

# СТЕНОГРАФИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

Объединенный институт ядерных исследований

## ЗАСЕДЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 720.001.03

29 сентября 2016 года

Повестка дня:

Защита диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

ГОЛОВАНОВА ГЕОРГИЯ АНАТОЛЬЕВИЧА

на тему

«МНОГОПАРТОННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ПРОТОН-АНТИПРОТОННЫХ СТОЛКНОВЕНИЯХ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ D0 НА КОЛЛАЙДЕРЕ ТЭВАТРОН»

Специальность: 01.04.16 (Физика атомного ядра и элементарных частиц)

Официальные оппоненты:

1. Доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник  
Катаев Андрей Львович
2. Доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник  
Мочалов Василий Вадимович

Ведущая организация:

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Чернышевского

## Заседание диссертационного совета

Д 720.001.03

29 сентября 2016 года

Председатель диссертационного совета – доктор физико-математических наук Русакович Николай Артемьевич.

Ученый секретарь диссертационного совета – доктор физико-математических наук Карамышева Галина Анатольевна.

Диссертационный совет Д 720.001.03 при Объединенном институте ядерных исследований утвержден в количестве 23 человек. Присутствовали на заседании 16 членов совета:

Русакович Н.А.	01.04.16
Батусов Ю.А.	01.04.16
Бедняков В.А.	01.04.16
Бруданин В.Б.	01.04.16
Бунятов С.А.	01.04.01
Глаголев В.В.	01.04.16
Денисов Ю.Н.	01.04.20
Джолос Р.В.	01.04.16
Егоров В.Г.	01.04.01
Калинников В.Г.	01.04.16
Карамышева Г.А.	01.04.20
Комаров В.И.	01.04.01
Куликов А.В.	01.04.01
Мешков И.Н.	01.04.20
Ольшевский А.Г.	01.04.01
Онищенко Л.М.	01.04.20

из них докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации – 7 человек.

Батусов Ю.А.	01.04.16
Бедняков В.А.	01.04.16
Бруданин В.Б.	01.04.16
Глаголев В.В.	01.04.16
Джолос Р.В.	01.04.16
Калинников В.Г.	01.04.16
Русакович Н.А.	01.04.16



**Председатель:** Дорогие коллеги, у нас набрался кворум, так что можем начинать. У нас сегодня защита диссертации Георгием Анатольевичем Головановым, называется «Многочастичные взаимодействия в протон-антипротонных столкновениях в эксперименте D0 на коллайдере Тэватрон». Представляется на соискание ученой степени кандидата физ.-мат. наук по специальности 01.04.16. У нас тут руководитель Скачков Николай Борисович, который отсутствует как я понимаю, но вроде бы без него мы имеем право все это делать. Оппоненты Василий Вадимович Мочалов из Протвино, Андрей Львович Катаев из Института ядерных исследований РАН. Ведущая организация Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Чернышевского. Ну, давайте по документам?

**Ученый секретарь:** Значит, все документы в наличии требуемые: заявление о приеме диссертации, личная учетная карта, список учреждений с печатями по рассылке. Имеются все необходимые отзывы: отзыв научного руководителя, официальных оппонентов и ведущей организации, имеется заключение организации, справка о сдаче экзаменов, имеется заключение ведущей организации, т.е. все документы в наличии. Мы можем приступить к проведению защиты.

**Председатель:** Спасибо. Есть ли вопросы какие-нибудь? Видимо нет. Ну тогда приглашаем Георгия Анатольевича. Обычно у нас принято в 20 минут укладываться. Пожалуйста.

**Голованов Г.А.:** Уважаемый председатель, уважаемые члены диссовета, уважаемая аудитория. Разрешите представить диссертацию на тему «Многочастичные взаимодействия в протон-антипротонных столкновениях в эксперименте D0 на коллайдере Тэватрон». Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований. Научный руководитель доктор физ.-мат. наук, профессор Скачков Николай Борисович.

Позвольте мне начать со структуры адрон-адронного столкновения. В упрощенной форме жесткое соударение протона и антипротона можно представить, как жесткое 2 в 2 рассеяние партонов. Но картина не столь идеальна. Нам необходимо учитывать глюонное излучение в начальном и конечном состояниях, также учитывать эффекты адронизации и фрагментации и, помимо этого, в силу того, что адроны являются составными объектами, вероятность обнаружить дополнительное жесткое партон-партонное рассеяние также не исключается. Таким образом, партонная модель КХД описывает экспериментальные результаты, сводя взаимодействие пары адронов к взаимодействию пары отдельных партонов. При таком механизме другие кварки не участвуют во взаимодействии. Т.е. конечное состояние может быть образовано взаимодействием двух и более партонов, т.е. процессами с многочастичными взаимодействиями. Почему мы интересуемся такими процессами? Во-первых, изучение таких процессов несет новую и важную информацию о внутренней структуре адронов. Также, феноменологические модели множественных партон-партоновых взаимодействий требуют настройки параметров, извлекаемых из эксперимента. А также процессы с многочастичными взаимодействиями могут быть источником фона к



некоторым редким процессам, т.е. конечные состояния, образованные однопартоными взаимодействиями, могут совпадать с конечными состояниями, образованными процессами с механизмами взаимодействия двух пар партонов. Простой случай двойного партон-партонного взаимодействия, сечение этого процесса пропорционально двум сечениям однопартоных взаимодействий и обратно пропорционально эффективному сечению – параметру, которые имеет размерность сечения, характеризующий эффективную область взаимодействия партонов. Т.е. он содержит информацию о пространственном распределении партонов в нуклоне. Соответственно, если распределение равномерное, то мы будем иметь эффективное сечение большой величины и малое сечение двухпартоных взаимодействий. И наоборот, если у нас компактное распределение партонов, то мы будем иметь малое эффективное сечение и большое сечение двухпартоных взаимодействий. Как я сказал, эффективное сечение непосредственно связано с пространственной плотностью партонов, т.е. оно пропорционально области перекрытия в адронах, налетающих с прицельным параметром  $\beta$  и функция  $f(b)$  – это функция распределения партонной плотности. То есть эффективное сечение – это некий феноменологический параметр, требующий измерения в эксперименте. Будучи измеренным экспериментально, он позволяет оценить функции распределения партоных плотностей и размер партоных корреляций. Цели и задачи работы — это измерение доли двухпартоных взаимодействий в данных с использованием процесса столкновения протона и антипротона в конечном состоянии фотон и три адронные струи. Также измерение эффективного сечения двухпартоных взаимодействий – процесс-независимого параметра, связанного с пространственным распределением партонов в адроне. А также оценка фона, вызванного событиями с многопартоными взаимодействиями в процессах ассоциативного рождения  $W$ -бозона и бозона Хиггса при энергии Тэватрона.

Несколько слов о коллайдере Тэватрон. Это протон-антипротонный коллайдер с энергией 1.96 ТэВ, находящийся недалеко от Чикаго в США. У него за спиной десятилетия успешной работы вплоть до сентября 2011 года, когда он был остановлен. За период набора данных Run II было набрано около  $12 \text{ фб}^{-1}$  с эффективностью записи 90%. Данная конкретная работа основана на наборе данных, соответствующей светимости  $1 \text{ фб}^{-1}$ . Существуют две точки пересечения протон-антипротонных пучков, в одной из которых располагается детектор D0. Экспериментальная установка D0 – это многоцелевой детектор, весящий более 5000 тонн, с линейными размерами 20 x 10 x 10 метров. Обладающий хорошей трековой системой, жидко-аргоновым калориметром, разделенным на адронный и электромагнитный калориметры, и большой мюонной системой с центральной и передней частью. Триггерная система позволяет обрабатывать 20 миллионов событий в секунду и записывать 200 событий в секунду.

Прежде чем изучать двухпартоные взаимодействия в конечном состоянии фотон плюс 3 струи, интересно было изучить кинематику процессов ассоциативного рождения фотонов и струй. В лидирующем порядке лежат диаграммы комптон-подобного  $qg \rightarrow q\gamma$  процесса и также аннигиляция



$q\bar{q} \rightarrow g\gamma$ . Излучением в начальном и конечном состояниях обусловлено появление дополнительных струй, что также вносит дополнительный дисбаланс между фотоном и лидирующей струей. А основным источником фона к таким процессам, являются события, в которых фотон происходит от распада адронов, а также от фрагментационных фотонов. Здесь на этом графике представлена ожидаемая доля вклада сечения  $qg \rightarrow q\gamma$  относительно полного сечения в различных интервалах по быстротам фотонов и струй. Оценка эта сделана с помощью Монте-Карло генератора RUTHIA с набором функций партонного распределения STEQ6.5M. Здесь из картинка видно, что процесс  $qg \rightarrow q\gamma$  доминирует в широком достаточно кинематическом диапазоне, а вклады процессов аннигиляционного и комптон-подобного становятся приблизительно сравнимыми в районе 100 ГэВ. Результатом изучения этих процессов стало измерение тройного дифференциального сечения процесса фотон плюс «jet + X» в четырех различных областях и по  $x, Q^2$  полные области покрывают при рассмотрении фотонов от 30 до 400 ГэВ и с поперечными импульсами струй больше 15 ГэВ. Таким образом, в указанных интервалах быстрот покрывает от 0.007 до 0.8 по  $x$  и от 900 до  $1.6 \times 10^5$  ГэВ<sup>2</sup> по  $Q^2$ . Также произведено сравнение с следующим за лидирующим порядком теории возмущения теоретическими предсказаниями. Число событий в данных поправлено с учетом эффекта миграции из бина в бин, что связано с конечным значением разрешения электромагнитного калориметра. Но этот эффект достаточно невелик и варьируется от 1 до 5%. Теоретические предсказания видно, что не способны описать сечения во всем измеренном интервале, причем различия эти разнонаправленны, где-то они переоценивают измеренные значения, а где-то недооценивают.

Теперь что касается измерения эффективного сечения в процессе протон-антипротон в конечном состоянии фотон плюс три струи. Методика измерения основана на разнице чисел событий с двойными протон-антипротонными столкновениями и чисел событий с двойными партон-партонными взаимодействиями в одном и том же конечном состоянии фотон и 3 струи. Число событий с двойным  $p\bar{p}$  - рассеянием можно оценить как соответствующее сечению фотон плюс струя и струя плюс струя, отнесенные к жесткого взаимодействия сечению и поправленные на соответствующий геометрический акцептанс и эффективности. Такое же аналогичное число событий с двойными партонными взаимодействиями можно оценить аналогичным образом, но поскольку это происходит при одном и том же протон-антипротонном столкновении, то в знаменателе у нас появляется эффективное сечение. И поделив один на другой, мы можем извлечь этот параметр с помощью этого выражения. Преимущество здесь заключается в том, что нам не нужно знать точно измеренные сечения фотона и струи и струи плюс струи т.к. они все сокращаются и знать надо только  $\sigma_{hard}$ . Критерии отбора событий фотон плюс три струи, мы требуем, как минимум один фотонный кандидат с поперечным импульсом в интервале от 60 до 80 ГэВ, мы требуем, как минимум три струи области псевдобыстроты меньше 3, среди которых лидирующая струя должна иметь поперечный импульс более 25 ГэВ, а две последующие больше 15 ГэВ. Также каждая пара объектов, будь то струя-струя или фотон-струя должны быть разнесены в пространстве на расстояние в



$\eta - \varphi$  плоскости больше 0.7. Выбор более высоких значений поперечного импульса фотона по отношению к импульсам второй и третьей струй обеспечивает лучшее разделение энергетических шкал двух партон-партонных взаимодействий. И для исследований энергетической зависимости шкал одного взаимодействия от другого поперечный импульс следующей за лидирующей струи разбивается на три интервала от 15 до 30 ГэВ.

Во время столкновения протона и антипротона финальное состояние фотон плюс три струи может образоваться посредством однопартонного события, т.е. 2 в 4 рассеянием и двумя излученными струями в конечном состоянии. А посредством двухпартонного взаимодействия такое же конечное состояние может быть образовано посредством трех различных типов. В первом типе первое рассеяние продуцирует фотон и струю, а второе – две струи. Второй тип, когда первое рассеяние продуцирует фотон, струю и излученную струю и лишь одна струя идет из второго взаимодействия. Ну и третий тип, когда лидирующая струя это струя из второго взаимодействия. Из таблички видно, что третий тип, его содержание весьма невелико, а тип событий, в котором в рассеянии фотон и две струи является доминирующим.

Для того чтобы определить долю двухпартонных событий в данных необходимо использовать переменные, которые были бы чувствительны к кинематике двухпартонных взаимодействий. Одна из таких переменных исторически называется  $\Delta S$  в литературе, это азимутальный угол между векторами дисбаланса фотона и струи и двух оставшихся струй. На картинке справа изображено распределение этой переменной в двух типах событий, т.е. когда событие с однопартонным взаимодействием, в котором все объекты – фотон и 3 струи сбалансированы из-за закона сохранения, таким образом распределение будет иметь пик в районе  $\pi$ . В случае двухпартонного взаимодействия две эти системы, происходящие в одном партон-партонном и другом, по сути ничего не знают друг о друге, являясь независимыми, таким образом мы имеем равномерное распределение. Ну и метод извлечения фракции двухпартонных событий основан на разнице долей событий с двухпартонными взаимодействиями в различных интервалах следующей за лидирующей струи. И доля двухпартонных взаимодействий извлекается с помощью фитирования спектров характерных переменных в сигнальной модели и в данных, в этих смежных интервалах. Мы видим, что фракция событий с двухпартонными взаимодействиями падает от 46% до 23%. И собирая вместе все измеренные эффективности и геометрические акцептансы, долю двухпартонных взаимодействий мы можем рассчитать эффективное сечение, которое представлено на верхнем графике. В пределах неопределенности можно считать, что значения эффективного сечения в разных интервалах являются постоянными, хотя в пределах ошибок не исключается и некоторая зависимость от поперечного импульса второй струи. Усредненное по трем интервалам значение составляет 16.4 мб с неопределенностью порядка 20%. На правом графике можно видеть измеренное значение, которое согласуется со всеми остальными измерениями, как предшествующими данному измерению, так собственно и последующими, и проведенными не только на Тэватроне, но и на LHC.



Теперь несколько слов о двухпартонных взаимодействиях, как фон к рождению бозонов  $W$  и Хиггса. Слева вы можете видеть диаграммы, верхняя из которых соответствует механизму однопартонного взаимодействия с конечным состоянием  $W$  и две  $b$ -струи, снизу вы можете видеть аналогичное конечное состояние, но произведенное посредством двухпартонного взаимодействия. Т.е. измеренный параметр, эффективное сечение, позволяет рассчитать сечения, как одного, так и другого процесса, и в данном случае мы использовали значение, которое было измерено нами, а также предыдущее измерение на Тэватроне, датированное 1997 годом, коллаборацией CDF. И его среднее значение составляет 15.5 мб. Т.е. мы закладываем его в модели для изучения сечений этих процессов. При этом мы используем PYTHIA 8, в которой очень хорошо имплементированы двухпартонные взаимодействия с различными конечными состояниями. В качестве сигнала используется ассоциативное рождение бозона Хиггса и  $W$ -бозона, а в качестве фона это двухпартонное конечное состояние с  $W$  и инклюзивным рождением струй. Здесь на графике вы можете видеть эти сечения, наблюдается превышение сечения двухпартонных взаимодействий над сигналом более чем на 2 порядка, а также, из правого графика видно, что сечения процессов с двухпартонными взаимодействиями, в большей степени обусловлены процессом  $W + 2$  струи, где струи происходят от легких кварков. Поскольку в нашем конечном состоянии две струи, произошедшие от двух  $b$ -кварков, мы можем наложить дополнительные критерии, которые бы позволяли нам извлекать именно  $b$ -струи. Таким образом мы видим, что сечения фона значительно падают, и при вычислении сечений, события входят с весом, соответствующим эффективности для данного армата струи и видим, что сечение, умноженное на эффективность после прохождения критериев, позволяет нам значительно повысить соотношение сигнал/фон. Помимо этого, также предложен набор угловых и импульсных переменных, наиболее чувствительных к кинематике двойных партон-партонных взаимодействий по аналогии с переменной  $\Delta S$ , который подается на вход нейронной сети и на этих двух графиках вы можете видеть отношение сигнал/фон в двух массовых регионах, масса Хиггса 115 и 150 ГэВ. Отношение при эффективности 0.9 достигает приблизительно значений 1.3 до 1.5, а при эффективности нейронной сети 0.8 достигает значения 2.7. Таким образом, в заключении, хочется сказать, что работа является первым измерением доли и эффективного сечения событий с двухпартонными взаимодействиями в процессе протон-антипротон с конечным состоянием фотон и 3 струи при энергии 1.96 ТэВ. В отличие от предыдущих работ, имеющаяся статистика позволяет производить измерение в кинематической области с более энергетичными фотонными кандидатами, что позволяет подавить вклад фоновых процессов с фотонами, рожденными в результате распадов адронов. В работе впервые исследована зависимость доли двухпартонных взаимодействий и эффективного сечения от поперечного импульса следующей за лидирующей струи, которая интерпретируется как энергетическая шкала второго партонного взаимодействия. В порядке изучения свойств процессов с конечным состоянием фотон плюс 3 струи. Впервые произведено измерение тройного дифференциального сечения процесса фотон плюс струя в четырех областях быстрот фотона и струи и произведено сравнение с теоретическими предсказаниями в следующем за лидирующим порядке КХД. С помощью измеренного значения, впервые при энергии



Тэватрона была произведена оценка фона от событий с двухпартоными взаимодействиями к процессу ассоциативного рождения  $W$ -бозона и бозона Хиггса. Также был предложен набор переменных, чувствительных к кинематике двухпартоных взаимодействий, что позволяет понизить вклад фона и может быть полезным в поиске редких процессов на LHC и других будущих ускорителях. По материалам диссертации было опубликовано несколько работ, 4 из которых опубликованы в известных международных изданиях. Помимо этого, результаты неоднократно докладывались на научных семинарах Лаборатории ядерных проблем и в лаборатории Fermilab, а также в ряде научных конференций, как отечественных, так и зарубежных. Спасибо за внимание!

**Председатель:** Спасибо! Давайте вопросы задавать. Ну давайте я начну. Вот Вы сказали, что у Вас примерно на 1/10 статистики была работа сделана, а почему?

**Голованов Г.А.:** Это исторический процесс. Когда мы начинали измерение было доступно около  $1 \text{ фб}^{-1}$  статистики, остальная часть была не сертифицирована. Очень много процессов идентификации струй адронных и других объектов они еще просто не были приняты в коллаборации, а также статистические методы. В последствие работы была продолжена на всей статистике

**Председатель:** А на более высокой статистике там какое-то существенное изменение выводов наблюдается?

**Голованов Г.А.:** Совершенно повторяет тот же самый результат, соответственно, уменьшается ошибка измерения.

**Председатель:** А какая ошибка там лидирует?

**Голованов Г.А.:** Ну, в первую очередь ошибка там связана с моделями, которые используются...

**Председатель:** Т.е. систематическая?

**Голованов Г.А.:** Систематическая ошибка, да.

**Председатель:** Т.е. повышение статистики не сильно повлияет, понятно. Вот несколько слайдов назад, Вы показывали, вот это, да. В чем смысл того, что массы 150 и 115 ГэВ?

**Голованов Г.А.:** Опять же исторически, на момент публикации данной работы не был опубликован еще Хиггс (бозон), поэтому брались массы в районе где он ожидался.

**Председатель:** Левая и правая картинка кажутся вообще идентичными, разница есть какая-то?



**Голованов Г.А.:** Только шкала, то есть мы видим, что зарегистрированные сигналы для обеих масс очень близки, но видим, что отношение сигнал/фон будет выше в этом случае справа.

**Председатель:** Я все жду вопросов каких-нибудь.

**Комаров В.И.:** Вы вот утверждаете, что измерили долю событий, когда взаимодействует одна пара партонов. А что касается случая, когда две пары партонов взаимодействуют? Такие величины были определены экспериментально?

**Голованов Г.А.:** Они были определены и в предыдущих экспериментах, но при энергии столкновения протонов и антипротонов 1.96 ТэВ, это было сделано впервые. На Тэватроне это было уже сделано коллаборацией CDF, но при энергии 1.8 ТэВ.

**Комаров В.И.:** А можно еще сказать в двух словах, какой набор процессов используется в событиях где две пары партонов взаимодействуют, и почему Вы выбрали именно этот процесс?

**Голованов Г.А.:** Опять же, это было исторически определено, потому что первой работой, которая была опубликована, было изучение дифференциального сечения фотона и струй, и дальнейшее добавление струй было интересно для изучения данного эффекта. В принципе, это могут быть любые конечные состояния. Вы видите, что кто-то использует чармоний, где-то  $W$  (-бозон) и две струи. Т.е., поскольку это процесс-независимый параметр, можно использовать любые конечные состояния. Нам было исторически проще двигаться по числу наращивания струй, этим и объясняется выбор этого конечного состояния.

**Председатель:** Как-нибудь Ваши результаты повлияли, скажем, на параметры РУТНІА или других генераторов?

**Голованов Г.А.:** Да, некоторые «тюны», которые закладывались в РУТНІА и относились к моделям многопартоновых взаимодействий на Тэватроне, для измерений, включая топ-кварк и прочие, они использовали наше эффективное сечение. Соответственно для тех «тюнов», которые делаются для LHC, они используют для этого свои измерения.

**Ольшевский А.Г.:** В развитии вопроса о систематических ошибках, как Вы можете себе представить дальнейшее улучшение: чего-то не хватает, теоретических исследований, новых данных, на которых модели можно уточнить? Как можно было бы этот результат улучшить? Что делать дальше?

**Голованов Г.А.:** Я думаю, самые большие неопределенности у нас связаны с определением струи, т.е. процессы “Jet-finding”.

**Ольшевский А.Г.:** Всего навсего? А теоретические?



**Голованов Г.А.:** И теоретические в том числе. Если переходить от существующего jet-finding'a, а работать с заряженными треками, то соответственно можно быть ближе к теории, соответственно, исчезнут все систематические эффекты. Но помимо этого, наше определение сечения зависит от моделей сигнальных двухпартоновых событий. Мы ее хоть и берем из данных, но тем не менее, она в себе уже заранее содержит, что наши два партоновых взаимодействия – они независимы. Конечно, могут быть какие-то корреляции и прочие вещи, которые...

**Ольшевский А.Г.:** А как это уточнить и откуда это возьмется?

**Голованов Г.А.:** Только, опять же, наверное, новые модели. Увеличение статистики вряд ли поможет.

**Ольшевский А.Г.:** Ну а на Большом адронном коллайдере, какие-то новые измерения?

**Голованов Г.А.:** Возможно использование других конечных состояний, связанных с лептонными конечными состояниями и соответственно систематика там другая.

**Ольшевский А.Г.:** Это чтобы от струй отделаться опять-таки?

**Голованов Г.А.:** Да, в том числе.

**Мочалов В.В.:** Я так понимаю, что и структурные функции другие в моделях...

**Председатель:** Спасибо, но у нас сейчас не дискуссия, у нас вопросы.

**Глаголев В.В.:** Вот картинка сечение двухпартоновых взаимодействий и видно, действительно, что данные D0 хорошо согласуются с данными CMS и ATLAS, но вот энергии разные. Что модель предусматривает какую-то зависимость этого сечения от энергии?

**Голованов Г.А.:** И экспериментальные и теоретические исследования во многих литературе говорят, что параметр эффективное сечение – он не зависит от  $\sqrt{s}$ , т.е. он не зависит от процесса и от энергии по идее тоже не должен зависеть. Т.е. при увеличении, перехода от AFS к UA2 и CDF с 1.8 ТэВ, нами было показано, что нет зависимости.

**Глаголев В.В.:** Не должен зависеть в какой области?

**Голованов Г.А.:** В доступной в экспериментах или же вообще не должен зависеть. Председатель: Так, еще вопросы есть какие-то? Пожалуйста.

**Комаров В.И.:** Вы конечно хорошо знаете, что так называемый "constituent counting rule", исходит из того, что при соударении адронов, происходит соударение, однократное соударение партонов. Вклад вот этих многократных соударений, казалось бы, должен нарушать этот счет, это правило. Обсуждался этот вопрос, либо сам вклад этих многопартоновых



событий настолько мал, что он не может нарушать это правило, как Вы думаете?

**Голованов Г.А.:** Я думаю, что по крайней мере в рамках данной работы, т.е. с экспериментальной точки зрения, мы не можем быть чувствительны к этим эффектам, поэтому если какие-то обсуждения происходят, то в теоретических исследованиях. Действительно, поскольку сечение двухпартонных взаимодействий по отношению к сечению жесткого взаимодействия не такое высокое, я не думаю, что что-то нарушается.

**Председатель:** Еще какие-нибудь вопросы есть у нас? Ну не видно. Тогда, спасибо пока. В принципе по регламенту я должен предложить сделать сейчас, перерыв технический, если хотите. Как правило, у нас никто не хочет этого. Нет. Тогда поехали дальше. Научный руководитель у нас отсутствует, поэтому мы должны перейти к отзывам, давайте?

**Ученый секретарь:** Ну я скажу только, что отзыв научного руководителя имеется, положительный, отсутствует он по уважительной причине. В своем отзыве он отмечает вклад Голованова Георгия Анатольевича, личный вклад, и пишет, что Голованов безусловно проявил себя как высококвалифицированный специалист в области физики элементарных частиц, обладающий большим уровнем научного образования, работоспособностью и в полной мере достоин звания кандидата физико-математических наук. Я должна зачитать заключение организации. Заключение подписано директором ЛЯП В.А. Бедняковым. *(Далее ученый секретарь зачитывает заключение организации в которой выполнялась диссертационная работа. Заключение прилагается.)* И отзыв ведущей организации. Утвержден, проректор по научно-исследовательской работе Саратовский государственный исследовательский университет имени Чернышевского доктор физико-математических наук, профессор, Короновский А.А. *(Далее ученый секретарь зачитывает отзыв ведущей организации. Отзыв прилагается.)*

**Председатель:** Спасибо! Я должен предложить Георгию Анатольевичу прокомментировать отзыв.

**Голованов Г.А.:** Я хотел бы поблагодарить представителя ведущей организации за отзыв, и я соглашусь со всеми критическими замечаниями, которые были сделаны. Хотел бы прокомментировать, что, действительно, было бы достаточно полезно приведение еще и  $d$ -кварка для функции партонных плотностей, но поскольку эти распределения были произведены программой PDFPlotter, которая есть в свободном доступе, там достаточно жестко организовано на графике их размещение, поэтому это увеличило бы размер работы в целом.

**Председатель:** Хорошо. Спасибо. Тогда можем перейти к отзывам, выступлениям оппонентов, в том порядке, как у нас тут написано в автореферате. Василий Вадимович Мочалов. Пожалуйста, ваше заключение.



**Мочалов В.В.:** Прежде всего мне хотелось бы отметить, что конечно работа важная, потому что вот если мы посмотрим, то мы достаточно, как мы считаем, хорошо знаем, как взаимодействуют адроны целиком, но я с точки зрения экспериментатора чуть-чуть гиперболизирую, но что там внутри как там устроено никто не знает, но в каком смысле, что ну те же самые структурные функции, которые используются здесь показано, что они не описывают данные. Есть огромное количество моделей прежде всего феноменологических и выбрать какая из них правильная, мы до настоящего времени, к сожалению, не можем. И поэтому, любая информация которая нам становится известна вот именно о структуре протона внутри, конечно нам необходима и полезна. Второй момент, который с точки зрения значимости, конечно, когда мы начинаем переходить на исследование Хиггса и калибровочных бозонов, огромное количество фона, как здесь в общем к примеру, было показано, что сигнал к фону по-существу два порядка, конечно существенно затрудняет понимание физических процессов и чего как прикладное значение результата, конечно важно в подавлении этих фонов и понимании какие процессы мы можем убрать, как выделить, чтобы лучше видеть сигнальный процесс. Ну, наверное, нет смысла рассказывать все что у меня написано в отзыве, не буду перечислять основные результаты, потому что это понятно. И, на самом деле, важно еще то для данной диссертации, что для того, чтобы проделать эту работу, она собой включает как моделирование, как теоретические аспекты, так экспериментальные, всю эту совокупность. И работа-то на самом деле гигантская, потому что попытаться связать все эти вещи вместе, требует огромных сил, как компьютерных, но понятно, что для того чтобы наладить компьютерные вещи самому надо в этом понимать все, использование нейронных сетей так, ну то есть сделана гигантская работа. И во многом может быть вот это вот достоинство, что работа сделана большая, оно вызвало те недостатки, к которым я перейду в этой работе. Просто так много материала, что для кандидатской вписывать трудно, то есть вот вообще у меня возникло впечатление, когда читал первые пятьдесят-шестьдесят страниц, я думаю, как хорошо, какой красивый русский язык, а потом к концу диссертации начались проблемы с опечатками и то что автор видно, что перевел с английского текста на русский, может даже автоматически. И многие аспекты не стал включать. Значительный объем работ, просто видно, что здесь диссертация не при чем, к сожалению, это для читателя в чем-то затрудняет чтение, ну потому что не весь формат полностью представлен, но с другой стороны понятно, что если весь, то диссертации было бы ну, наверное, страниц двести пятьдесят точно. Поэтому основные замечания, ну которые, как опечатки, я не буду указывать, неправильные ссылки формул, ну просто в LaTeX – одно и то же имя использовали для описания формул, но возникла опечатка. Единственное что я, может быть, отмечу два пункта, которые было бы полезно. Ну, про то, что ссылки на некоторые работы, больше для студентов полезные, вам не найти – это ладно, а то, что некоторые данные, такие как таблицы 4.1 и 4.2, вообще непонятно откуда берутся и самое важное вот когда идет вопрос по поводу выбора для фонов переменных, то есть сказано, что есть набор переменных там 11-ая и 12-ая, но с одной стороны написано, что эти переменные были предложены раньше и непонятно что именно было предложено и второе, критерий, который в статье текст сокращен, непонятно какие конкретно



критерии. То есть есть, скажем «loose-критерий» и результаты «strong», а что эти критерии дают, вот это не указано, а, наверное, это было бы полезно, в том числе для будущих работ для ЛНС, что, когда последующие исследователи берут те же самые критерии, используют и мы видим, что здесь до двух порядков фонов была подавлена и сигнал/фон стал в 1.5 - 2 раза больше, ну, я считаю, что вот эти выбранные критерии были полезны для других исследователей тоже, чтобы это было указано в тексте диссертации, считаю это было бы полезно. Ну, при всех этих замечаниях, как я уже раньше сказал, что проблема важная полученный результат, во-вторых огромный объем переработанных данных, огромная выполненная работа, поэтому нет никаких сомнений, что работа удовлетворяет всем требованиям, предъявленным к кандидатской диссертации, а соискатель заслуживает присвоения названия кандидата физ.-мат. наук.

**Председатель:** Спасибо. Георгий Анатольевич, отвечайте пожалуйста на замечания.

**Голованов Г.А.:** В первую очередь спасибо Василию Вадимовичу за очень детальное рассмотрение работы и за детальный отзыв. Я тоже согласен со всеми критическими замечаниями. В первую очередь хочу отметить, что действительно расширение тех, или иных аспектов внутри работы и более детальную информацию по тем, или иным критериям, она действительно просто увеличивает работу и не позволяет включить все эти вещи из-за ограниченного объема. Что касается переменных, которые перечислены, в диссертации говорится, что, как бы, автором, предложен набор предметов, которые позволяют уменьшить фон. Действительно приводятся ссылки, откуда эти переменные взяты, и я хочу здесь уточнить, что переменных действительно немного и они известны давно в литературе, а автором была только сделана систематизация и отбор переменных, которые являются наиболее оптимальными и наиболее эффективными с точки зрения подавления фона и выделения сигнала.

**Председатель:** Спасибо. Андрей Львович Катаев, пожалуйста, прошу Вас, огласите Ваш отзыв.

**Катаев А.Л.:** Я из Института ядерных исследований и теоретик. Должен вам сказать, что мне довелось слушать третий раз выступление Георгия Анатольевича и каждый раз узнаю что-то новое и интересное. Первый раз на нашем институтском семинаре в Институте ядерных исследований, второй раз на Балдинской конференции, где были доложены не только эти результаты, но и результаты более поздних работ, которые не были включены в данную диссертацию в коллаборации D0, в которой участвовал Георгий Анатольевич и тоже очень интересные результаты. Ну и в общем-то производит впечатление очень высококвалифицированного человека, ученого, настоящего ученого, сложившегося ученого. При чем сложился он как специалист, на мой взгляд, не только в процессе обучения в этой лаборатории, но также контакты с зарубежными коллегами и работе в Соединенных Штатах Америки, в международных коллаборациях, о чем кстати говорит его блестящий английский язык. Здесь нужно сказать два слова. Почему этот эксперимент был



сделан, это совершенно ясно, потому что предыдущий эксперимент сделан на SPS, результат которого получен на UA1 коллаборации, он имел огромные ошибки и собственно говоря не ясно кто это, константа это, или не константа, поэтому D0 этим заинтересовались, но этот результат здесь, в определенном смысле, был придуманным, несмотря на то, что Fermilab перестал существовать, но данные-то остались и доказано, что эти как раз данные продолжают обрабатываться и возможно какие-то новые результаты еще и появятся. Ну и конечно положительной чертой, очень большой положительной чертой данных исследований является связь с результатами исследований на Большом адронном коллайдере, при чем насколько мне известно из ответов на вопросы, из обсуждений, Георгий Анатольевич как-то потихоньку вникает в то, что происходит на Большом адронном коллайдере при измерении аналогичных измерений. Как мы видим ошибки-то лучше, которые были получены коллаборациями ATLAS и CMS, более того в D0 коллаборации ошибочки-то поменьше. Так что тут возможно есть еще, значит, куда двигаться и более того первые и последние измерения, которые были представлены коллаборацией ATLAS и CMS это тоже является весьма положительным моментом всей диссертации, данных результатов и работы Георгия Анатольевича.

Должен вам сказать, что, ну это естественно, что результаты, которые уже были опубликованы, я не буду вообще говорить, описывать содержание диссертации в целом, которую я с интересом прочел, у нас состоялась плодотворная дискуссия, много обсуждали по этому поводу и, я пока озвучу положительные моменты и отрицательные моменты, что собственно говоря мне не очень понравилось в данной диссертации. Да, в результате мне конечно очень понравилось, что проведенные исследования дали возможность, собственно и особенно вот эти самые три точки, которые переведены на графике, они дали возможность развить и описать эти три точки в рамках квантовой хромодинамики в работе Блока, Докшицера, Франкфурта и Стрикмана, опубликованной в European Journal of Physics в 2014 году, насколько мне известно, при публикации D0 коллаборации, они еще не сделали этой работы, они обсуждали эту возможность, они не знали как это делать и в работе 2014 года это сделано полностью. Ну и безусловно, очень приятно, что люди, которые работают на LHC и в частности из Института ядерной физики Московского университета, они думают о том, как развивать квантовую хромодинамику для LHC для изучения трехпартонного рассеяния в рамках КХД. Это сделано Снегирёвым и опубликовано в Phys.Rev.D в 2014 году. Как известно, Снегирев является членом коллаборации CMS. В данном случае, мне кажется, что дальнейшее возможное сотрудничество группы, которая сделала результаты, оно может быть по крайней мере интересным. Ну, здесь уже говорилось о том, что Георгий Анатольевич имеет хорошие компьютерные данные, ну и мне здесь очень понравилось, что он продемонстрировал искусство владения искусственными нейронными сетями, это действительно искусство, для разделения сигнальных и фоновых событий к процессу фотон плюс три адронные струи, а также пониманию устройства активно использующихся для моделирования различных процессов в настоящее время компьютерных программ PYTHIA, SHERPA, которые подправлялись непосредственно этими данными и уже в настоящее время используются. Ну



то, что основные результаты уже были рассказаны в данной диссертации я бы, повторил, конечно, это измерение эффективного, так называемого сечения. Но это, на самом деле параметр, как понятно уже из обсуждения, которое было представлено в данной диссертации, это не есть сечение как таковое, а есть некий параметр, который извлекается из экспериментальных данных. Ну и также конечно очень интересный результат, который сделан в уже, в уже, собственно говоря, не в рамках коллаборации, а с двумя соавторами из Объединённого института ядерных исследований, вместе с руководителем, это изучение фона к распаду Хиггсовского бозона на  $b\bar{b}$ , который можно извлечь из данных D0 коллаборации. И это весьма актуально потому как, и да кстати, это было сделано до того, как Хиггс бозон был сделан, там масса Хиггсовского бозона была фиксирована просто как параметр, сейчас это стало более актуально, потому как повышается точность:  $b\bar{b}$  видят, ну  $c\bar{c}$  – тоже видят,  $t\bar{t}$  – тоже видят в коллаборации CMS, а фон, в точности, достаточно интересный. Вот. Ну, здесь также мне хотелось бы отметить, что прочтение диссертация приводит к благоприятному впечатлению об экспериментальной квалификации её автора, а также и пониманию теоретического объяснения полученных результатов и об отличном и хорошем владении современной компьютерной программой моделирования экспериментального языка. Ну, здесь уже говорилось, что в какой-то момент работа написана на хорошем языке, а затем вдруг переходит на какой-то как бы из английского языка и это замечено. Ну, возможно это связано с тем, что работы были сделаны в Fermilab'е, написаны и делались обсуждения не только с соавторами из Объединённого института ядерных исследований, но и с соавторами из коллаборации, что хорошо, ну, на мой взгляд хорошо, так как Георгий Анатольевич, он мог найти контакт с коллабораторами других стран. Ну, в ряде форм замечены очевидные опечатки и недочеты, так трехпетлевое определение ренорм-группы бета-функции квантовой хромодинамики, впервые аналитически вычисленной в ЛТФ ОИЯИ в 1979 году, приведено в формуле 1.4 с очевидной, но устранимой опечаткой. Далее, функции партонных распределений, формулы 1.6, 1.7 и 1.9, имеют различное обозначение. В формулах 1.6, 1.7 используется заглавная английская буква F, а в формуле 1.9 – строчечная. В описании и в вводной части диссертации встречаются и более серьёзные теоретические недочеты, и некорректные утверждения. Например, несмотря на то, что обработка данных производится в следующем за лидирующем порядке теории возмущения квантовой хромодинамики, определение константы связи квантовой хромодинамики в формуле 1.5 приведена лишь в лидирующем приближении, в котором упомянутое значение масштабного параметра  $\Lambda_c$  равняется 200 МэВ. На самом деле 250 МэВ в  $\overline{MS}$  схеме, ну в общем близко, но это значение лидирующее, использовалось только лидирующее значение. И есть определенная не состыковка с приведенной на рисунке 1.1 энергетической зависимостью константы связи КХД, извлеченной из характеристик различных процессов с учетом высших поправок теории возмущений, в которой  $\alpha_s$  при массе Z-бозона среднемировое значение 0.118. Следует тут подчеркнуть, что при обсуждении партонных распределений группы STEQ6.5, автор диссертации проявил большую, большую теоретическую осведомленность чем, возможно, а может быть и какую-то и лучше, чем даже, собственно говоря,



оппонент и выделил, использующиеся в компьютерном пакете JETPHOX, нестандартный подход к определению масштабов перенормировки, факторизации и фрагментации этих партонных распределений. Данное обсуждение позволяет понять, что использовавшийся подход к фиксации масштабов, имеет аналогию с определением масштабов применения в случае Бродского-Лепаж-Маккензи, которые достаточно детально используются и изучаются в Лаборатории теоретической физики, и ее достоинства и недостатки в высших порядках теории возмущений. Ну, и этот метод он хорошо согласуется, его можно согласовать с ренормализационной группы. К недостаткам диссертации также следует, на мой взгляд, отнести недочеты при цитировании ряда работ. Так в ссылке тринадцать, ссылка тринадцать имеет такой вид: "Prof. J.W. Stirling – private communication" – не указана ни дата этого сообщения, не указан ни сайт откуда взята данная картинка и так далее. Ну, это возможно, на мой взгляд, в этом месте следовало уточнить ссылку на рисунок 1, им построенный, там и так далее. Есть еще аналогичная ошибка о неточной ссылке 80 "The scale choice is suggested by M. Fontannaz and J.P. Guillet. Private communication", не исключено, что и в этой ссылке можно как-то найти что-то новое. Ну, в данном случае, сделанные замечания не снижают ценность сей диссертации в целом, не окажется что, безусловно, Георгий Анатольевич Голованов заслуживает присуждения ему степени кандидата наук. И мне здесь только хочется порекомендовать ему в дальнейшем, ну не терять этот контакт с правлением, с представителями коллаборации LHC, но и возможно внести своё понимание, попытаться внести своё понимание и опыт, в те самые работы, которые сейчас ведутся на Большом адронном коллайдере, но и еще будут, естественно, есть еще определенные вещи для рассмотрения. Ну, вот собственно говоря всё, что я хотел сказать.

**Председатель:** Спасибо, Андрей Львович. Георгий Анатольевич, пожалуйста, отвечайте.

**Голованов Г.А.:** В первую очередь хочу поблагодарить Андрея Львовича за очень развернутый отзыв и серьезную глубокую оценку работы и конечно же полностью согласен со всеми комментариями и со всеми недочетами, которые были упомянуты и конечно в дальнейшем постараюсь больше внимания уделять деталям при цитировании и прочим вещам, но тем не менее действительно некоторые моменты сложно как бы ввести в рамках какой-то серьезной цитаты, когда авторы теоретических работ, или авторы каких-то программ, которые делают феноменологические исследования, просто в рамках общения, переписки по e-мейлу, делают какие-то свои, так сказать, предложения, которые еще не вышли, не напечатаны. Но, тем не менее, хочется организовать в виде ссылки, сказать, что это как бы не взято из головы и действительно посовещено теми или иными авторами.

**Председатель:** Спасибо. Ну что ж, дорогие коллеги, сейчас нам надо устроить хотя бы небольшую дискуссию. Пожалуйста.

**Алексеев Г.Д.:** С места, или нужно выйти?



**Председатель:** Как угодно, лучше вообще-то выйти, а то оборачиваться всем надо.

**Алексеев Г.Д.:** У меня три незамечательных, можно сказать, информационных момента, которые, по-видимому, были бы отражены Николаем Борисовичем Скачковым, но в его официальном отзыве этого нет, поэтому я считаю нужным это сказать. Первый момент касается вот собственно этой работы. Значит обычно, когда группа входит в какой-то большой эксперимент, а наша группа вошла на стадии реконструкции, апгрейда, то она присоединяется, как правило, присоединяется к текущей активности, в том числе физического анализа, каким-то группам. В данном случае, та работа, которая была сейчас доложена, защищена, тематика была предложена собственно группой Николая Борисовича Скачкова, ну в рамках нашего проекта D0 и она была относительно новой для D0 и группа, в частности диссертант, Георгий Анатольевич, они стали лидирующими людьми в большой международной коллаборации, такой как D0, Георгий Анатольевич заработал там очень серьезный авторитет и они занимались на очень высоком уровне и в общем-то стали в конце концов одними из лидеров по группе КХД. То есть это не только впервые, как там правильно отмечено, но это и впервые в коллаборации просто предложено и получен результат такой. Это очень важный момент для диссертации, а теперь вот по поводу собственно личности диссертанта. Тут правильно было отмечено его высокий уровень как экспериментатора, который обрабатывает и анализирует данные, осваивает нейронные сети, компьютеринг, но он еще в процессе работы в проекте, довольно хорошо и глубоко разобрался в хардверной, железной части установки, в особенности нашей мюонной системы, который был вкладом нашего института в D0, вот, и в частности как, так сказать, остаток материальный в дело, он был соучастником написания развития программ медленного контроля slow-control для нашей подсистемы и оценки старения системы – ageing, на основе вот экспериментальных данных, которые набирались в том числе во время его высокой светимости в конце Run'a. К счастью, ageing'a там не обнаружено, система совершенно адекватная, без старения отработала весь Run II. Это что касается хардверной компоненты его знаний. И третий момент, вот этого развития того, что оппонент выразил пожелание, что необходимо, желательно вернее, чтобы он не разрывал связь с этой интересной тематикой и продолжил, например, в LHC, он высказал пожелание. Я могу сказать, что уже в рамках нового проекта, который сейчас Дубна соучаствует, это PANDA на FAIR на комплексе, там конечно  $\sqrt{s}=5$  с копейками ГэВ, 15 ГэВ антипротонный пучок, fixed-target установка, но тем не менее, вот исходя из физического интереса, интерес не только сверхвысокие энергии, но и, грубо говоря, отодвинутся вот хотя бы в средние энергии. Так вот на PANDA, в проекте PANDA, Георгий Анатольевич предполагает развивать, мы ему сделаем предложение, предполагает развивать это направление уже вот в новом проекте. Это не исключает того, что Вы упомянули LHC, но вот в проекте PANDA, это дело будет безусловно продолжено, так сказать другое поле с исследованиями для многопартонных взаимодействий низкоэнергетических. Вот эти три момента, которые я хотел отразить для диссертанта.



**Председатель:** Можно я прокомментирую про PANDA. PANDA когда будет результаты давать?

**Алексеев Г.Д.:** *(смеется)* Да это не комментарий, это вопрос.

**Председатель:** Не, не, это вопрос. На самом деле, как бы это сказать, в нем как бы содержится ответ.

**Алексеев Г.Д.:** Ответ – да! Частично, частично.

**Председатель:** Поэтому, на самом деле, замечание, или там предложение. Предложение оппонента, что надо об LHC подумать, как раз своевременное очень, а PANDA – это *(смеется)*.

**Алексеев Г.Д.:** Нет, не исключая, я же сказал, не исключая LHC, вот получилось так, то что высокие энергии уже в руках, а это как журавль в небе, хотя энергия 15 ГэВ. В двух словах. Мы с PANDA, формально если брать первое предложение уже 13-ый год, мы, имея финансирование, абстрактное, подписанное на высоком уровне, как вот Александр Григорьевич хорошо знает с 2008 года. Путин буквально подписал финансирование с участием ОИЯИ. Мы имеем прекрасный проект с 2012 года, принятой мюонной системы, принятый коллаборацией, с 2014 года его принял FAIR, после дополнительных вопросов, что мы сделали за два года. Так вот с 2014 года, там были пертурбации, что Панду вообще антипротонную программу хотели закрыть. Сейчас известно следующее, антипротонная программа, то есть накопитель HESR будет сооружен в FAIR, на FAIR, PANDA, как установка, будет, вопрос с финансированием дебатруется.

**Председатель:** Очень хорошо. Я просто хочу сказать, что мы сильно ушли от предмета заседания.

**Алексеев Г.Д.:** Вопрос такой, если кратко: «Когда будет PANDA, в смысле подхода к результатам?». Ответ – я не знаю.

**Председатель:** Ну, я тоже не знаю.

**Алексеев Г.Д.:** Но с двадцатого года, формально двадцать первого начинается.

**Председатель:** Хорошо. Пожалуйста, в дискуссии кто-нибудь еще желает выступить у нас.

**Глаголев В.В.:** Может все-таки вопрос можно?

**Председатель:** Пожалуйста. Нет, дискуссия, она не исключает вопросы. Можно.

**Глаголев В.В.:** Ну вот как было сказано, что группа занимается исключительно многопартонными взаимодействиями, но вот на графике я вижу две точки D0, которые не соответствуют последним измерениям. Можно это как-то объяснить?



**Голованов Г.А.:** Да, конечно, спасибо за вопрос. Ну, во-первых, действительно многопартонными взаимодействиями, даже в рамках коллаборации D0, занимается не только наша группа, то есть группа которая работает в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ. Мы начинали это, но впоследствии даже внутри коллаборации уже появились другие люди, которые тоже помогали и нам и впоследствии занимались другими каналами. Но что касается отличия этих точек, то это вряд ли связано с физическим, в смысле с качеством проведенной работы и то что мы не принимали прямого участия в этой работе. Это связано скорее всего, что если вы обратите внимание, то в эти каналы связи с чармонием, где имеется в виду и участвует как процессы глюонные. Поэтому не исключено и это подтверждает еще, может быть не совсем опубликованные до конца, но уже представленные на конференциях результаты в коллаборации LHCb, и которые тоже используют такие же конечные состояния с  $J/\psi$  и прочее. То есть это впоследствии также будет видно и на других коллаборациях, поэтому здесь скорее всего лишь физический эффект, нежели вопросы, которые можно задавать по качеству проведенной работы.

**Глаголев В.В.:** Эти точки были получены позже ваших?

**Голованов Г.А.:** Да, они значительно позже. Здесь, к сожалению, не приведены года, но у них, спустя там уже несколько лет после этого. И сейчас точки, которые хотят показать LHC, они уже современные. Скоро тоже будут сочетаться, так сказать соответствовать, тем точкам, которые заявлены.

**Глаголев В.В.:** Но если это другой физический эффект, может быть не стоило приводить их на графике?

**Голованов Г.А.:** Вполне возможно здесь основная идея была показать, так сказать, уже опубликованные работы на данный момент с приведением конкретной работы, которая в диссертации опубликована. Ну и просто, то есть это именно измерения, связанные с эффективным сечением, то есть в независимости от того какие конечные состояния.

**Глаголев В.В.:** Спасибо.

**Председатель:** Хорошо. Еще какие-нибудь... Да, пожалуйста.

**Ольшевский А.Г.:** Я бы хотел своим выступлением поддержать предполагаемое положительное решение по этой диссертации по разным причинам. Я знакомился с диссертацией, она на меня произвела исключительно благостное впечатление. Может я там не дочитал до конца, но мне язык понравился и в начале и ближе к концу тоже более или менее. То есть диссертация действительно очень ясная и хорошо написана, но особенное впечатление на меня произвел сам предмет исследования. Я вообще с большим пиететом всегда относился к этой части нашей науки и, безусловно, особенно к людям, которые её продвигают вперед, в этом смысле вот присутствия наших уважаемых оппонентов, Василия Вадимовича, а особенно Андрея Львовича, на меня тоже произвело большое впечатление. В этой науке, как мне всегда



казалось, эта наука представляет собой, ну, занятия этой наукой, требуют некой систематичности, поскольку данных очень много, ну как-то достаточно сложно всё-таки ориентироваться в этом предмете. Так вот, мне кажется, что диссертант не только разобрался в ней, но и действительно внёс очень интересный вклад, который фактически образовался на стыке теоретических предложений и исследований с экспериментальными данными, с получением экспериментальных данных. И это меня особенно радует, поскольку мне кажется, что этот результат, по сравнению с какими-то, может быть предыдущими однопартонными, что ли, представлениями, он является, в каком-то смысле, следующим порядком, что ли, понимания в этой науке и это мне кажется очень важно. Ну, вот, наверное, и все.

**Председатель:** Спасибо. Так, у меня такое впечатление, что можно у дискуссии черту уже подводить. Да? Хорошо, тогда полагается претенденту на ученое звание предоставить ещё возможность выступить напоследок перед голосованием.

**Голованов Г.А.:** Спасибо. Ну, я хотел бы поблагодарить весь диссертационный совет, председателя и секретаря диссертационного совета за прежде всего интерес, проявленный к работе. Также я бы хотел поблагодарить своих оппонентов Андрея Львовича Катаева, Василия Вадимовича Мочалова тоже за серьезное отношение к работе, за очень глубокое исследование и, соответственно, отзывы, которые были сделаны. Так же отдельно поблагодарить своего научного руководителя Николая Борисовича Скачкова и начальника Экспериментального отдела физики адронов, Геннадия Дмитриевича Алексева, ну и всех коллег, и сотрудников Лаборатории ядерных проблем и коллаборантов по коллаборации D0. Спасибо!

**Председатель:** Спасибо. Хорошо, давайте, Галина Анатольевна, предложения по счетной комиссии нам тогда.

**Ученый секретарь:** Ну, значит у нас по списку далее идут Калининков, Комаров и Ольшевский. Вот такую комиссию мы предлагаем выбрать для голосования.

**Председатель:** Хорошо. Есть ли какие-то возражения? Не видно. Кто за то, чтобы избрать такую комиссию, прошу поднять руки. Нам положено, да, голосовать?

**Ученый секретарь:** Да, открытым голосованием.

**Председатель:** Спасибо. Против? - Нет. Воздержались? - Нет. Тогда комиссию прошу приступить к работе

*(Идёт голосование)*

**Председатель:** Пожалуйста, Владимир Геннадиевич, оглашайте.

**Калинников В.Г.:** Вами избранная счетная комиссия процедуру голосования произвела. Состав диссертационного совета утвержден в



количестве 23 человек, присутствовало на заседании 16 членов совета, в том числе докторов по профилю рассматриваемой диссертации 7, роздано бюллетеней для голосования 16, осталось не розданными 7, в урне оказались все 16 бюллетеней. Результаты голосования по вопросу присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук Голованову Георгию Анатольевичу: За - 16; Против - нет, Недействительных - нет. Прошу утвердить протокол счетной комиссии.

**Ученый секретарь:** Так, кто за то, чтобы утвердить протокол? Прошу поднять руки. Против, воздержались – нет. Утверждаем! Поздравляем!

**Председатель:** Теперь пожалуйста давайте сосредоточимся ещё напоследок на «Заключении». «Заключение» я, честно говоря, прочитал тоже ничего не увидел, чего хочется править. Ну тогда у нас совсем простая задача, последняя – утвердить протокол. Кто за то, чтобы утвердить протокол? Спасибо. Против? Воздержались?

**Ученый секретарь:** (*поправляет*) «Заключение».

**Председатель:** Да, извините, «Заключение», да, «Заключение». Конечно, это «Заключение». Ну, утверждаем! Всё! Спасибо всем за работу!

Председатель

Диссертационного совета



Русакович Николай Артемьевич

Ученый секретарь

Диссертационного совета



Карамышева Галина Анатольевна