

СТЕНОГРАММА

Заседания № 14-08 диссертационного совета Д 720.001.02
на базе международной межправительственной организации
Объединенный институт ядерных исследований
от 20 ноября 2014 г.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ диссертационного совета – доктор физико-математических наук, профессор Малахов Александр Иванович.

УЧЁНЫЙ СЕКРЕТАРЬ диссертационного совета – кандидат физико-математических наук Арефьев Валентин Александрович.

На заседании присутствовали члены диссертационного совета:

Специальность 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики, физико-математические науки:

Водопьянов Александр Сергеевич	- доктор физико-математических наук
Глаголев Виктор Викторович	- доктор физико-математических наук
Мелкумов Георгий Левонович	- доктор физико-математических наук
Никитин Владимир Алексеевич	- доктор физико-математических наук
Таратин Александр Михайлович	- доктор физико-математических наук
Тяпкин Игорь Алексеевич	- доктор физико-математических наук
Арефьев Валентин Александрович	- кандидат физико-математических наук.

Специальность 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики, технические науки:

Басиладзе Сергей Геннадьевич	- доктор технических наук
Заневский Юрий Вацлавович	- доктор технических наук
Матюшин Валентин Тарасович	- доктор физико-математических наук
Романов Юрий Иванович	- доктор технических наук
Смирнов Виталий Анатольевич	- доктор технических наук
Тимошенко Геннадий Николаевич	- доктор физико-математических наук.

Специальность 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц, физико-математические науки:

Батюня Борис Владимирович	- доктор физико-математических наук
Кекелидзе Владимир Димитриевич	- доктор физико-математических наук
Малахов Александр Иванович	- доктор физико-математических наук
Панебратцев Юрий Анатольевич	- доктор физико-математических наук
Строковский Евгений Афанасьевич	- доктор физико-математических наук.

Специальность 01.04.20 – физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника, технические науки:

Агапов Николай Николаевич	- доктор технических наук
Донец Евгений Денисович	- доктор физико-математических наук
Зайцев Лев Николаевич	- доктор технических наук
Коваленко Александр Дмитриевич	- доктор физико-математических наук
Пархомчук Василий Васильевич	- доктор физико-математических наук

Ширков Григорий Дмитриевич - доктор физико-математических наук.

Малахов А. И.: У нас присутствуют 24 члена совета при минимуме 21. Кворум есть. По специальности - пять докторов. Так что тут все в порядке. Поэтому мы имеем право открыть заседание совета, что я и делаю. Объявляю защиту диссертации Горбуновым Ильей Николаевичем на тему «Измерение асимметрии «вперед-назад» в процессах рождения мюонных пар при столкновении протонов в эксперименте CMS на LHC» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц. На заседании присутствует официальный оппонент кандидат физико-математических наук Булеков Олег Владимирович. Второй официальный оппонент доктор физико-математических наук Образцов Владимир Федорович отсутствует по уважительной причине, его положительный отзыв имеется. Предоставляю слово для зачитывания материалов для проведения совета ученому секретарю.

Арефьев В. А.: В диссертационный совет поступило заявление от Ильи Николаевича Горбунова следующего содержания: Прошу принять к рассмотрению и защите мою диссертацию на тему «Измерение асимметрии «вперед-назад» в процессах рождения мюонных пар при столкновении протонов в эксперименте CMS на LHC» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц. Защита работы проводится впервые.

Назначенная комиссия совета в составе докторов Строковского и Панебратцева и кандидата наук Арефьева рассмотрела диссертацию и дала предварительное заключение, в котором она рекомендует принять диссертацию к защите. Диссертация к защите была принята 24 июля 2014 года.

Горбунов Илья Николаевич 29 октября 1987 года родился в городе Протвино, Серпуховский район Московской области, гражданство – Российская Федерация, образование высшее. В 2004 году поступил и в 2010 году закончил физический факультет Московского государственного университета имени Ломоносова по специальности физика атомного ядра и элементарных частиц. Имеется в деле копия диплома об окончании Московского государственного университета. Владеет свободно английским языком, по китайски читает и может объясняться, ученой степени и звания не имеет. Имеет более 150 печатных работ.. С 2010 года работает в должности младшего научного сотрудника в Объединенном институте ядерных исследований. В 2013 году закончил аспирантуру в Учебно-научном центре Объединенного института ядерных исследований, многократно направлялся в служебные командировки, с заданиями справлялся успешно. Листок заверен и отделом кадров ОИЯИ.

Следующий документ – удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц. Сдано: физика атомного ядра и элементарных частиц - отлично, английский язык - отлично, история и философия науки - хорошо.

В деле имеются: отзыв научного руководителя, заключение Объединенного института ядерных исследований, как организации, где была выполнена диссертация, официальный отзыв ведущей организации – Московского государственного университета имени Ломоносова, дополнительный отзыв от сотрудничества институтов России и стран участниц ОИЯИ в эксперименте Компактный мюонный соленоид, отзывы официальных оппонентов – доктора

физико-математических наук, члена корреспондента РАН Образцова В. Ф. и кандидата физико-математических наук, доцента Булекова О. В. Все соответствует требованиям к документам, которые должны быть представлены к защите на соискание степени кандидата наук.

Малахов А. И.: Спасибо, Валентин Александрович. Какие-то вопросы есть по этому? Нет. Хорошо. Предоставляется слово Илье Николаевичу. Пожалуйста.

Горбунов И. Н.: Здравствуйте. Уважаемый председатель диссертационного совета, уважаемый секретарь, члены диссертационного совета и все присутствующие!

Мой доклад по материалам диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16. - физика атомного ядра и элементарных частиц посвящен измерению асимметрии «вперед-назад» в процессах рождения мюонных пар при столкновении протонов в эксперименте CMS на LHC. Научный руководитель – Шматов, оппоненты – Булеков и Образцов, ведущая организация – МГУ.

Процессы Дрелла-Яна хорошо известны в физике высоких энергий и описываются простой диаграммой кварк антикварковой аннигиляции с обменом промежуточными гамма и Z бозонами и двумя лептонами в конечном состоянии.

Аксиал-векторная структура слабых токов в этих процессах приводит к нарушению P четности, что выражается в асимметрии вылета мюона определенного знака «вперед-назад».

Для процесса Дрелла-Яна дифференциальное сечение по косинусу тета можно записать в следующем виде (показывает формулу), где тета это угол между отрицательно заряженным мюоном и кварком в системе покоя пары мюонов.

Величина асимметрии определяется слагаемым содержащим косинус тета.

На картинке показана зависимость числа событий от косинуса тета для мюонов с поперечным импульсом более 20 ГэВ, псевдобыстротой менее 2,4, инвариантной массой мюонной пары более 200 ГэВ и быстротой от 0,48 до 1,44. Черными точками показаны экспериментальные данные, красными точками показаны результаты Монте-Карло (МК) моделирования. События находящиеся справа от нуля называются событиями «вперед», сокращенно это будет обозначаться английской буквой F, а события находящиеся слева от нуля это события «назад» (B). Как видно из картинке, это распределение асимметрично, что показывает наличие асимметрии «вперед-назад» (A_{FB}).

Возможное отличие асимметрии от предсказаний стандартной модели (SM) может указывать на существование процессов за рамками SM. На рисунке сверху показана зависимость асимметрии от инвариантной массы пары мюонов для различных теоретических моделей предсказывающих существование новых нейтральных калибровочных бозонов с массой 1 ТэВ. Эти распределения различаются для различных теоретических моделей. Также отклонения от стандартной модели могут указывать на существование внутренней структуры кварков и лептонов, суперсимметрии и дополнительных измерений.

Измерение асимметрии также позволяет произвести выбор между различными теоретическими сценариями, наложить ограничения на функции распределения партонов и измерить значение слабого угла смешивания в Z полюсе.

Предыдущие измерения выполнены на Тэватроне. Эти измерения показаны на картинке снизу. Выполнены в интервале инвариантных масс пары электронов от 40 до 600 ГэВ. Никаких отклонений от предсказаний SM обнаружено не было и

в данный момент представляется интересным расширить область инвариантных масс в которых производится измерение, что и определяет цель работы, которая заключается в измерение асимметрии вылета мюона по направлению «вперед-назад» в процессах Дрелла-Яна при столкновении протонов в эксперименте CMS на LHC и развитии методов измерения асимметрии и коррекции данных в условиях протон протонных столкновений.

Результаты работы основаны на данных, полученных экспериментом CMS в столкновениях пучков протонов при 7 и 8 ТэВ на статистике, соответствующей интегральной светимости 5,6 и 19,6 фбн⁻¹.

Научная новизна и практическая ценность заключается в том, что впервые было проведено измерение асимметрии вылета мюона по направлению «вперед-назад» в диапазоне инвариантных масс пары мюонов от 40 до 2000 ГэВ и быстрот менее 2,4, данные получены при рекордных значениях энергий сталкивающихся протонов и светимости в совершенно новой области инвариантных масс мюонной пары, результаты анализа позволили проверить предсказания SM в новой области энергий, разработаны и реализованы критерии отбора мюонных пар в широкой области инвариантных масс, которые могут быть использованы для изучения характеристик процессов Дрелла-Яна (ДЯ), разработана методика извлечения значений асимметрии из данных в условиях протон протонных столкновений и методы коррекции систематических эффектов, которые будут использованы при обработке и анализе данных сеансов LHC при высокой светимости и потенциально для экспериментов на других ускорителях, результаты измерения асимметрии позволили определить значение угла слабого смешивания.

Автор защищает: результаты измерения значений асимметрии A_{FB} в процессах ДЯ в зависимости от инвариантной массы в диапазоне от 40 до 2000 ГэВ, результаты измерения значений асимметрии A_{FB} в зависимости от быстроты пары мюонов в диапазоне $|Y| < 2,4$, методику и программное обеспечение для извлечения значения асимметрии из данных в условиях протон протонных столкновений, методы коррекции систематических эффектов (конечного разрешения детекторов, излучения в конечном состоянии, акцептанса, эффективности и ошибок моделирования), результаты оценки фоновых процессов в рамках SM с помощью моделирования методом Монте-Карло и анализа экспериментальных данных. Я перехожу к содержанию работы.

На слайде показан общий вид установки CMS и ее импульсное разрешение при различных значениях поперечного импульса.

Для уменьшения неопределенности, связанной с поперечным импульсом кварков применялась система координат Коллинса-Сопера. Это система покоя пары мюонов, в которой ось Z делит пополам угол между импульсом кварка и обратным импульсом антикварка, тета это угол между импульсом отрицательно заряженного мюона и осью Z.

В протон протонных коллайдерах направление движения кварка не известно, однако направлением движения (буста) пары мюонов можно ассоциировать с направлением движения кварка, так как, в среднем, кварк валентный и несет больший импульс чем морской антикварк.

Однако, при таком выборе направления движения кварка возможна ошибка. Здесь, на картинке, показана зависимость вероятности ошибиться в выборе направления движения кварка от быстроты пары мюонов. Эта вероятность максимальна при малых значениях быстрот и достигает почти одной второй и минимальна при больших значениях быстрот.

Для анализа были использованы данные, полученные экспериментом CMS в столкновениях пучков протонов при 7 и 8 ТэВ на статистике 5,6 и 19,6 фбн⁻¹, что составляет более 100 миллионов событий. Сигнальный Z, γ в два мюона и фоновый Z, γ в два электрона и $t\bar{t}$ процессы моделировались с помощью генератора POWHEG в первом порядке теории возмущений. Партонные ливни моделировались PYTHIA с NLO функциями распределения партонов STEQ10. Моделирование процессов рождения струй в KХД и WW, WZ, ZZ проводилось с помощью PYTHIA. POWHEG и TAUOLA использовались для моделирования распадов $t\bar{t}$, одиночного t-кварка, tW . MadGraph использовался для моделирования W плюс струи. Всего было обработано более 50 миллионов Монте-Карло событий.

В анализе использовались следующие критерии отбора. Основные это кинематические: псевдобыстрота менее 2,4 и поперечный импульс более 20 ГэВ. Из всего набора данных было отобрано более 8 миллионов событий.

Для извлечения фона из данных было использовано три метода оценки фона, которые условно можно разделить на два типа. Это методы основанные на МК моделировании электрослабых фонов, таких как WZ, ZZ и W инклюзивных процессов, и методы основанные на использовании данных. Это ϵ_j метод, где величина фона вычисляется как отношение числа ϵ_j и μ_j пар в МК умноженное на число ϵ_j пар в данных. Этот метод используется для оценки следующих источников фона: $t\bar{t}$, WW, $t\bar{t}$, одиночный t, одиночный W и W+Jets. И метод пар мюонов одного знака, который сходен с ϵ_j методом, но полагается на точность предсказания отношения числа пар противоположно заряженных мюонов к числу одинаково заряженных пар мюонов в МК. Используется для оценки вклада фона двойных струй KХД.

На левом рисунке показана зависимость числа фоновых событий от инвариантной массы пары мюонов. Красными точками обозначена оценка фона на основе данных, а гистограммами показана оценка фона на основе МК. На правом рисунке показана зависимость числа фоновых событий от косинуса тета. Аналогично показаны значения, полученные на основе данных и на основе МК. Оценки фона из экспериментальных данных и МК находятся в хорошем согласии.

На слайде показана зависимость числа событий от инвариантной массы пары мюонов. Черными точками показаны экспериментальные данные, желтая гистограмма – сигнал и остальные гистограммы это вклады различных фоновых процессов. Экспериментальные данные и предсказания SM находятся в хорошем согласии.

Были протестированы и реализованы в программном коде четыре метода измерения асимметрии. Это: метод подсчета событий, который заключается в простом подсчете событий с косинусом тета больше и меньше нуля и построением отношения их разницы к сумме, метод фитирования распределения косинуса тета, в котором распределение по косинусу тета аппроксимируется следующей функцией, из которой можно извлечь параметр асимметрии, метод максимального правдоподобия, где минимизируется следующей функционал и метод взвешивания угловых распределений, в котором используются весовые коэффициенты, зависящие от быстроты и косинуса тета.

На данном рисунке показано сравнение методов аппроксимации, простого подсчета событий и взвешивания угловых коэффициентов. Показана зависимость асимметрии от инвариантной массы пары мюонов. Результаты приведены на уровне генератора в интервале быстрот от 1 до 1,25. Все методы имеют свои

недостатки и преимущества: распределения по косинусу тета сильно искажены из-за аксептанса, методы максимального правдоподобия и взвешивания угловых распределений требуют большой статистики, а также возникает проблема с учетом фона и систематик. Основные выводы работы основываются на методе подсчета событий.

При восстановлении асимметрии важно учитывать следующие систематические эффекты: ошибки в моделировании, эффективность реконструкции и триггера, ошибки калибровки, извлечение фона, излучение в конечном состоянии, конечное разрешение детекторов, аксептанс и множественность первичных вершин. Для корректного восстановления асимметрии необходимы коррекции на данные эффекты. Все они были скорректированы в работе.

Здесь показаны матрицы отклика, которые учитывают влияние конечного разрешения детекторов, излучения в конечном состоянии и аксептанса, которые используются в процедуре коррекции данных эффектов – unfolding в различных интервалах по быстройте. Эти матрицы сопоставляют реконструированные события со сгенерированными. Первые 14 бинов представляют события в направлении назад, вторые 14 бинов представляют события вперед. Была изучена следующая систематика: множественности первичных вершин, эффективности коррекции импульса мюонов, фона, излучения в конечном состоянии, функций распределения партонов на примере NNPDF, CTEQ10 и CTEQ10 с различными значениями альфа с и unfolding коррекции. На картинке показаны систематические ошибки в зависимости от инвариантной массы для данных.

На слайде показана зависимость асимметрии от инвариантной массы пары мюонов при 7 ТэВ и разница между значениями в данных и МК нормированная на сигму (под рисунком). Измерения произведены на статистике 5 фбн^{-1} при 7 ТэВ в различных интервалах по быстройте и инвариантной массе. Предсказания стандартной модели и экспериментальные данные находятся в хорошем согласии в пределах двух сигма.

Здесь показаны аналогичные результаты при 8 ТэВ для мюонов в различных интервалах по быстройте. Черными треугольниками показаны данные, синими крестами МК. Коридором показаны статистические и систематические ошибки измерения. Внизу показана разница между данными и МК нормированная на сигма. Измеренная и теоретически предсказанная асимметрия находится в хорошем согласии в пределах одной сигмы.

Выводы работы. Впервые измерены значения асимметрии «вперед-назад» в процессах рождения пар мюонов в зависимости от инвариантной массы в диапазоне инвариантных масс от 40 до 2000 ГэВ. Результаты измерения на пучках сталкивающихся протонов при 7 и 8 ТэВ в системе центра масс хорошо согласуются друг с другом и в пределах погрешностей совпадают с предсказаниями СМ. Впервые измерены значения асимметрии «вперед-назад» в зависимости от быстройты пары мюонов в диапазоне менее 2,4. Результаты измерения в пределах погрешностей совпадают с предсказаниями СМ. Разработана методика и создано программное обеспечение для извлечения значения асимметрии «вперед-назад» из экспериментальных данных в условиях протон-протонных столкновений, основанные на различных способах восстановления асимметрии: аппроксимация угловых распределений, метод максимального правдоподобия, взвешивание угловых распределений и метод подсчета событий. Исследованы различные методы коррекции систематических

эффектов: влияние эффектов конечного разрешения детекторов, излучения в конечном состоянии, аксептанса, эффективности и ошибок моделирования. Создано программное обеспечение для коррекции этих эффектов. Проведена оценка фоновых процессов в рамках стандартной модели с помощью моделирования методом Монте-Карло и анализа экспериментальных данных.

Результаты вошли в 6 публикаций, 4 из списка ВАК. На слайде показан список выступлений и продолжение списка выступлений. В заключении мне хотелось бы выразить благодарности всем, тем кто способствовал выходу в свет моей диссертации. В первую очередь, это мой научный руководитель Шматов. Я благодарю его за постановку темы диссертации и общее руководство моей работой. Хотелось бы выразить благодарность научным руководителям темы CMS профессору Голутвину и Зарубину за создание творческой атмосферы в коллективе, благоприятных условий и внимание к моей работе. Также хотелось бы выразить свою признательность руководству ЛФВЭ ОИЯИ за создание необходимых условий для работы. Также хотелось бы выразить благодарность Ланеву, Шульге, Каменеву и Белотелову за постоянное внимание к моей работе, методическую и теоретическую помощь. Наконец, я благодарен своим родным за то, что они всячески меня поддерживали все время работы над диссертацией.

Спасибо за внимание.

Малахов А. И.: Спасибо. Пожалуйста, вопросы к докладчику.

Пархомчук В.В.: При одинаковых протонах нет понятия вперед и назад. Такие эксперименты проводились на Тэватроне, и не надо было использовать дополнительное условие для определения понятия вперед и назад. Была ли там асимметрия прямая такая выявлена?

Горбунов И. Н.: Да, на Тэватроне никаких проблем нет с предписанием направления движения кварка. Поэтому, распределение более резкое и выходит на предсказанные значения. В случае протон-протонных коллайдеров существует такая ошибка, она зависит от быстроты пары мюонов поэтому было использовано разбиение на различные интервалы по быстротам. Значения асимметрии замазаны при малых быстротах, однако, при больших быстротах эти значения более корректны. Здесь показана зависимость среднего косинуса тета от быстроты мюонной пары для пар мюонов с инвариантной массой более 200 ГэВ, где должна быть максимальная асимметрия. Видно, что при малых быстротах это значение заметно меньше, чем в данном интервале, однако, при больших быстротах начинает оказывать влияние аксептанс. Поэтому оптимально проводить измерение в промежутке.

Малахов А. И.: Пожалуйста, еще вопросы.

Тяпкин И.А.: Что вы назвали ошибочным моделированием?

Горбунов И. Н.: Моделирование не полностью описывает экспериментальные данные. Всегда есть эффекты, такие как эффективности реконструкции и так далее, которые необходимо скорректировать.

Ситник И.М.: На каком языке программное обеспечение сделано?

Горбунов И. Н.: Это программный пакет CMSSW, ROOT. Это C++.

Малахов А. И.: Так, хотите уточнить?

Тяпкин И.А.: Нет.

Малахов А. И.: Еще какие-нибудь вопросы? Вы отобрали миллион событий, да?

Горбунов И. Н.: Восемь.

Малахов А. И.: Восемь, да. 10 в шестой. Из какого количества?

Горбунов И. Н.: Из более чем ста миллионов событий.

Малахов А. И.: Еще вопросы? Если нет вопросов, то имеет право высказаться научный руководитель, если он этого желает. Сергей Владимирович, пожалуйста.

Шматов С.В.: Я хочу остановиться на нескольких моментах этой работы. Во-первых, нужно отметить, что эта работа традиционно ведется группой ОИЯИ в CMS по программе физики с тяжелыми димюонами. Два мюона в конечном состоянии, которая была инициирована нашей группой в CMS более 10 лет назад, и одним из направлений исследований являлось измерение асимметрии «вперед-назад». Илья Николаевич тогда еще не участвовал с нами в этой работе, но потом он присоединился к нашей группе и результаты успешной реализации этого предложения в эксперименте, уже доведенные до конца мы можем наблюдать. Это результаты первого рана LHC, полученные в 2010-2012 годах. Это может говорить уже о завершении какого-то большого этапа научной программы предложенной нашей группой. Я не буду говорить о большой работе, которая была проделана, о тех методах, которые были разработаны. Мне бы хотелось отметить какой прогресс был достигнут по сравнению с предыдущими ускорителями. Мы видим, что на Тэватроне максимальная энергия, которая была достигнута в области инвариантных масс электронов, это 600 ГэВ то сейчас нам удалось расширить наши знания в процессах Дрелла-Яна до 2 ТэВ. То есть на полтора ТэВ мы с успехом продвинулись. Безусловно, это имеет большое значение для физики высоких энергий по той простой причине, что асимметрия является тонким параметром для чувствительности к новой физике. Еще больше она ценна, если мы найдем какое-то отклонение от SM, то асимметрия позволит нам не только констатировать, что мы нашли какое-то отклонение, но и позволит осуществить выбор между различными теоретическими моделями. Эта работа делает задел на потенциальные будущие эксперименты, которые мы будем проводить в следующем сеансе. Мы надеемся, что Илья Николаевич примет в них активное участие. И пару слов о том, что деятельность Ильи не ограничивалась только этой работой. Он принимал активное участие и в других исследованиях и в другой деятельности и в принципе многие результаты, которые были им получены, они не вошли в эту диссертацию, а мы только сконцентрировались на каком-то примере, работы, которую он провел от и до. Потому что, когда он пришел к нам на первом году аспирантом, он начал входить в эту проблему, а закончилось это тем, что сейчас, на данном этапе он является ответственным в CMS за исследования в рамках данного канала, то есть человек, который отвечает за измерение асимметрии в мюонном канале. И последнее, что хочется отметить, наверное плохо как-то прозвучало, что измерение асимметрии в мюонном канале вообще было произведено впервые, до этого существовали измерения асимметрии только в электронном канале. Что касается мюонного канала то это пионерские работы в данном направлении. В заключение хочу конечно же попросить членов диссертационного совета поддержать и проголосовать положительно.

Малахов А. И.: Спасибо большое Сергей Владимирович. Теперь слово ученому секретарю. Нужно зачитать отзывы ведущей организации и другие отзывы, которые имеются.

Арефьев В. А. Зачитывает отзыв организации, где была выполнена диссертационная работа, то есть это Объединенный институт ядерных исследований (отзыв прилагается).

Малахов А. И.: Кто следующий у нас? Ведущая организация?

Арефьев В. А.: Следующим по протоколу оглашается отзыв ведущей организации. Ведущая организация по диссертации Московский государственный университет имени Ломоносова (зачитывает отзыв, отзыв прилагается).

Малахов А. И.: Была некоторая критика, если хотите ответить, пожалуйста.

Горбунов И. Н.: В принципе я согласен с замечаниями. По поводу употребления одинаковых обозначений для разных величин, например, символ Q используется для обозначения заряда мюона, инвариантной массы и четырёх-импульса пары мюонов, что затрудняет чтение текста, могу сказать, что я согласен с этим замечанием, однако, это используется в разных местах, разнесенных по тексту, и везде отдельно оговаривается. С остальными замечаниями я согласен.

Малахов А. И.: Понятно, спасибо. Еще есть отзывы?

Арефьев В. А.: Имеется еще дополнительный отзыв на диссертационную работу от сотрудничества институтов России и стран участниц ОИЯИ в эксперименте Компактный мюонный соленоид. Этот отзыв подписан руководителем проекта, членом управляющего совета CMS, доктором физико-математических наук, профессором Голутвиным Игорем Анатольевичем. Он краткий, я его должен зачитать (зачитывает отзыв, отзыв прилагается).

Малахов А. И.: Спасибо, отзыв получен положительный так, что ответов на него не требуется. Дальше мы должны перейти к отзывам официальных оппонентов, но у нас один оппонент отсутствует, Образцов Владимир Федорович. Вы должны зачитать его отзыв (обращается к секретарю диссертационного совета)?

Арефьев В. А.: Да.

Малахов А. И.: Пожалуйста.

Арефьев В. А.: Отзыв официального оппонента доктора физико-математических наук, члена корреспондента РАН Образцова на диссертацию Горбунова Ильи Николаевича (зачитывает отзыв, отзыв прилагается).

Малахов А. И.: Спасибо, Валентин Александрович. Илья Николаевич были замечания, пожалуйста, отвечайте.

Горбунов И. Н.: Зачитывает замечания и ответы.

1. Вопрос: во введении можно было уделить место описанию истории изучения спектра мюонных пар и асимметрии. Ведь до LHC были измерения на Тэватроне и LEP.

Ответ: я согласен, что можно было дать описание измерения асимметрии в других экспериментах более подробно (не только ссылки), однако хочется отметить, что история измерения асимметрии в адронных экспериментах ограничивается экспериментами на Тэватроне и более того только данными в электронном канале и как я уже отмечал ранее результаты измерения асимметрии в протон протонных взаимодействиях в мюонном канале получены впервые.

2. Вопрос: в этой и последующих главах аксептанс установки часто называется «фазовым объемом установки», что, по-моему, является неудачным термином.

Ответ: согласен с замечанием, однако этот термин часто употреблялся в русскоязычной литературе в том числе в моих публикациях например в ядерной физике.

3. Вопрос: почти совсем не дается информации о статистике 2011 г. при 7 ТэВ, сказано только, что она в четыре раза меньше. В то же время 3 из 6 работ, вошедших в диссертацию относятся к 7 ТэВ.

Ответ: на рис. 5.9 приведена информация об использованной статистике (5 фбн^{-1}).

4. Вопрос: в конце главы неожиданно приводится дифференциальное сечение по инвариантной массе пары мюонов именно для 7 ТэВ. А где сечение для 8 ТэВ? Ответ: на момент подготовки диссертации данные по 8 ТэВ для сечения еще не были публично доступны, а целью работы является измерение асимметрии, а не сечений, данные по сечениям были приведены, чтобы показать, что все условия отбора и процедуры моделирования работают хорошо.

5. Вопрос: интересно было бы обсудить возможность получения из полученных данных конкретных ограничений на Новую Физику. Ответ: ограничения на Новую Физику целесообразно получать из измерений сечений, измерения асимметрии позволяют произвести выбор между различными теоретическими моделями.

С остальными замечаниями я согласен.

Малахов А. И.: Спасибо. Теперь слово следующему оппоненту. Это Олег Владимирович Булеков кандидат физико-математических наук НИЯУ МИФИ.

Булеков О. В.: Я не знаю, насколько следует обсуждать актуальность данной темы, а также обращаться к содержанию.

Малахов А. И.: Не надо повторяться.

Булеков О. В.: Тем не менее, я некоторые замечания отмечу, которые я нашел в этой работе, и зачитаю заключение. Что касается замечаний: Отмечая научную и практическую значимость работы, высокую степень обоснованности основных ее результатов, следует также указать на некоторые недостатки, присущие диссертации.

В разделе “Научная новизна и практическая ценность” говорится, о том, что результат измерения асимметрии в Z -полусе позволил определить значение слабого угла смешивания, но в дальнейшем сами результаты измерения не приводятся.

На защиту выносятся результаты оценки фоновых процессов, в том числе, с помощью “анализа экспериментальных данных”, но в тексте диссертации информация о методике выполнения данного анализа полностью отсутствует. На рис.3.1-3.5 приводятся только результаты данного анализа, которые лежат систематически немного выше оценок, полученных с помощью Монте-Карло.

К некоторым недостаткам стиля изложения можно отнести использование неустоявшихся англоязычных терминов, таких как например “Particle Flow отбор мюонов” на стр.21, и регулярное, начиная со стр.43, написание имени собственного Монте-Карло без использования заглавных букв.

Следует отметить некоторые неточности в оформлении результатов, в частности, на стр.54 в подписи к рис. 4.1 говорится о чёрной линии, хотя на рисунке чёрные линии отсутствуют. Похожая неточность присутствует на стр.57. В подписи к рис. 4.3 сказано, что чёрными точками показаны данные 2012 года, хотя чёрные точки на распределениях по инвариантной массе пары мюонов на рис. 4.3 отсутствуют.

Другая неточность встречается в тексте на стр.80, где говорится, что “Значения абсолютных систематических неопределенностей измерения асимметрии A_{FB} после наложения коррекции unfolding для данных и Монте-Карло приведены на рис.5.3 и рис.5.4 соответственно, в зависимости от инвариантной

массы и быстроты мюонной пары”, что находится в противоречии с содержанием подписи к рис. 5.3, в котором утверждается, что на нём приведены “Значения абсолютных систематических неопределенностей измерения асимметрия A_{FB} для МК до коррекции в зависимости от инвариантной массы и быстроты мюонной пары”

Отмеченные недостатки не умаляют перечисленных выше достоинств диссертации Горбунова И.Н. и не оказывают влияния на надёжность и достоверности полученных результатов.

Диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. В работе приведены актуальные научные результаты. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Работа базируется на достаточном числе исходных данных, примеров и расчетов. Она написана доходчиво и грамотно. По каждой главе и работе в целом сделаны четкие выводы.

Основные положения диссертации изложены в опубликованных работах автора. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Учитывая актуальность выполненных исследований, научную новизну и практическую значимость полученных результатов считаю, что представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор Горбунов Илья Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц.

Малахов А. И.: Спасибо. Пожалуйста, Илья Николаевич, заслушаем ваши ответы на замечания

Горбунов И. Н.: По поводу замечаний:

1. Вопрос: в разделе «Научная новизна и практическая ценность» говорится, о том, что результаты измерения асимметрии в Z-полюсе позволили определить значение слабого угла смешивания, но в дальнейшем сами результаты измерения не приводятся.

Ответ: часть результатов диссертации, а именно результаты измерения асимметрии и соответствующая методика, действительно использовались для измерения значения угла Вайнберга при 7 ТэВ, однако, я лично в этом анализе не участвовал, поэтому эти результаты в диссертации не описаны и на защиту не выносятся, но дается ссылка. В работе при 8 ТэВ участвую.

2. Вопрос: на защиту выносятся результаты оценки фоновых процессов, в том числе, с помощью «анализа экспериментальных данных», но в тексте диссертации информация о методике выполнения данного анализа полностью отсутствует. На рис. 3.1-3.5 приводятся только результаты данного анализа, которые лежат систематически немного выше оценок, полученных с помощью Монте-Карло.

Ответ: в разделе 3.2 приведена методика (три метода – на основе МК и $e\mu$ -пар и пар мюонов одного знака) оценки фона, описаны рассмотренные процессы, а на рис. 3.1-3.5 приведены распределения числа фоновых событий в зависимости от косинуса Θ , инвариантных масс и быстрот, также на рисунке 3.6 показаны распределения кинематических величин (p_t , ϕ и η) пар мюонов, на которых

показан вклад фоновых процессов. На рис. 3.7 показаны распределения по косинусу тета и быстрой и инвариантной массе пары мюонов, на которых показаны вклад фоновых процессов и произведено сравнение с данными эксперимента. Для инвариантной массы показаны вклады различных фоновых процессов.

3. Вопрос: к некоторым недостаткам стиля изложения можно отнести использование неустоявшихся англоязычных терминов, таких как например «Particle Flow отбор мюонов» на стр. 21, и регулярное, начиная со стр. 43, написание имени собственного Монте-Карло без использования заглавных букв.

Ответ: на стр. 21 дано краткое описание алгоритма реконструкции Particle Flow и критерия отбора основанного на нем. Данный критерий отбора оптимизирован для идентификации мюонов в струях с высокой эффективностью, при этом вероятность принять мюон за заряженный адрон мала. Согласен с замечанием по Монте-Карло.

4. Вопрос: другая неточность встречается в тексте на стр. 80, где говорится, что «Значения абсолютных систематических неопределенностей измерения асимметрии A_{fb} после наложения коррекции unfolding для данных и Монте-Карло приведены на рис. 5.3 и 5.4 соответственно, в зависимости от инвариантной массы и быстроты мюонной пары», что находится в противоречии с содержанием подписи к рис. 5.3, в котором утверждается, что на нем приведены «Значения абсолютных систематических неопределенностей измерения асимметрии A_{fb} для МК до коррекции в зависимости от инвариантной массы и быстроты мюонной пары».

Ответ: согласен с замечанием, это опечатка в место рис. 5.3 должно было быть написано рис. 5.2.

С остальными замечаниями я согласен.

Малахов А. И.: Спасибо. Обращается к Булекову О. В. Вы с ответами согласны?

Булеков О. В.: Да, я в целом согласен. По поводу методов анализа с помощью экспериментальных данных, фигурирует термин Data driven на рисунках, а это довольно общий термин, который в отдельных анализах скрывает за собой существенно отличающиеся понятия и методики, поэтому этот вопрос был задан. Вопросов к содержанию у меня не было изначально. В целом я удовлетворен ответами.

Малахов А. И.: Спасибо. Теперь время дискуссии. Все присутствующие могут высказаться. Любое предложение, любой вопрос, пожалуйста, Лев Николаевич.

Зайцев Л. Н.: Это не относится к диссертанту, это относится к ведению совета, это мы можем отдельно обсудить.

Малахов А. И.: Пожалуйста, дискуссия может сейчас это обсудить, если хотите. Пожалуйста, Игорь Михайлович, вы хотите выступить?

Ситник И. М.: Я могу сказать, что диссертация превышает существенно уровень, необходимый для защиты.

Малахов А. И.: Ясно, спасибо. Еще какие-нибудь есть выступления? Пока члены совета думают, я пару слов скажу. Мне кажется, что действительно диссертация, как Игорь Михайлович сказал, превышает уровень кандидатской, я думаю, что она, по крайней мере, заслуживает одобрения точно. Мы это видели, уровень высокий. И сам диссертант довольно квалифицированный специалист, и здесь мы видели прекрасный доклад. Он неоднократно выступал на различных форумах в

ОИЯИ, комитетах и ученом совете с прекрасными докладами по работам связанным с коллаборацией. Поэтому я призываю диссертационный совет проголосовать положительно. Возможно, пока я говорил, кто-то что-то придумал сказать, пожалуйста? Здесь все достаточно ясно, вопросов нет. Нет, есть один желающий, пожалуйста.

Зарубин А. В.: Желающий есть. Я хочу привлечь ваше внимание. И научный руководитель, и руководитель RDMS отметили это в своих отзывах. Я хочу еще раз это повторить немножко в другом свете. Работа выполнена не просто в ОИЯИ, не просто в группе CMS, она выполнена в большой коллаборации, которая насчитывает почти 4000 физиков и Илья недавно работает в коллаборации. Всего несколько лет. Есть люди, которые там работают уже более двух десятков лет. Получить признание и авторитет в коллаборации, в такой сложной коллаборации, непросто. Я хочу отметить, что Илья является координатором этой задачи. Это то, к чему мы всегда стремились. Чтобы наши физики были лидерами в каких-то физических направлениях. И, к сожалению, несмотря на весь авторитет наших ученых, это не всегда получается, а Илье это удалось. И это характеризует не только его рабочие качества, но и его другие способности. Способность работать в коллективе, международном коллективе, управлять. Результат, который получен, получается не отдельным человеком в данном случае Ильёй. Каждая цифра дублируется четырьмя независимыми, в среднем группами. Но результаты Ильи не только представлены здесь, но и доложены от имени всей коллаборации на многочисленных конференциях. Это важное обстоятельство, характеризующее диссертанта. Я призываю оценить это.

Малахов А. И.: Спасибо. Вопросов нет? У Вас вопрос?

Никитин В. А.: Совершенно редкая вещь. Впервые встречаю, что человек знает китайский язык.

Малахов А. И.: Теперь у нас заключительное слово диссертанта, пожалуйста. Если хотите, мы обязаны предоставить.

Горбунов И. Н.: Благодарен Вам за внимание. И благодарности уже были оглашены. Благодарен членам совета, председателю и секретарю, мы с ним проделали большую работу.

Малахов А. И.: Спасибо большое. Теперь мы избираем счетную комиссию. Есть предложение попросить ученого секретаря Арефьева В. А., Виталия Анатольевича Смирнова, профессора Тимошенко Г. Н. Не возражаете? Возражений нет. Члены диссертационного совета за. Счетную комиссию мы избрали. Теперь у нас самое трудное дело, нам нужно принять заключение совета. Сначала согласовать. Извините, счетная комиссия работает, да? А следующим пунктом будет принятие заключения совета, поэтому посмотрите пока, какие замечания там будут. Пока идет голосование. Идет тайное голосование.

Объявляется перерыв на голосование.

После перерыва.

Малахов А. И.: Просьба занять места. Внимание, чтобы заслушать результаты голосования.

Смирнов В. А.: Протокол 14-08. Заседание счетной комиссии от 20 ноября 2014 года. Состав счетной комиссии: Смирнов, Тимошенко, Арефьев. Комиссия избрана для подсчета голосов при тайном голосовании по диссертации Горбунова Ильи Николаевича на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Состав диссертационного совета утвержден в количестве 31-го человека. Присутствовало на заседании 24 члена диссертационного совета, в том числе докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации пятеро. Роздано бюллетеней 24, осталось не розданных бюллетеней 7. Оказалось в урне бюллетеней 24. Результаты голосования по вопросу о присуждении ученой степени кандидата физико-математических наук Горбунову Илье Николаевичу: за – 23, против – нет, недействительных бюллетеней – 1. Расписались члены счетной комиссии.

Малахов А. И.: Мы должны утвердить протокол. Кто за то чтобы утвердить? 24. Против и воздержавшихся нет. Спасибо. А теперь у нас самый сложный вопрос. Принятие заключения совета. Вопрос к членам совета, какие-нибудь замечания? Есть замечания.

Строковский Е. А.: Мои замечания относятся скорее к редакции, опечаткам и тому подобное. Во втором пункте, отмеченном точкой, в самом начале на первой странице, не закончена фраза. Разработаны методы и программное обеспечение ... позволившие, и все. На этом все заканчивается.

Арефьев В. А.: Согласен.

Малахов А. И.: Опечатка.

Строковский Е. А.: В пункте три снизу. Там говорится, здесь постоянно есть такой жаргон, я уже замечал много раз (инвариантные массы), но я бы все же предложил в заключении совета вместо инвариантных масс написать эффективных масс. Это более правильный термин. Как совет решит. И, наконец, на второй странице, во второй группе пунктов, отмеченных точками, на последнем месте. Результаты исследований были широко ... Опечатка, там пропущена буква.

Малахов А. И.: Спасибо. Еще есть замечания.

Строковский Е. А.: И еще в перечне школ сессий и тому подобное. После DSPIN 2013 должна быть запятая, а не вопросительный знак.

Малахов А. И.: Спасибо. Евгений Денисович, пожалуйста.

Донец Е. Д.: Я не знаю, как для членов совета, но термин теоретическая значимость, он какой-то новый, я считаю. Практическая значимость она и для теории тоже практическая значимость. Что это значит теоретическая значимость?

Арефьев В. А.: Я могу пояснить следующим образом. Заключение составляется по шаблону, который нам предлагают ВАК и Минобрнауки. В соответствии с этим шаблоном здесь и появились слова теоретическая значимость.

Никитин В. А.: Можно написать значение для проверки теории.

Арефьев В. А.: Хорошо.

Малахов А. И.: Дальше, пожалуйста.

Коваленко А. Д.: Я не знаю тоже по шаблону или нет. Но личный вклад автора, лично автором. Достаточно по-моему одного – личный вклад автора состоит в выполнении автором и т.д.

Арефьев В. А.: Да, согласен.

Малахов А. И.: Хорошо, тогда мы с этими замечаниями принимаем, да? Прошу проголосовать. Кто за? Единогласно, против и воздержавшихся нет. Принимается. Сейчас самое главное, что мы должны сделать, мы должны поздравить Илью Николаевича и пожелать дальнейших успехов.

Горбунов И. Н.: Спасибо, большое.

Малахов А. И.: На этом заседание объявляю закрытым.

Председатель

диссертационного совета

Ученый секретарь

диссертационного совета



Малахов А.И.
Арефьев В.А.

Малахов А.И.

Арефьев В.А.

« 12 » декабря 2014 г.