

Н. В. Красников, В. А. Матвеев

НОВАЯ ФИЗИКА

НА БОЛЬШОМ
АДРОННОМ
КОЛЛАЙДЕРЕ



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Институт ядерных исследований

Н. В. Красников, В. А. Матвеев

НОВАЯ ФИЗИКА НА БОЛЬШОМ АДРОННОМ КОЛЛАЙДЕРЕ



URSS
МОСКВА

Тверской государственный университет



учная библиотека 00246288

Содержание

Введение	8
Глава 1. Стандартная модель	14
1.1. Кварковая модель	14
1.2. Матрица смешивания кварков	15
1.3. Квантовая хромодинамика	16
1.4. Физика адронных струй	20
1.5. Электрослабые сечения	24
1.6. Сечения рождения тяжелых кварков	28
1.7. Лагранжиан электрослабой модели Вайнберга—Салама	29
1.7.1. W - и Z -распады	32
Глава 2. БАК, CMS- и ATLAS-детекторы	34
2.1. БАК	34
2.2. Детекторы CMS и ATLAS	35
2.2.1. Общие требования к детекторам CMS и ATLAS	35
2.2.2. CMS-детектор	36
Глава 3. Классификация способов поиска новой физики на БАКе. Вводные замечания	40
Глава 4. Исследования физики в CM	43
4.1. Электрослабая физика	43
4.1.1. Рождение мюонных пар	44
4.1.2. Определение массы W -бозона	45
4.1.3. Мультибозонное рождение	46
4.2. Физика топ-кварков	46
4.2.1. Одинокое рождение топ-кварков	47
4.2.2. Измерение массы топ-кварка	47
4.3. КХД и физика адронных струй	48
Глава 5. Поиск стандартного бозона Хиггса	50
5.1. Распады бозона Хиггса	50
5.2. Рождение бозона Хиггса на адронных коллайдерах	55

5.3. Поиск бозона Хиггса на LEPe	62
5.4. Поиск бозона Хиггса на Tevatrone	64
5.5. Непрямые ограничения на массу бозона Хиггса	65
5.5.1. Древесная унитарность	65
5.5.2. Ограничения на массу бозона Хиггса из условий вакуумной стабильности и отсутствия полюса Ландау	66
5.5.3. Ограничения на массу бозона Хиггса из электрослабых данных	67
5.6. Основные реакции, используемые для поиска бозона Хиггса на БАКе	68
5.6.1. $H \rightarrow \gamma\gamma$	68
5.6.2. $H \rightarrow ZZ^* \rightarrow 4l$	68
5.6.3. $H \rightarrow WW^* \rightarrow 2l2\nu$	70
5.6.4. $qqH \rightarrow qqWW^* \rightarrow qq l^\pm \nu jj$	71
5.6.5. $qqH \rightarrow qq\tau\tau$	72
5.6.6. $qq \rightarrow qqH \rightarrow qq\gamma\gamma$	73
5.6.7. Ассоциированное рождение $pp \rightarrow WH \rightarrow W\gamma\gamma$, $ZH \rightarrow Z\gamma\gamma$. .	73
5.6.8. $pp \rightarrow WH \rightarrow WWW^* \rightarrow lll + X$	74
5.6.9. $pp \rightarrow t\bar{t}H \rightarrow t\bar{t}b\bar{b}$	74
5.6.10. $H \rightarrow ll\nu\nu$, $H \rightarrow WW \rightarrow l\nu jj$, $H \rightarrow ZZ \rightarrow lljj$	74
5.7. Исследование свойств бозона Хиггса на БАКе	75
Глава 6. Поиск суперсимметрии	78
6.1. Суперсимметричные лагранжианы	78
6.2. Минимальная суперсимметричная стандартная модель	81
6.3. Сечения рождения суперчастиц	92
6.4. Распады суперчастиц	96
6.5. Поиск суперчастиц на БАКе	98
6.5.1. Экспериментальные ограничения на массы суперчастиц	98
6.5.2. Используемые сигнатуры для поиска суперсимметрии на БАКе	98
6.5.3. Инклюзивные сигнатуры	99
6.5.4. Поиск слептонов	104
6.5.5. Поиск прямого рождения $\tilde{\chi}_1^\pm \tilde{\chi}_2^0$ посредством трехлептонной сигнатуры	105
6.5.6. Поиск нарушения флэйворного лептонного числа в распадах слептонов	106
6.5.7. Измерение масс суперчастиц	108

6.5.8. Нарушение суперсимметрии посредством калибровочной передачи взаимодействий	111
6.5.9. Поиски суперсимметрии в случае МССМ с произвольными массами суперчастиц	112
Глава 7. Поиск нестандартных бозонов Хиггса	115
7.1. Поиск тяжелых МССМ бозонов H/A в реакции $pp \rightarrow b\bar{b}H(A) + \dots \rightarrow b\bar{b}\tau\bar{\tau} + \dots$	122
7.2. Поиск нейтральных бозонов Хиггса в распаде $A/H/h \rightarrow \mu^+\mu^-$	123
7.3. Перспективы поиска бозона Хиггса, распадающегося на невидимые моды	127
7.4. Феноменология СМ с дополнительным скалярным полем	129
7.5. Бозон Хиггса с непрерывно распределенной массой	131
7.6. Дополнительные бозоны Хиггса с большими юкавскими константами связей	133
Глава 8. Поиск новой физики помимо СМ и МССМ	135
8.1. Дополнительные размерности	135
8.1.1. Распад массивного гравитона на e^+e^-	140
8.1.2. Распад массивного гравитона на $\mu^+\mu^-$	140
8.1.3. Распад массивного гравитона на два фотона	141
8.2. Дополнительные калибровочные бозоны	145
8.2.1. Невидимые моды распада Z' -бозона как способ получения информации о дополнительных измерениях	148
8.3. Тяжелый W' -бозон	148
8.4. Тяжелое нейтрино в $SU_L(2) \otimes SU_R(2) \otimes U(1)$ -модели	149
8.5. Сголдстино	153
8.6. Скалярные лептокварки	156
8.7. Поиск нейтральных токов с нарушением аромата в распадах топ-кварков	158
8.8. Составность	159
8.9. Двухструйные резонансы и поиск новой физики	163
8.10. Технический цвет	164
8.11. Поиск квазистабильных тяжелых заряженных частиц	165
8.12. Поиск новых кварков	166
8.13. Нарушение R -четности	167
8.14. Z' -модели с непрерывно распределенной массой	168
Заключение	172