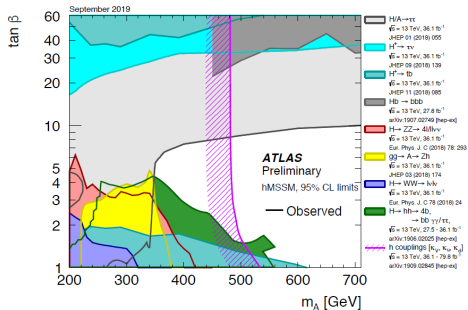
Значимость 10σ достигнута в комбинации каналов ZZ , WW , $\gamma\gamma$ на статистике ~ 25 фб $^{-1}$.

Первый отдельный канал, в котором удалось обнаружить бозон Хиггса — $\gamma\gamma$, ~ 30 фб $^{-1}$ (полная статистика run 1), следующий — WW .

Ожидание.



Свидетельства в пользу существования
отсутствуют.



Ограничения на массы

Все пределы 95% CL.

$\tan \beta$	$M_{A,h}$, ГэВ	$M_{H^\pm}$, ГэВ
10	>389	>181
30	>1157	>390
50	>1496	>1017

MSSM как решение проблемы иерархии

Проблема иерархии: петлевые поправки к M_H от фермионных петель (в частности, кварков и лептонов) приводят к увеличению конечной M_H до предельной энергетической шкалы СМ (ТВО 10^{16} ГэВ или Планк 10^{19} ГэВ). А необходимо иметь $M_H \sim 10^2$ ГэВ.

Решение в SUSY: поправки от фермионных петель компенсируются поправками от суперпартнеров $\rightarrow$ можно поддерживать необходимую M_H .

Накладываемые при этом ограничения:

- (Мягкое) нарушение суперсимметрии: нарушение в массах, но не во взаимодействиях $\rightarrow$ коэффициенты компенсирующих вкладов равны по величине и противоположны по знаку.
- Желаемая $M_H \sim 10^2$ ГэВ $\rightarrow$ нарушение SUSY в массах $\sim 10^2$ ГэВ $\rightarrow$ суперпартнеры частиц СМ (в частности, скварки и слептоны) должны иметь массу $\sim 10^2$ ГэВ, до $\sim 10^3$ ГэВ.

Поиски суперпартнеров

Частица	Ограничение на массу, ГэВ
$\tilde{e}$	107
$\tilde{\mu}$	94
$\tilde{\tau}$	81.9
$\tilde{q}$	1130
$\tilde{b}$	1230
$\tilde{t}$	1190