

Открытие топ-кварка в 1995 году экспериментами D0 и CDF, проводившихся на ускорительном комплексе Тэватрон (Fermilab), в процессах столкновения протонов и антипротонов экспериментально подтвердило существования трех поколений фундаментальных фермионов Стандартной модели (СМ) - кварков и лептонов. Топ-кварк является самой тяжелой из до сих пор обнаруженных частиц. Его масса равна 173 GeV, а время жизни  $5 \times 10^{-25}$  сек.

В настоящее время в экспериментах ATLAS и CMS, проводимых на Большом адронном коллайдере (БАК), продолжается дальнейшее изучение топ кварка. За время второго периода работы БАК (Run II) в 2015-2018 годах накоплено больше миллиона событий рождения топ-кварков. Таким образом, БАК является фабрикой топ кварков, что позволяет проводить прецизионные исследования его свойств, и, как следствие, параметров СМ, а также заниматься поисками физики за ее пределами (т.н. BSM, Beyond Standard Model). После открытия бозона Хиггса СМ в 2012 году, поиск новой физики является наиболее приоритетной задачей на БАК.

Короткое время жизни топ-кварка приводит к тому, что он не участвует в процессе адронизации, являясь «токовым» кварком. Таким образом, процессы КХД динамики не влияют на его кинематику. Это позволяет использовать топ-кварк как объект для проверки пертурбативных КХД расчетов.

Кварки и глюоны в начальном состоянии в протоне не поляризованы, соответственно и пары рождающихся в протонных столкновениях топ-кварков и антикварков тоже не поляризованы, но коррелируют между собой. Информация о спинах пары топ- и антитоп-кварков содержится в спиновой матрице плотности, которая состоит из нескольких коэффициентов: одного спин независимого коэффициента, который определяет сечение, трех коэффициентов поляризации топ-кварка, трех коэффициентов поляризации антитоп-кварка и 9 коэффициентов корреляции спинов. Таким образом, 15 коэффициентов несут полную информацию о спинах пар топ- и антитоп-кварков.

Различные новые физические явления, которые предсказываются расширениями СМ, такими как суперсимметрия SUSY или двухдублетная модель бозона Хиггса (2HDM), могут изменить поляризацию и корреляцию спинов пар топ- и антитоп-кварков из-за возникающих альтернативных механизмов их рождения. Одним из таких механизмов может быть, например, рождение суперсимметричных партнеров топ-кварка (антитоп-кварков) – стоп-скварка (антистоп-скварка) с последующим распадом на топ-кварк (антитоп-кварк) и нейтрино. Так как спин стоп-скварка равен нулю, то и угловое распределение продуктов распада также будет отличаться. В минимальном суперсимметричном расширении СМ (MSSM) предсказывается распад топ-кварка на новый заряженный бозон Хиггса с последующим его распадом в лептон и нейтрино, что также приводит к модификации спиновых корреляций.

Таким образом, изучение свойств топ-кварка предоставляет возможность проверить существования «новой физики» на масштабе нескольких ТэВ или выше.

Более подробно смотрите в ссылках на семинары:

[TOP spin seminar v1 fin.pdf](#) и [solovyev top quark.pdf](#)