

## ОТЗЫВ

Официального оппонента С. В. Сомова

на диссертацию Разумова Ивана Александровича «Прецизионное измерение массы топ-кварка в эксперименте D0», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.23 - физика высоких энергий.

Диссертационная работа посвящена измерению массы топ-кварка ( $t$ ) в распаде пары  $t\bar{t}$  по полулептонному каналу. Самый тяжелый и последний из предсказываемых Стандартной моделью (СМ) кварк был открыт на Тэватроне лаборатории имени Ферми в 1995 году. Наблюдение  $t$ -кварка на установках D0 и CDF явилось кульминацией долгих интенсивных исследований начавшихся с открытия тау лептона и  $b$ -кварка. Открытие этих частиц послужило подтверждением существования третьего поколения элементарных частиц ранее предсказанного Кабиббо, Кобаяши и Маскава для объяснения нарушения CP симметрии в рамках СМ.

Один из сильнейших экспериментальных аргументов в пользу существования  $t$ -кварка следовал из измеренной ширины распада ( $\Gamma$ )  $Z^0 \rightarrow b\bar{b} \rightarrow 2\text{jets}$ , находящейся в прекрасном согласии с предсказаниями СМ.

Поскольку  $t$ -кварк не образует связанных состояний, его массу получают непосредственно из эксперимента. Измерение массы W-бозона и  $t$ -кварка дает информацию о массе бозона Хиггса, но даже по современным данным точность в определении массы  $t$ -кварка по крайней мере на порядок хуже чем массы W- бозона.

Измерение массы  $t$ -кварка с высокой точностью составляет основную цель диссертационной работы. Из известных элементарных частиц  $t$ -кварк наиболее сильно взаимодействует со скалярным полем Хиггса. Большая масса  $t$ -кварка, соответствующая безразмерной константе связи с полем Хиггса, равной единице, позволяет предположить особую его роль в

нарушении электрослабой симметрии. Значение массы  $t$ -кварка используется также для проверки самосогласованности СМ и для получения ограничений на параметры расширений СМ. Таким образом, актуальность и научная значимость диссертации И. А. Разумова не вызывают сомнений.

Существующая точность в определении массы  $t$ -кварка определяется в основном систематическими погрешностями, наибольший вклад в которые дают неопределенность в калибровке энергии струй и моделирование образования  $t\bar{t}$ - пары.

Новизна выполненной диссертантом работы состоит в том, что на основе детального анализа систематических погрешностей, за счет улучшенной калибровки детектора и применения последних результатов в области моделирования процессов образования и распада  $t\bar{t}$ - пары удалось существенно уменьшить систематическую ошибку. Кроме того, увеличение количества обработанных событий привело к уменьшению статистической составляющей ошибки.

Диссертация состоит из введения, трех глав и заключения.

**В введении** сформулирована цель работы, обоснована ее новизна и актуальность.

**В первой главе** приведено описание установка D0, представлены ее основные характеристики, описана триггерная система эксперимента.

**Вторая глава** содержит краткий обзор физики топ-кварка, описание данных, использованных в диссертации и методов их анализа.

В этой главе рассмотрены источники систематических погрешностей измеряемой величины и оценены величины этих погрешностей, в частности, от процессов излучения в начальном и конечном состояниях. Здесь следует отметить, что диссертанту удалось в три раза уменьшить вклад в систематическую погрешность от процессов излучения.

В результате проведенного диссертантом исследования способов ускорения численного интегрирования методом Монте-Карло удалось на два

порядка увеличить скорость вычисления, что дало возможность использовать выборки большего объема и, в конечном счете, уменьшить величины соответствующих систематических ошибок.

**В третьей главе** приведены результаты измерения массы топ-кварка и проведено сравнение полученного результата с предыдущим измерением на установке D0 и со средним значением, полученным в экспериментах на Тэватроне (установки D0 CDF) и на LHC (установки ATLAS и CMS).

Полученный диссертантом результат по точности превосходит результат каждого из этих экспериментов. Точность в определении массы топ-кварка по результатам всех экспериментов не выше полученной диссертантом. Таким образом, название диссертации «Прецизионное измерение массы топ-кварка в эксперименте D0» полностью оправдано.

**В Заключении** перечислены основные результаты диссертационной работы, отмечено, что диссертант принимал участие на всех стадиях эксперимента от набора статистики до анализа и обработки экспериментальных данных.

К замечаниям, не влияющим на высокую оценку выполненной работы, следует отнести:

1. Поскольку выполненная работа имеет большое практическое значение и ее результаты могут быть использованы при обработке данных других экспериментов, следовало более детально описать анализ систематических погрешностей.

2. В первой главе приведено описание установка D0 и представлены ее основные характеристики. В эту главу, возможно, стоило бы перенести описание стандартной модели и процедуру отбора событий (§§ 2.1 и 2.3).

Диссертация представляет собой завершенное на высоком уровне научное исследование.

Основные результаты диссертации опубликованы в реферируемых журналах.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Диссертация отвечает требованиям ВАК к диссертационным работам, представляемым на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор Разумов Иван Александрович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.23 - физика высоких энергий.

Кандидат физико-математических наук

*Сомов* С.В. Сомов

Сергей Всеволодович Сомов

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Доцент кафедры «Экспериментальной ядерной физики и космофизики»

Тел. 8(495)3626665

s.v.somov@mail.ru

21 августа 2014г

Подпись удостоверяю  
Заместитель начальника отдела  
документационного обеспечения  
НИЯУ МИФИ



*М.А. Дроздова Н.О.)*