

СТЕНОГРАММА

заседания № 17-03 диссертационного совета Д 720.001.02
на базе Международной межправительственной организации
Объединенный институт ядерных исследований
от 19 октября 2017 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 Леонович	- доктор физико-математических наук
Никитин Владимир Алексеевич	- 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:

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
Тютюнников Сергей Иванович	- доктор технических наук

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

Батюня Борис Владимирович	- доктор физико-математических наук
Капишин Михаил Николаевич	- доктор физико-математических наук
Кекелидзе Владимир Дмитриевич	- доктор физико-математических наук
Малахов Александр Иванович	- доктор физико-математических наук
Панебратцев Юрий Анатольевич	- доктор физико-математических наук
Ставинский Алексей Валентинович	- 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
Зайцев Лев Николаевич	- доктор технических наук
Коваленко Александр Дмитриевич	- доктор физико-математических наук
Ширков Григорий Дмитриевич	- доктор физико-математических наук

Малахов А.И.: Мы начинаем наше заседание. Присутствуют 22 члена нашего совета, для кворума достаточно 21. По специальности докторов наук у нас тоже достаточно, 7 человек сейчас имеется, достаточно было бы и троих. Объявляю защиту Апариним Алексеем Андреевичем диссертации на соискание ученой степени кандидата физ.-мат. наук по специальности 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц. Название диссертации: «Скейлинговые закономерности в рождении кумулятивных частиц и частиц с большими поперечными импульсами в протон-ядерных столкновениях при высоких энергиях». Научный руководитель Токарев Михаил Владимирович здесь присутствует. Официальными оппонентами являются: Пантуев Владислав Сергеевич доктор физ.-мат. наук Институт Ядерных Исследований Российской Академии Наук, ведущий научный сотрудник. И второй официальный оппонент: О कोरोков Виталий Алексеевич доктор физ.-мат. наук, доцент МИФИ, профессор кафедры физики, он по уважительной причине отсутствует, но его положительный отзыв имеется. Таким образом, у нас все есть, что необходимо, естественно есть соответствующие документы, с которыми я предлагаю познакомиться нашего секретаря. Валентин Александрович, пожалуйста, ознакомьте членов совета с документами, которые имеются в деле.

Арефьев В.А.: В совет поступило заявление от соискателя Апарина Алексея Андреевича с просьбой рассмотреть и принять к защите его диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Была назначена комиссия по рассмотрению выполнения формальных требований диссертации в составе докторов Строковского и Батюни и меня. Комиссия дала положительное заключение. На заседании диссертационного совета 13 апреля 2017 года диссертация Апарина Алексея Андреевича была принята к защите. Своевременно были опубликованы на сайте ОИЯИ в соответствии с требованиями правил текст диссертации и текст отзыва научного руководителя.

Апарин Алексей Андреевич родился 10 февраля 1989 года, город Троицк Московская область, гражданство российское, образование высшее. Окончил Московский государственный университет имени Ломоносова физический факультет, обучался на дневной форме обучения. Получил диплом, копия которого у нас имеется. Специальность: физика атомного ядра и частиц, присвоена квалификация физик. Свободно владеет английским языком, не имеет ученой степени и ученого звания, 43 публикации, список прилагается. С шестого по двенадцатый год он учился в университете и одновременно с десятого по двенадцатый год работал в ОИЯИ техником. С 2012 по 2016 год – младший научный сотрудник в ОИЯИ, с 2016 по настоящее время – научный сотрудник. С 2012 по 2015 год учился в аспирантуре учебно-научного центра в ОИЯИ, закончил ее. В результате обучения в аспирантуре, получил справку об обучении, в которой указаны сданные им кандидатские экзамены, все три экзамена сданы отлично. Бывал в командировках служебных, успешно со всем справлялся. Имеется положительное заключение организации, где была выполнена диссертация в виде заключения научно-технического совета лаборатории физики высоких энергий. Имеется отзыв ведущей организации НИЦ Курчатовский Институт «Институт теоретической и экспериментальной физики». Имеются отзывы

официальных оппонентов и отзыв научного руководителя доктора Токарева Михаила Владимировича. Все документы соответствуют требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней.

Малахов А.И.: Так, вопросы какие-то по документам есть? Нет. Тогда мы предоставляем слово диссертанту для краткого изложения сути диссертации, пожалуйста.

Апарин А.А.: Спасибо за предоставленную возможность. Я постараюсь кратко изложить суть моей работы. Как уже было сказано, я Алексей Апарин представляю диссертацию на соискание степени кандидата физ.-мат. наук по специальности 01.04.16. Называется моя работа: «Скейлинговые закономерности в рождении кумулятивных частиц и частиц с большими поперечными импульсами в протон-ядерных столкновениях при высоких энергиях.» Цели исследования. Это проверка принципа самоподобия в кумулятивном рождении пионов в протон-ядерных соударениях при высоких энергиях. Построение скейлинговой функции Ψ от z и параметра подобия z для рождения адронов в кумулятивной области p_A столкновений в экспериментах с фиксированной мишенью на ускорителях У70 ИФВЭ и протонного синхротрона ФНАЛ. Проверка скейлинговых закономерностей кумулятивного рождения пионов и заряженных адронов при высокой энергии - угловая, энергетическая и A -зависимости функции Ψ от z . Сравнение спектров рождения пионов в импульсном и z представлениях в некумулятивной и кумулятивной областях. Проверка универсальности формы функции Ψ и аддитивности фрактальной размерности ядер. Предсказание импульсных спектров рождения пионов в p_A столкновениях в глубоко-кумулятивной области. Поиск сигнатур фазовых переходов в плотной ядерной материи в экспериментах с фиксированной мишенью на ускорителях У70 ИФВЭ и протонного синхротрона ФНАЛ. И последнее, использование метода z скейлинга для оценки эксперимента с фиксированной мишенью на детекторе STAR, с целью установления наиболее подходящей для поиска сигнатур фазовых переходов в ядерной материи постановки эксперимента. Данное исследование является актуальным. Я зачитаю основные причины актуальности. Впервые построена скейлинговая функция Ψ от z и параметр подобия z для рождения π мезонов в кумулятивной области в p_A взаимодействиях при энергиях У70 и протонного синхротрона ФНАЛ. Впервые изучены свойства z -скейлинга в кумулятивном рождении заряженных пионов и адронов в протон-ядерных взаимодействиях при импульсах протона в лабораторной системе от 18 до 400 ГэВ/с. Установлены энергетическая, угловая и A зависимости скейлинговой функции Ψ в широкой области значений параметра подобия z . Получено подтверждение самоподобия рождения пионов в исследованной области. Впервые на основе скейлинговых свойств функции Ψ от z , установленных для рождения пионов в протон-ядерных столкновениях в кумулятивной и некумулятивной областях, предсказаны импульсные спектры пионов и заряженных адронов с большими поперечными импульсами в глубоко-кумулятивной области при энергиях У70 и протонного синхротрона ФНАЛ. Сформулированы критерии поиска новых явлений в кумулятивных процессах с большими поперечными импульсами: нарушение закона аддитивности или резкое изменение фрактальной размерности ядер. Также, предложена аналитическая

зависимость скейлинговой функции Ψ на основе универсальности ее формы в кумулятивной и некумулятивной областях в протон ядерном взаимодействии.

На защиту выносятся следующие положения: результаты анализа экспериментальных данных ИФВЭ и ФНАЛ по кумулятивному рождению пионов и заряженных адронов в протон-ядерных столкновениях: свойства z -скейлинга в рождении заряженных адронов в pA столкновениях в кумулятивной области энергетическая, угловая независимость и степенное поведение скейлинговой функции при больших значениях параметра подобия z , зависимость Ψ и z от номера атомного ядра, свидетельствующие о самоподобии рождения пионов в ядерной среде в некумулятивной и кумулятивной областях. Процедура построения скейлинговой функции Ψ для рождения π мезонов и неидентифицированных адронов в протон-ядерных взаимодействиях в широкой области кинематических переменных. Предсказание импульсных спектров рождения π мезонов и неидентифицированных адронов в pA столкновениях в глубоко-кумулятивной области при энергиях $U70$ и протонного синхротрона ФНАЛ. Предложение об использовании z скейлинга как метода поиска новых физических закономерностей при кумулятивном рождении частиц, образующихся в адрон-ядерных взаимодействиях при высоких энергиях. Здесь приведен список публикаций по теме исследования включает 10 наименований. Первые семь входят в список, рекомендованный ВАК для опубликования результатов. Работа неоднократно докладывалась на различных международных конференциях, семинарах и совещаниях. Основная идея моей работы состояла в анализе экспериментальных данных по инклюзивным сечениям рождения заряженных частиц в кумулятивной области в протон-ядерных столкновениях при высоких энергиях. Для этого использовался феноменологический подход z скейлинга. Объясняется выбор данной кинематической области несколькими факторами. Столкновения протонов с ядрами используются для сравнения как с протон-протонными столкновениями, так и с ядро-ядерными. За счет выбора кумулятивных процессов, в которых материя дополнительно сжата, образование частиц более чувствительно к условиям среды. Значит, одной, одной из причин данного исследования являлась попытка найти новые явления, в частности фазовые переходы, либо локализацию критической точки в плотной ядерной материи. Чтобы проиллюстрировать то, что я только что сказал, , представлена фазовая диаграмма в терминах температура от барионного химического потенциала. Была сделана попытка установить точные координаты фазового перехода между состояниями адронный газ и кварк-глюонная плазма, либо координаты критической точки. Я напоминаю, что понятие кумулятивных частиц, кумулятивного эффекта, было впервые введено в работе 71 года. И, далее в своей работе я ввожу такое определение, что кумулятивной называется частица, энергия которой превышает максимально допустимую для протон-протонных столкновениях при данной кинематике.

Далее, в главе 2 приведен формализм метода z скейлинга. Z скейлинг основан на фундаментальных принципах, таких как локальность, самоподобие и фрактальность, и основная идея метода заключается в том, что мы можем перейти от динамических характеристик, описывающих процесс рождения частицы, таких как энергия столкновения, импульс частицы, угол ее вылета, к единственной безразмерной, что важно, функции Ψ и соответствующему ей безразмерному параметру z . С

использованием, естественно, неких внутренних модельных параметров, которые обозначаются δ_1 и δ_2 . Здесь представлена схематика бинарного процесса, в котором рождается, собственно, инклюзивная частица, которую мы потом измеряем. Сталкиваются объекты с импульсами, массами p_1, m_1, p_2, m_2 и сталкивающиеся объекты в данной модели обладают внутренними характеристиками δ_1 и δ_2 , соответственно, которые отвечают за структуру этих объектов. Здесь приведено определение того как конструируется переменная z . Ее удобно разложить на две части. Первая часть z_0 , здесь приведено ее определение. Она зависит только от динамических характеристик процесса. Здесь показана, некая математика, значит, на что нужно обратить внимание? Что это просто замена переменных, но самое важное здесь, то, что все эти переменные зависят исключительно от скалярного произведения четырехмерных векторов. И, соответственно, от произведений масс частиц. То есть, все эти величины являются Лоренц-инвариантными. Это самое важное на данном слайде. Далее, вторая часть переменной z – это Ω , в которую как раз и входят модельные параметры. Также, в нее входят величины x_1 и x_2 , которые являются долями импульса сталкивающихся объектов, долями импульса, которые идут непосредственно на образование нашей инклюзивной частицы, которую мы регистрируем и соответствующей ей системы отдачи. Здесь же отражено поведение z , которое позволяет назвать ее фрактальной мерой. То есть, z неограниченно возрастает при неограниченном росте разрешения, при котором мы смотрим на наш процесс. Значит, для того, чтобы определить величину долей импульсов x_1 и x_2 , мы должны минимизировать разрешение Ω^{-1} для всех конституэнтных подпроцессов, приводящих к образованию инклюзивной частицы, с учетом закона сохранения. То есть нужно решить данную систему из двух уравнений. Далее. Здесь приведено определение того, как выглядит величина Ψ от z . Я не буду подробно на этом останавливаться. Все все это подробно изложено в главе 2 диссертации и, также, в приложении А. Далее глава 3. В ней описаны результаты анализа экспериментальных данных, полученных также на У70 и ФНАЛ, в экспериментах, опубликованных в данных статьях. Эксперименты по столкновению протонов с протонами и протонов с ядрами в некумулятивной области рождения частиц. На что тут важно обратить внимание? Было установлено, как из протон-протонных, так и из протон-ядерных соударений, что данные в терминах инклюзивное сечение в зависимости от поперечного импульса, как можно видеть на графиках, при различной энергии столкновений, сечения зависят от энергии столкновений. И, как можно видеть здесь, в протон-ядерных столкновениях оно также зависит от типа ядра мишени. на следующих двух графиках те же самые данные, полученные в тех же самых экспериментах, представлены в зависимости величины функции Ψ от параметра z . Как можно видеть, в данном представлении точки уже не зависят от энергии столкновения. И, также, из данных по протон-ядерным соударениям была установлена A -зависимость функции Ψ . Значит, если подобным образом учитывать A -зависимость, то все точки, начиная от гелия до свинца, все точки описываются одной функцией, которая зависит исключительно от атомного номера. Значит, данный, данный явный вид функции α получен исключительно из фитирования точек по столкновению протонов с различными типами ядер. Значит, здесь нужно подчеркнуть, что параметры δ , о которых я говорил, для нуклона были установлены из протон-протонных соударений и данный

параметр равен 0.5. Для ядер параметр δ находится по закону аддитивности, то есть для ядра мы берем параметр δ для нуклона и умножаем его на количество нуклонов в ядре. Одной из сигнатур возможной новой физики, например, фазовых переходов было бы резкое отклонение от данного закона для параметров δ для ядра.

Далее глава 4. Переходим непосредственно к исследованию экспериментов трех различных групп, полученных во ФНАЛ и У70 по рождению частиц в кумулятивной области. На данном слайде представлены данные, полученные группой Лексина на протонном синхротроне во ФНАЛ, полученные при столкновении протонов с импульсом 400 ГэВ/с с 6 различными типами ядер. И исследовался выход инклюзивных частиц под 4 углами от 70 до 160 градусов. На данных графиках представлена зависимость сечения выхода положительно заряженных пионов от полного импульса частиц. Линией на каждом графике обозначена граница кумулятивного рождения. То есть, можно видеть, что верхние точки, это выход под углом 70 градусов, нижние точки – это выход под углом 160 градусов. То есть, при увеличении угла, у нас все больше точек заходит за границу кумулятивного рождения. Далее, подобные же графики, полученные группой Золина на ускорителе У70. Исследовались столкновения протонов с двумя импульсами 18 и 58 ГэВ/с. Столкновения с 6 типами ядер мишеней и выход пионов под углом 159 градусов, как положительно заряженных, так и отрицательно заряженных. Соответственно, точно так же графики представляют собой зависимость сечений от полного импульса и линией обозначена граница кумулятивного рождения частиц. То есть, здесь мы можем видеть, что уже довольно много точек лежат за границей кумулятивного рождения. И третий исследованный, набор данных, полученный группой Гапиенко на ускорителе У70. Исследовались столкновения протонов с импульсом 50 ГэВ/с с 4 типами ядер-мишеней и выход частиц под углом 35 градусов. В своей работе я обрабатывал неидентифицированные адроны, заряженные положительно и отрицательно, которые были представлены в данной работе. Таким же образом, как на предыдущих слайдах, представлены данные сечений от поперечного импульса. Линией так же обозначены границы кумулятивного рождения. Все эти точки, которые за границей, соответствуют частицам, рожденным в кумулятивной области. Далее был сделан пересчет данных по инклюзивному рождению от величин зависимости сечений от импульсов, полных, либо поперечных, в зависимости функции Ψ от параметра z . Это те же самые данные, полученные теми же тремя группами, но в зависимости Ψ от z . Что мы можем наблюдать на данных графиках? Что, очевидно, у нас пропала зависимость от угла вылета частиц. Далее, это уже не столь очевидно, но из сравнения графиков для всех трех наборов данных, мы можем также утверждать, что пропала зависимость от энергии столкновения, от угла вылета частиц, как я сказал и сохраняется та A -зависимость, которая была установлена ранее для некумулятивных частиц. Также необходимо отметить, что на данных графиках группы Гапиенко лучше всего видно, что при увеличении параметра z , поведение функции описывается степенным законом, то есть z в степени $-\beta$, который параметризуется подобным образом. Далее, каким образом мы параметризовали всю функцию во всем диапазоне z . Для этого оказалось очень удобно использовать функцию Цаллиса, которая на данный момент широко применяется для описания спектров как на экспериментах в ЦЕРН, в Брукхэйвене и во многих других. Оказалось, что данные в z представлении, также

хорошо описываются этой функцией. Здесь приведен явный вид функции Цаллиса, который мы использовали для фитирования своих данных. И основная идея при моей работе заключалась в следующем: был поставлен вопрос: сможем ли мы описать одной и той же функцией все три набора данных, если зафиксируем параметр q . В данной функции параметр q отвечает за асимптотическое поведение функции Цаллиса. И был поставлен такой вопрос, сможем ли мы описать все данные, зафиксировав этот параметр. Вначале мы построили параметризацию для некумулятивного рождения данных по протон-дейтронным столкновениям, которые есть на данном графике. Но, как можно видеть, область малых z довольно слабо представлена в данных некумулятивного рождения. Поэтому, в дополнение к ним, был добавлен всего один набор данных по столкновению протонов с танталом, которые дальше уходят в область малых z . И, соответственно, на этом комбинированном наборе был окончательно фиксирован параметр q , который оказался равен 1.08. Значит, приведено значение χ^2 на количество степеней свободы. Он оказался чуть больше 9, что нас вполне устраивает, так как представленные данные разнятся на 12 порядков. Промежуточные итоги представлены на данном слайде. Здесь представлены три существенно различных набора данных. Это рождение частиц при больших поперечных импульсах в некумулятивной области, рождение частиц при малых поперечных импульсах в кумулятивной области и рождение частиц с большими поперечными импульсами в кумулятивной области. Что является для нас наиболее важным? Что все три набора данных при существенно различных кинематиках процесса описываются одной и той же функцией, параметризованной в том виде, о котором я говорил на предыдущем слайде. Что также стоит отметить? Одной из целей, заявленной в диссертации, являлась попытка найти фазовые переходы, либо какие-то новые физические эффекты. Соответственно, явной сигнатурой таких эффектов было бы резкое отклонение от обнаруженной ранее зависимости. То есть, например, резкие разрывы в поведении данной функции Ψ , либо резкие флуктуации при каких-то значениях. Однако, на данных графиках мы ничего подобного не видим. То есть мы не можем утверждать, что были обнаружены какие-то новые эффекты в исследованных данных.

Далее 5 глава. В 5 главе, используя установленный вид зависимости функции Ψ от z , был сделан обратный пересчет в термины сечений, зависимости сечений от импульсов. Соответственно, полных, либо поперечных для тех же самых частиц, той же самой кинематики эксперимента. Значит, показываю в том же самом порядке. Первый это группа Лексина. Здесь представлено отношение экспериментальных точек к точкам, полученным с использованием модели z скейлинга. Как можно видеть, отклонения у нас есть на уровне не более 50 процентов, что можно объяснить малой статистикой, полученной в данном эксперименте. То же самое для группы Золина. Опять пока, показываю коридор ошибок для отношения сечений эксперимента к модельным данным. Здесь тоже отклонения не превышают 50 процентов. То же самое объяснение, то есть, недостаточная была статистика. Последний набор данных, где статистика была максимальна, то же самое отношение эксперимент к модели. Здесь уже отклонения не превышают 30 процентов.

6 глава. Было сделано предложение к проведению эксперименту с фиксированной мишенью на детекторе STAR. В данный момент, на детекторе STAR существует

программа по исследованию столкновений ядер золота с ядрами золота на фиксированной мишени данной конфигурации. То есть, пучок ядер золота налетает на ядерную мишень, установленную на входе в детектор STAR. Соответственно, исследуется поведение частиц, вылетающих в переднюю полусферу. Существует другая возможность постановки данного эксперимента. Пучок продолжает идти с этой стороны, а мишень устанавливается на выходе из детектора. Тогда будет исследовано рождение в заднюю полусферу, то есть частиц, рожденных от фрагментации мишени. Мы анализировали две возможные постановки эксперимента, с точки зрения z-скейлинга. Здесь приведен расширенный формализм метода для ситуации с ядроядерными столкновениями. То есть для учета эффектов, возникающих при столкновении ядер с ядрами, потребовалось дополнительно модифицировать использованный метод и ввести туда параметры, отвечающие непосредственно за плотную ядерную материю, образованную при столкновении ядер с ядрами. Соответственно, система уравнений, здесь приведены определения, как конструируется параметр z . Система уравнений уже состоит из 4 уравнений, так как у нас есть 4 модельных параметра и, что для нас здесь самое важное, на что стоит обратить внимание, вот данная величина u_a , которая представляет собой долю энергии, которой обладает рожденная инклюзивная частица, после прохождения плотной ядерной среды. Это доля полного импульса, которой обладала частица в момент рождения, которой она обладает при входе в наш детектор, то есть, после прохождения среды. Почему это важно? Потому что, чем больше энергии частица теряет до того как мы ее регистрируем, тем меньше полезной информации она нам может дать по факту ее регистрации. Мы пытались найти область, в которой данная величина потерь энергии была бы минимальной. То есть на данном графике представлена зависимость величины u_a от поперечного импульса инклюзивных заряженных отрицательно пионов, полученных в столкновении золота с золотом при энергии 9.2 ГэВ. Как можно видеть, представлены данные для 4 различных углов вылета, от угла 11 и 8 градусов до угла 140 градусов. На данном графике видно, что величина $1 - u_a$, которая равна потерям энергии, уменьшается при увеличении угла вылета частицы. В связи с этим, мы говорим о том, что с этой точки зрения предпочтительна постановка эксперимента, при котором бы изучалось рождение частиц в заднюю полусферу, то есть, при максимально возможном угле.

Перехожу к заключениям, которые сформулированы в диссертации. Был проведен систематический анализ экспериментальных данных по кумулятивному рождению заряженных адронов в протон-ядерных столкновениях в диапазоне импульсов протона от 18 до 400 ГэВ/с в рамках модели z-скейлинга. Проведено сравнение полученных результатов с результатами анализа некумулятивного заряженных пионов в протон-ядерных столкновениях с большими поперечными импульсами. Получено указание об универсальности формы скейлинговой функции в кумулятивной области. Проведен анализ кинематики столкновений протонов с ядрами в зависимости от типа ядра, импульса и угла вылета инклюзивной частицы. Выполнена проверка свойств функции Ψ в столкновениях протонов с ядрами: подтверждена универсальность функции Ψ , ее независимость от энергии столкновения, импульса и угла вылета частицы, ее степенное поведение в области больших z , примерно больше 4. На основе установленных свойств

z-скейлинга предсказано поведение импульсных спектров заряженных адронов в протон-ядерных взаимодействиях в глубоко-кумулятивной области при малых и больших поперечных импульсах. В рамках подхода z-скейлинга проведен поиск характерных сигнатур фазового перехода в ядерной материи в исследованных экспериментальных данных. Не найдено убедительных указаний о нарушении скейлинга в исследованной области. С целью поиска фазовых переходов и критической точки в ядерной материи, образующейся в столкновениях золота с золотом, сделано предложение к постановке эксперимента с фиксированной мишенью на детекторе STAR. Указана кинематическая область и сигнатуры для поиска фазовых переходов и критической точки.

На этом презентация закончена, спасибо за внимание.

Малахов А.И.: Спасибо. Переходим к вопросам, если они есть. Степан Степанович Шиманский, пожалуйста.

Шиманский С.С.: Туда, или отсюда можно?

Малахов А.И.: Лучше подходить, чтобы было слышно на записи.

Шиманский С.С.: Так, пожалуйста, покажите мне диаграмму вашего фазового перехода между состояниями ядерной материи, я хочу прокомментировать. Первые, первые, по-моему, слайды, что вы там изучать собираетесь? Какие там отношения, где и чего. Стоп. Вот, вот эту. Так еще раз покажите, где ваша точка критическая?

Апарин А.А.: Где наша критическая точка? Это, понимаете, некая визуализация.

Шиманский С.С.: Так, хорошо, вы предполагаете в кумулятивных процессах изучать какое состояние материи? Покажите на диаграмме то состояние, которое соответствует процессам, ответственным за кумулятивные процессы. Где эта точка или область, где эта материя, которая соответствует кумулятивному образованию частиц?

Апарин А.А.: Так в этом и состоял основной вопрос.

Шиманский С.С.: То есть, вы не знаете?

Апарин А.А.: Ну, если мы проводили поиск фазовой границы, то да.

Шиманский С.С.: То есть, до вас кумулятив изучают и не знают, где эта область, где какие состояния ядерные?

Апарин А.А.: Нет, где кинематическая область известно.

Шиманский С.С.: Вот у вас диаграмма фазовых состояний. Покажите, где область вещества, которая ответственна за природу кумулятивных процессов.

Апарин А.А.: Нет, как я могу это показать на некой визуализации?

Шиманский С.С.: На этой есть диаграмме. Вот там, видите, где нейтронные звезды? Это холодная плотная барионная материя. Вот там вот у нас. Значит, область известна. Вы, почему-то, про критическую точку начинаете, которая к этой области не имеет никакого отношения. Так, вопрос такой, смотрите. Вы историю знаете z скейлинга, правильно? Она начинается там с начала девяностых годов. Там были, до Ψ были N скейлинг, да, там функция N от z .

Малахов А.И.: Степан Степанович, вопросы сейчас.

Шиманский С.С.: Вопрос очень простой, очень долгая история этого всего, да, везде докладывается, почему ни одна коллаборация не взялась за такую замечательную вещь и не представила коллаборация анализ данных вот в этом z анализе?

Апарин А.А.: Почему не взялась? Неоднократно докладывалось от коллаборации STAR.

Шиманский С.С.: Еще раз,

Апарин А.А.: от коллаборации STAR

Шиманский С.С.: от коллаборации ни одной публикации в журнале нет. Вы можете на конференции докладывать, что мы представляем материал коллаборации, вот анализ этих данных. Ваши все публикации, они связаны, то есть вы берете данные, и, как говорится, анализируете чужие. Так, понятно. Теперь покажите вот картинку, сейчас скажу, 32 слайд. 32 слайд, вот видите, рядом вот данные протвинские, да, и вот картинка показана. Значит, показываю, значит, эти данные промерены при интенсивностях пучка 10^{13} . То есть, это, практически, максимальная точка, куда можно продвинуться. Нам авторы предлагают пойти на уровень 10^{-17} . Вы вообще, в принципе, знаете, какие сечения могут быть измерены? Вот что такое 10^{-17} в миллибарнах?

Апарин А.А.: Сечения могут быть измерены?

Шиманский С.С.: Где область вообще доступная для экспериментального измерения? Знаете здесь?

Апарин А.А.: На данный момент?

Шиманский С.С.: Вот у вас.

Апарин А.А.: Ну, эксперименты же не стоят на месте, мы продвигаемся в область все более малых и малых сечений.

Шиманский С.С.: То есть, вы считаете, что до 10^{-15} миллибарн, 10^{-17} можно пройти экспериментом?

Апарин А.А.: мы на это надеемся.

Шиманский С.С.: Значит, справка, значит это 44 степень, да, чтобы было понятно, минус 44 сечением, да. Значит, насколько я помню, нейтрино взаимодействие, по моему, 10 в минус 42. Я просто комментирую.

Малахов А.И.: Сейчас больше вопросов должно быть.

Шиманский С.С.: Ну, я вопрос задал, человек не отвечает, он не знает.

Малахов А.И.: Ну, не отвечает, так не отвечает.

Шиманский С.С.: Дальше, определение кумулятивного как вы сказали? Повторите, пожалуйста, что такое кумулятивные процессы?

Апарин А.А.: Так, кумулятивные процессы это, кумулятивные частицы, я говорил определение, это частицы, которые обладают энергией большей, чем максимально разрешенная в протон-протонных столкновениях при данной кинематике.

Шиманский С.С.: То есть, вы считаете, что в протон-протонных нету кумулятивных состояний вещества, невозможно изучать?

Апарин А.А.: По данному определению – нет.

Шиманский С.С.: То есть, и вы считаете, оно полное определение?

Апарин А.А.: Да.

Шиманский С.С.: Ну, понятно.

Малахов А.И.: Хорошо, спасибо. Пожалуйста, еще вопросы есть? Да, пожалуйста.

Батюня Б.В.: У вас диссертация, я бы сказал, скорее теоретическая. Вы сравниваете модель с какими-то экспериментами. Ну, это я думаю, все знают, понятно, вообще, ничего плохого в этом нет. То есть, я к тому, что сказал Степан Степанович. Теперь

второе. Значит, ну тут немало было разговоров о том смысле, скажем, физическом и что там есть. У меня такой вопрос, вот, например, протон-ядро. И я сейчас не говорю о кумулятивной области, потому что вы тут довольно много говорили и не о кумулятивной, ну, понятно, потому что много результатов было сделано ранее по некумулятивной части. Значит, например, протон ядро сейчас широко обсуждается физиками при сравнении с ядро-ядро и протон-протон. Ну и видны эффекты, потому что, конечно, всех интересует как раз тот самый переход и кварк-глюонная плазма и существует ли она в протон-ядро взаимодействии, про которое вы тут упоминали. Или есть какие-то эффекты, которых достаточно только в протон-ядро. И сравнение, например, данных, ну скажем, фактор ядерной модификации, я думаю, вы знаете. Значит, они довольно сильно разнятся – ядро-ядро, протон-ядро. И на этом делается заключение, что протон-ядро не достает до фазового перехода, который соответствует кварк-глюонной плазме. Это довольно-таки сильное утверждение. А есть у вас, понимаете, скажем, механизмы в ядре, которые там, теневого, там, эффекты и так далее, которых достаточно. Ну эффект Кронины, конечно, обсуждается там. Значит, если мы берем z скейлинг, я так понимаю, что вы возьмете хоть ядро-ядро, хоть протон-ядро, и тогда вот эту разницу вы просто не увидите. Так получается?

Апарин А.А.: Не совсем так. То есть, значит, если мы просто возьмем ту модель, которой мы описываем протон-ядерные данные, то она не сможет описать данные ядро-ядерные. Именно в связи с этим и возникла необходимость введения дополнительных параметров в модель, которые отвечают непосредственно за образованную плотную ядерную материю в столкновениях ядер с ядрами. То есть, например, фрактальная размерность области столкновения.

Батюня Б.В.: У меня более конкретный вопрос. То есть, вы опишете z скейлингом и те, и другие данные как ядро-ядро или протон-ядро, несмотря на то, что есть довольно существенное отличие, скажем, в механизмах, которые видны в других моделях?

Апарин А.А.: Ну, если использовать данный расширенный формализм, и сказать, что в протон-ядерных столкновениях эти величины, то есть u_1 , u_a и u_b равны 1, то есть потерь нету. То, да, можем описать.

Батюня Б.В.: Там речь о каком-то скейлинге, вот так я понимаю.

Апарин А.А.: В принципе, да.

Малахов А.И.: Так, еще, другие вопросы, если есть, пожалуйста. Владимир Алексеевич, прошу вас.

Никитин В.А.: Итак, вы не обнаружили. Ну, во-первых, я хочу выразить свое, можно сказать, восхищение, что таким образом вы описали этим подходом огромный массив экспериментальных данных. Это очень впечатляет, так что это очень интересный и хороший результат. Вопрос мой. Фазовых переходов или каких-то неожиданных явлений смены режима вы не нашли. Но весь мир утверждает, что видит фазовый переход. И даже более того, утверждается такие детали как, что это материя, которая образовалась на этапе фазового перехода сверхтекучая и даже сверх-сверхтекучая. То есть, мир сейчас считает, что открытие кварк-глюонной плазмы состоялось. Почему вы этого не делаете, вот такого утверждения?

Апарин А.А.: Нет, с утверждением, о том, что было получено новое состояние, кварк-глюонная плазма, мы и не спорим. Здесь немножко в другом стоял вопрос. Мы

пытались локализовать область перехода от одной фазы к другой. И посмотреть, есть ли какие-то яркие сигнатуры, которые нам позволят утверждать, что при данной кинематике процесса у нас происходит переход из одной фазы в другую. К сожалению, подобного заявления мы сделать не можем. Однако, это совершенно не значит, что мы отрицаем наличие второй фазы. Просто исследование непосредственно кварк-глюонной плазмы не было задачей данной работы. В данной работе была сделана попытка найти границу перехода.

Никитин В.А.: У меня еще один вопрос. Вот, это действительно, еще раз я хочу сказать, впечатляющее достижение. Но есть ли другие группы в мире, которые следуют по этому пути? И, если нет, вот, как Шиманский вас спрашивал, то это несколько, с одной стороны, это плюс вам, что вы пионеры и остаетесь пионерами долгое время. А с другой стороны, нас настораживает, почему никто не увлекся этой замечательной идеей? Или все исчерпано на этом пути?

Апарин А.А.: Я думаю, еще не исчерпано. Тут сложно дать какой-то конкретный ответ. Я, если позволите, обращусь немножко к истории. На первую работу, в которой была описана стандартная модель, то есть, приведен лагранжиан стандартной модели, за первые 5 лет была всего одна ссылка, по-моему. На теорию, которая сейчас является основной и базовой для вообще всей физики частиц.

Никитин В.А.: Может быть еще будет, да?

Апарин А.А.: Может быть еще будет.

Никитин В.А.: То есть, будет воспринято потом. И у меня замечание, вот покажите, где вы ссылаетесь на определение кумулятивного эффекта. Там вы ссылаетесь на работу Балдина 71 года. Я позволю себе напомнить, что кумулятивный эффект, насколько я помню, был открыт впервые группой Свиридова-Ставинского, экспериментальной группой, где они исследовали спектр пи мезонов, рожденных в дейтрон-ядро взаимодействиях. И оказалось, что, вместо того, чтобы остановиться на 5 ГэВ, пи мезоны ушли на 7 ГэВ. То есть, они действительно приобрели импульс не от одного нуклона ядра первичного ядра дейтрона, а от двух или там. То есть, вот это и есть такой коллективный кумулятивный эффект. Эта работа, мне кажется, 69 года

Шиманский С.С.: Семьдесят первого, Владимир Алексеевич,

Никитин В.А.: Она была раньше, за которую авторы получили премию ОИЯИ.

Шиманский С.С.: Семьдесят первого работа года.

Никитин В.А.: Я думаю, по крайней мере, Александр Михайлович подвел итог некий уже, сформулировал вот в этой работе, на которую вы ссылаетесь, это правильно. Но еще я думаю первые вот первый оригинальный источник тоже стоит упомянуть.

Шиманский С.С.: Это не правильно.

Малахов А.И.: Спасибо. Будет дискуссия, вы выступите, если надо будет. Сейчас у нас вопросы.

Батюня Б.В.: Еще можно?

Малахов А.И.: Вот Строковский еще пока не задавал.

Строковский Е.А.: У меня короткий вопрос, вы показывали новые параметры s и ϵ на последнем слайде. У меня вопрос такой, они от атомного номера как-то зависят или нет? То, что названо тут теплоемкостью среды, в кавычках, понятно что и фрактальная размерность, по-видимому, рожденной материи.

Апарин А.А.: Нет, данные параметры от атомного номера не зависят, поскольку они описывают не сталкивающиеся объекты, а уже непосредственно саму среду, которая из них получилась после столкновения. То есть, ответ на вопрос, нет, от атомного номера эти параметры не зависят.

Строковский Е.А.: Но в протон-протонных столкновениях эти параметры не появляются? Или появляются?

Апарин А.А.: Не появляются.

Строковский Е.А.: Не появляются. Спасибо.

Малахов А.И.: Борис Владимирович.

Батюня Б.В.: Я хотел еще спросить, о предложении на STAR. Мы знаем историю кумулятивного эффекта и предложения были. За рубежом не очень это воспринималось когда-то. На NA 4, я, например, помню, были такие предложения. У вас обсуждалось на STAR, вы делали в рамках коллаборации такое предложение? И как на это реагировали?

Апарин А.А.: Нет, официального формального предложения к эксперименту мы не делали. Обсуждалось на рабочих совещаниях возможность подобного эксперимента, ну и до сих пор обсуждается.

Батюня Б.В.: Это и есть официально, если на рабочих совещаниях STAR это дело предлагали и там это рассматривали физики. У вас такое было?

Апарин А.А.: Такое было.

Батюня Б.В.: И что в результате?

Апарин А.А.: Ну, пока им более интересна такая постановка с рождением в переднюю полусферу. Ну, и, опять же, нет такого большого энтузиазма к кумулятивным процессам, насколько я понимаю. Нет большого энтузиазма, то есть, пока наше предложение не приняли.

Малахов А.И.: Спасибо, еще? Капишин, пожалуйста.

Капишин М.Н.: Вот у вас в заключении написано: подтвержден закон аддитивности фрактальной размерности ядер. Можете вы проиллюстрировать, как это подтверждено?

Апарин А.А.: Подтверждение состоит в том, что весь анализ проводился в предположении, что фрактальная размерность ядра, δ_a получается путем умножения количества нуклонов в этом ядре, то есть, атомного номера этого ядра на фрактальную размерность одного нуклона. Соответственно, если бы данное предположение не работало, то есть не было бы подтверждения закона аддитивности, то на данных графиках мы бы не смогли описать одной функцией все наши точки. То есть, некоторые точки выбивались бы из этой функции. Так как мы этого не видим, мы говорим о том, что закон сохраняется.

Капишин М.Н.: Понятно. Вы здесь при вычислении используете генератор HIJING для вычисления плотности столкновений при быстроте 0. Известно, что модели отличаются в предсказаниях и, если вы померили эту плотность на HIJING, то QGSM даст другую. Вы даете в конце уже параметры фита без ошибок. Логично было бы показать, какая модельная зависимость этих параметров при применении другой модели. Как-то, как-то исследовали это или нет?

Апарин А.А.: Начну с того, почему мы использовали HIJING. Нам требовалось для начала установить хотя бы примерные значения плотности множественности частиц, так как из экспериментов мы их не могли получить. Был использован один генератор,

действительно HJING. Да, данные величины в генераторах являются модельно зависимыми. Пока мы не сравнивали поведение величины данного параметра, данных параметров, полученных в разных моделях.

Малахов А.И.: Так, Георгий Леонович, у вас вопрос? Пожалуйста.

Мелкумов Г.Л.: Да, я хочу спросить. Конечно вот, что касается фазовых переходов, критической точки, в каком-то смысле в диссертации в этой работе является немного притянутым, скажем так. Если вы согласны или нет. Это первое. А второе, можно ли сказать, что все-таки главное достижение, вот всего того, что вы говорили, это, вообще говоря, такое весьма такое сильное описание, унифицированное, в широкой области реакций, энергий, импульсов и так далее. Ну, а точнее, в общем-то, универсальный способ параметризации широкого диапазона реакций. Включая энергии, углы и все такое... Здесь, мне кажется, никто не будет, в этом смысле, против этого возражать и ставить под сомнение.

Апарин А.А.: Значит, я частично соглашусь. То есть, я не совсем понимаю, вы имеете в виду параметризацию как некий просто математический аппарат? Но, нет, здесь, в данном методе не только голая математика. То есть, все-таки, базовые физические принципы заложены, а уже из них идет построение всех математических выкладок. То есть, собственно как и в любой модели, сначала даются вводные физические принципы, потом на основе решения уравнений математических есть некоторые выходные значения, которые мы проверяем на различных кинематиках процессов столкновений и рождения частиц.

Мелкумов Г.Л.: Да, но принципы, о которых вы говорите известны были существенно раньше и использовались во многих моделях, теориях и так далее. То есть это не то, что вы можете сказать, что есть какая-то новая, новое в теории или описании физического процесса? Это известно, в принципе.

Апарин А.А.: Нет, в принципе, безусловно, известно.

Мелкумов Г.Л.: И вы используете очень хорошее описание там

Апарин А.А.: Видимо, я не совсем понимаю вопрос. То есть, ну да, принципы известные.

Мелкумов Г.Л.: Что вам не понятно, параметризация там.

Апарин А.А.: Нет, ну, что имеется в виду под словом параметризация?

Мелкумов Г.Л.: А вот то, что вы, сводите так сказать, описываете 10 порядков сечений

Апарин А.А.: Нет, ну, мы же их, мы же их не вручную сводим. Мы не вводим туда дополнительные какие-то подгоночные коэффициенты, скажем так. То есть были написаны уравнения один раз, зафиксированы. То есть, вот, найдены, допустим значения дельты для нуклона. И дальше мы уже с этим не меняем это значение от эксперимента к эксперименту. Мы смотрим, может ли при данном значении, при данных параметрах модель описать все больше и больше кинематических классов.

Мелкумов Г.Л.: Спасибо.

Малахов А.И.: Он еще на первый вопрос не ответил. О притянутой за уши критической точке.

Мелкумов Г.Л.: Я думаю, он не будет спорить.

Апарин А.А.: Нет, я все-таки попробую возразить. Естественно, это большая физическая задача, поиск фазового перехода. И, безусловно, не только мы ей занимаемся. И, я

считаю, что одни группы занимаются исследованием с использованием одних методов. Мы занимаемся с использованием своих методов.

Мелкумов Г.Л.: Но вы провоцируете снова спросить то, что Шиманский спрашивал, тогда скажите, где, граница фазового перехода? Назовите, энергию, барионную плотность. Ну, ладно.

Малахов А.И.: Ладно. Алексей Ставинский, пожалуйста.

Ставинский А.В.: Вы знаете, я вот смотрю на эти картинки. Я чуть издалека вопрос задам. Здесь используется дважды логарифмический масштаб. Из-за этого эти функции все вот какие-то такие сложные. А давно еще, в самых первых экспериментах возникло важное, на мой взгляд, наблюдение, что все эти спектры выглядят экспоненциально. И, в свое время, я помню, что мой научный руководитель, Георгий Александрович Лексин считал, что если обнаружена такая простая закономерность, что эти спектры в каком-то масштабе выглядят так просто, то это есть некая симметрия, обнаруженная в природе, которая не случайна. И она позволяет сразу большое количество произвольных функций свести к произвольному количеству параметров. Что, конечно, есть знание новое. И, в частности, в той работе Балдина, на которую вы ссылаетесь. Я считаю, что это правильно вы на нее ссылаетесь, потому что, хотя экспериментально кумулятивный эффект был открыт в той работе, про которую Владимир Алексеевич говорил здесь и на которую просил вас тоже ссылки вставлять. Но, тем не менее, действительно, эта работа очень важная была для понимания того, что происходит. И там, кстати, были оценки сделаны, которые как раз объясняют эту экспоненциальность. Возрастая через зарядность в маленький объем флуктуаций ядерных, попасть. То есть, у всей этой науки есть некоторое понимание. Мне кажется, что масштаб, который вы выбрали, усложняет это понимание, это шаг назад. И, когда там обсуждаются отклонения от экспоненты, то они действительно обсуждаются некоторые фазовые переходы и какие-то новые закономерности, но, например, при больших кумулятивных числах должны как-то сказываться Паули запреты. Что-то в этом духе. И, какие-то изменения должны происходить. Но все это обсуждается с учетом того, что открыта некоторая упрощающая закономерность. Она у вас скрыта. Вместо этого появляются некоторые функции, которые, с одной стороны достаточно вялые, на них нет никаких особенностей и в этом смысле они тривиальные, а с другой стороны они выглядят так, как некая непонятная вещь. Зачем это сделано? Почему вы ушли от простых вещей, которые люди здесь обнаружили?

Апарин А.А.: Ну, то есть, насколько я понял вопрос, вы говорите о том, что данные спектры, зависимость сечений от импульсов описываются степенным поведением, экспонентой. Соответственно, зачем мы перешли от простого описания к описанию подобной функцией, которая параметризуется функцией Цаллиса. Как можно видеть на графиках, в простом экспоненциальном описании присутствуют зависимости от угла вылета, от типа ядра мишени, от энергии столкновения. То есть, от большого набора кинематических, динамических характеристик процесса. То есть мы каждый раз должны получать много динамических переменных и сравнивать данные только при тех условиях, что у них совпадает весь этот набор характеристик. Мы же перешли к функции, которая на самом деле не настолько сложная, у которой всего 3 параметра в нашей параметризации функции. У функции Цаллиса, я имею в виду, три параметра и

вот в этом представлении уже нет зависимости ни от угла вылета, ни от энергии столкновения. То есть, мы можем сравнивать более широкий класс процессов. И в этом как раз и состоит основной выигрыш.

Ставинский А.В.: Мой вопрос о масштабе выбранном. Зачем выбран дважды логарифмический масштаб?

Апарин А.А.: дважды логарифмический масштаб выбран просто, так сказать, для некой визуализации, чтобы данные были более визуально понятны. Потому что потом я же привожу как раз, вот, например, отношение сечений. Потому что они не видны на дважды логарифмическом масштабе. Соответственно, выбран только потому, что у нас очень сильно меняются, меняются величины на сколько? На 12 порядков. Поэтому на линейном масштабе их просто не уместить.

Малахов А.И.: Так, еще вопросы есть?

Шиманский С.С.: Замечания можно формальные?

Малахов А.И.: Замечания можно.

Шиманский С.С.: Там просто, значит, вот прозрачка была у вас, где вы показывали данные. Двадцать вторая, пожалуйста, вот, покажите. Вот, смотрите. Значит, видите у вас там написано Гапиенко и, наконец, появился Аммосов, хотя у вас ни в тексте автореферата, ни в тексте диссертации, вы пишете все время группа Гапиенко. Хотя, уж из первого вашего выступления и выступления Токарева, я объяснял, что вот публикация. Я могу показать аннотацию.

Апарин А.А.: Аннотацию, пожалуйста, она приведена, она озаглавлена Аммосов.

Шиманский С.С.: Сейчас я про это скажу. Так вот смотрите, здесь, видите, Аммосов в рамочке, да. Я вам объяснял, что вот эти все данные набраны, когда руководителем лаборатории был Аммосов. Если вы хотите корректно соблюдать некую этику, пожалуйста, или ссылайтесь на первого автора, или, для этих публикаций, сейчас покажу, вы должны ставить это группа Аммосова. Потому что данные набирались, когда был жив Аммосов. Он в 10 году скончался, а данные набирались в 9 году. Теперь вот по этой вашей ссылке. Ваша эта ссылка, читаю название работы: «измерение выходов положительно заряженных частиц». Спектры минус появились в другой публикации, на которую почему-то вы не ссылаетесь. Это в том же году вот есть публикация: «рождение кумулятивных частиц с большими поперечными импульсами в протон ядерных столкновениях при энергии 50 ГэВ». Это ядерная физика и инжиниринг, это тоже материалы конференции секции ядерной физики. А минусов вообще не было там. Так что это вот так. Теперь еще одна вещь, которая я просто, когда взял реферат, а так как мне работа была знакома, я ее раньше смотрел, это восьмая ссылка в вашем реферате. Значит, там название, какое же там название. Там что-то пи ядро, взаимодействие, рождение, ля-ля-ля. На самом деле, название этой работы: «A-dependence of z-scaling». Совершенно другая работа. А название, видите, как бы другое, хотя ссылка та. Так что это вот еще формальные замечания.

Малахов А.И.: Спасибо, Степан Степанович. Так, еще какие-то есть выступления? В смысле вопросы? У меня вот небольшой вопрос. Вы все это сделали самостоятельно, один, кто-то вам помогал в этой работе?

Апарин А.А.: В этой работе, о которой я рассказываю, анализ всех данных я проводил сам, лично, один. Модельные вещь, то есть, z скейлинг, модель z скейлинга была установлена до меня.

Малахов А.И.: Я к чему? Я проще вопрос задам. Вот я полистал вашу диссертацию. Обычно, принято благодарить тех, кто помогал. Я не увидел здесь такого раздела. Может не нашел, правда?

Апарин А.А.: Нет, благодарностей там действительно раздела нет.

Малахов А.И.: Нет. Вот в этом мой вопрос, а почему нет? Никто не помог, действительно, или еще, в чем-то причина?

Батюня Б.В.: Руководителю должен быть.

Апарин А.А.: Это мой недосмотр.

Малахов А.И.: Понятно, спасибо. Так, ну хорошо. Тогда мы с этим вопросом закончили. Вы можете присесть там, где вам удобно. Вот. Обычно, мы там стул ставим недалеко, вы нам понадобится еще. Теперь, значит, мы переходим дальше по повестке дня. После вопросов надо дать слово научному руководителю, если он имеется. У нас имеется Михаил Владимирович Токарев, пожалуйста.

Токарев М.В.: Сколько мне времени дается?

Малахов А.И.: Да хоть до утра.

Токарев М.В.: Нет, до утра не будем. Значит, будем до обеда. Я постараюсь. Значит, во-первых, я должен поблагодарить оппонентов в первую очередь. Потому что они согласились и взяли на себя смелость научную проанализировать эти данные, их отношение к работе. Второе, я должен тоже поблагодарить совет, тоже.

Малахов А.И.: С благодарности начали, получается.

Токарев М.В.: Да, ну, так сказать, действительно, очень много выдающихся людей участвует в этом мероприятии. Это второе. Значит третье, я хочу сказать, что действительно это вещь оригинальная. Они здесь все могут проследить, что они здесь начались. Значит в ОИЯИ, там было написано достаточно подробно, этих исследований не было бы, если бы не было работ, не просто работ, а некой философии, которую развивали Балдин, Ставинский, Лексин. Надо сказать, что то, что здесь было доложено соискателем – это недостающий кусок той картины, которая уже существует. Вот были вопросы заданы можно ли применять в ядро-ядро? Уже несколько работ есть, касающихся проверки самоподобия в рождении адронов. Значит, от коллаборации на больших международных конференциях эти моменты были представлены с одобрения коллаборации. Кто участвует в коллаборациях, понимает, что, чтобы получить одобрение, надо пройти несколько кругов. Это раз. Теперь, по поводу применимости и развития. Вот этот кусок касался только кумулятивных процессов. Но этот подход уже развит и результаты есть. От энергий, начиная, примерно с 20 ГэВ, ну, там и поменьше, до энергии Тэватрона. Э-э, до энергии LHC. Я на CMS коллаборации рассказывал по поводу рождения топ кварка, по поводу джи пси, по поводу струй. То есть, не хватало у нас вот этого куска, по кумулятивному рождению. Потому что мы все надеемся увидеть вот эти четкие, яркие сигнатуры. И четкими сигнатурами, это уже тоже известные факты, это есть скачки вот этих фрактальных размерностей. То есть, это такая философия, которая развивается многими людьми. Я обращаю ваше внимание, вот, несколько раз упоминался Цаллис, но там вместе с Цаллисом еще есть Гелл-Манн. И

вот эта картина, которая развивается, не противоречит вот тому подходу. Я хочу сказать, это моя оценка, что мы очень сильно продвинулись в развитии тех методов и понимания, которые были положены здесь в лабораториях, в ЛТФ, в Ереванском институте. Поэтому это не просто параметризация, как некоторые люди хотели сказать. Это некая картина, которая позволяет двигаться дальше. И, вот, одна из целей. Все ищут фазовый переход, все ищут сигнатуры фазовых переходов, есть определенная универсальность в их поведении, но это надо увидеть. Это надо показать. Ну, как пример, я только скажу, вот, тут, мне даже кажется, довольно безграмотный вопрос был задан: «Где точка?» Я резче скажу, значит, когда вы отбираете класс событий, вы можете отобрать события с разными множественностями. Это соответствует разной степени сжатия материи. Так вот, я немножко грубовато скажу, что фазовые переходы можно искать при разных энергиях. Потому что фазовый переход характеризуется наличием безразмерных параметров и нового типа симметрий – это самоподобие. Найти положение критической точки – это найти значение безразмерного параметра подобия z с. И это можно искать при разных энергиях. Вопрос. Никто не знает, где это находится. Поэтому говорить: «Покажи, покажи», такая, немножко легкомысленная вещь. Ну, я не буду говорить, потому что я могу говорить много.

Малахов А.И.: Вы больше, чем докладчик.

Токарев М.В.: Нет, не больше, чем докладчик. Обращаю ваше внимание, что было сравнение, мы надеялись, что увидим отличие скейлингового поведения для процессов некумулятивного рождения с большими p_t . А p_t доходит там до 6-7 по ГэВ/с с кумулятивными процессами. И есть картинка, где имеется большая область пересечения некумулятивных и кумулятивных процессов. И, к сожалению, наше ожидание не оправдалось. Мы увидели, что все, имеется большая область перекрытия, и нет нарушения, нет отклонений. О чем это говорит?

Никитин В.А.: Не обязательно, к сожалению, может, к счастью.

Токарев М.В.: Значит, и так может быть.

Никитин В.А.: Не навязывайте природе.

Токарев М.В.: Нет, мы не навязываем природе.

Малахов А.И.: Михаил Владимирович, вообще-то руководитель больше говорит о диссертанте. То, о чем вы говорите, можно будет сказать во время дискуссии.

Токарев М.В.: Ну, диссертант проявил определенную степень самостоятельности. Я хочу сказать, что на все вот эти конференции, кстати, там есть и кварковая материя, он активно, сам писал, пробивался, докладывал. И, в этом смысле, мне казалось, что это правильно. Он должен сам расти. Вот если люди есть критикующие, он должен иметь, так сказать, возможность как бы находить аргументы, защищать, вот, свои исследования. В этом смысле, мне кажется, что, ну, он как бы правильно себя вел. На этом дело, конечно, не заканчивается. И он знает и понимает, что круг исследований только расширяется. Я скажу так. Тут на всю жизнь еще хватит занятий.

Малахов А.И.: Когда докторская будет.

Токарев М.В.: Ну, это все, да. Поэтому, мне кажется, что это тоже пример, как растут молодые кадры. Значит, он к нам поступил, еще учась в университете. Значит, посмотрел, так сказать, выбирал. Я скажу, что минимум 5 лет – вот подготовка, вот цена, так сказать, понимания. Он прикоснулся к настоящей науке, как она, наука,

делается. В каком коллективе она работает, кто создает, так сказать, эксперименты, новые результаты. Ну, и отношение ко всему этому. Мне кажется, что он приобрел в нашем коллективе, здесь в лаборатории многих коллег, понял, кто что стоит. Я думаю, что это хороший опыт в жизни.

Малахов А.И.: Спасибо, Михаил Владимирович. Теперь мы должны перейти к формальной части. Слово нашему секретарю, Валентину Александровичу, заключение организации надо послушать, отзыв ведущей организации и, если есть там другие отзывы в деле, надо тоже послушать. Пожалуйста.

Арефьев В.А.: Зачитывает отзыв организации, где была выполнена диссертационная работа - заключение научно-технического совета лаборатории физики высоких энергий имени Векслера и Балдина (отзыв прилагается).

Малахов А.И.: Так, как я понял, критического там нет ничего?

Арефьев В.А.: Критических замечаний нет.

Малахов А.И.: Хорошо. Тогда отзыв ведущей организации.

Арефьев В.А.: Зачитывает отзыв ведущей организации (отзыв прилагается).

Малахов А.И.: Спасибо. Там были некоторые замечания, если хотите ответить, пожалуйста.

Апарин А.А.: Да, я подготовил ответы на замечания. Значит, по поводу стилистических, грамматических опечаток и неточностей формулировок. Полностью согласен, к сожалению, присутствуют. По поводу нечетких рисунков – согласен. По поводу приведенных в главе 5 предсказаний – на рисунках презентации было добавлено отношение экспериментальных сечений и сечений, полученных на основе проведенного анализа. Также, в презентации приведены коридоры отклонений эксперимента от предсказаний модели. По поводу программного обеспечения, также согласен. Стоило сделать дополнительное приложение к диссертации.

Малахов А.И.: Хорошо, спасибо. Какие-то еще отзывы есть у нас?

Арефьев В.А.: Дополнительных отзывов на диссертацию и автореферат не поступало.

Малахов А.И.: Хорошо, спасибо. Тогда переходим к официальным оппонентам. И по правилам обычно зачитывается отзыв отсутствующего. У нас отсутствует Огороков Виталий Алексеевич. Пожалуйста.

Арефьев В.А.: Зачитывает отзыв Виталия Алексеевича Огорокова (отзыв прилагается).

Малахов А.И.: Так, спасибо. Ну, что Алексей Андреевич, ответьте на замечания, пожалуйста.

Апарин А.А.: Да, по поводу замечаний. На странице 6 допущена стилистическая неточность. Изучать, разумеется, нужно потоки различных порядков, не только второго. По поводу качества аппроксимаций согласен. Данные о значении χ^2 были добавлены в презентацию. По поводу ссылок. В работе используется следующий принцип нумерации ссылок: первым идет номер главы, через точку номер формулы в данной главе. Таким образом в приложениях и А, и Б используется следующий тип ссылок, то есть, номер главы А либо Б, через точку номер формулы в данном приложении. По поводу опечаток, как уже было сказано, полностью согласен, избежать их не удалось.

Малахов А.И.: Спасибо. Теперь мы должны предоставить слово следующему официальному оппоненту. Владислав Сергеевич Пантуев доктор физ.-мат. наук Институт ядерных исследований РАН ведущий научный сотрудник, пожалуйста.

Пантуев В.С.: Хотел бы начать, что, на самом деле, работа по оппонированию оказалась не простой. Он у нас выступал на семинаре в мае месяце. По-видимому, это было его первое выступление, поэтому оно прошло, мягко скажем, непросто. И после такого выступления у нас завязалась, как это называется, работа с диссертантом. Оппонента с диссертантом. Фактически, большую часть летнего времени мы посвятили общению. Ну, в результате, картина прояснилась, и, собственно говоря, на основе этого я составлял данный отзыв. Ну, формально я должен сказать, что это отзыв на диссертационную работу Апарина Алексея Андреевича "скейлинговые закономерности в рождении кумулятивных частиц и частиц с большими поперечными импульсами в протон ядерных столкновениях при высоких энергиях". Диссертационная работа посвящена поиску сигнатур возможного фазового перехода в процессах инклюзивного рождения кумулятивных частиц и частиц с большими поперечными импульсами в протон-ядерных взаимодействиях. Цель работы – проведение анализа экспериментальных данных, полученных в ИФВЭ и ФНАЛ, по кумулятивному рождению частиц в протон-ядерных взаимодействиях с большими и малыми поперечными импульсами при высоких энергиях в рамках подхода z скейлинга. Проведено сравнение результатов с полученными ранее для рождения частиц в некумулятивной области с большими поперечными импульсами. Следует отметить, что поиск новых скейлинговых закономерностей всегда был предметом интенсивных исследований при изучении взаимодействий частиц и ядер при высоких энергиях. Нарушения симметрий и отклонения от скейлингового поведения соответствующих характеристик, рассматриваются как проявления новых физических закономерностей. Метод z скейлинга позволяет обойтись минимальным набором параметров для описания рождения частиц в широкой области кинематических и динамических переменных. В работе продемонстрирована применимость метода z -скейлинга к специальному классу рождения частиц – к кумулятивному рождению на примере заряженных частиц в экспериментах на фиксированной мишени. Показано, что возможно описывать кумулятивное рождение в столкновениях протонов с ядрами в тех же переменных, что и поведение некумулятивных частиц. Ну, дальше я привожу собственно содержание работы и не хотелось повторяться. Единственно, что может быть отмечено, как-то здесь в представлении, в 5 главе указывается на функцию Цаллиса. И не подчеркнуто, что эта функция была предложена в 1988 году Константино Цаллисом как обобщение теории Больцмана-Гиббса. То есть, эта функция не возникла ниоткуда, это, так сказать серьезное расширение общепринятых подходов, вот, в частности Больцмана-Гиббса. Значит, главы, главы, главы. В заключении сформулированы основные физические и методические результаты диссертационной работы. Я их не буду перечислять, потому что это уже неоднократно было сделано. Ну, и вот на основании того, что было обсуждено на семинаре и на основании работы в течение лета остаются следующие замечания, собственно к диссертационной работе. Содержание главы номер 2, в которой описывается предполагаемый подход, написана весьма схематично. В ходе конструирования модели z -скейлинга и соответствующей скейлинговой функции развивается некий математический аппарат, который сам по себе носит, в общем-то, алгебраическую форму. Однако не в полной мере объяснено, на основании чего сделаны те или иные предположения и допуски. Некоторые описания

носят декларативный характер. При этом следует учесть, что методика поиска и построения скейлинговых закономерностей для инклюзивных реакций стоит в стороне от общепринятых в мировой практике для построения моделей рождения частиц. Ну, это, в частности, было уже подчеркнуто, что как бы несколько в стороне. Здесь имеется в виду, что есть эти HJING, есть RQMD и так далее. Поэтому, это требует весьма тщательной продуманной аргументации при описании всех предположений модели. Например, всем известно, что в процессах с большими передачами импульса реакции проходят на уровне кварков и глюонов с участием соответствующих структурных функций нуклона. Наблюдаемые же частицы, например, пионы, в большей своей части являются продуктами распадов мезонных и барионных резонансов. В предлагаемой модели, фактически, дается некий рецепт свертки по всем внутренним подпроцессам. Действительно, скейлинг работает, но затруднительно просто на слово принимать предлагаемые формулы и расчеты. Второе. Весьма слаба физическая интерпретация некоторых предполагаемых переменных: фрактальная мера и обоснование введения её параметров δ , использование некоторых разложений и преобразований. Например, на стр. 43 формулы 2.11-2-15 совершенно неясно зачем делается переход к переменным χ , ω , λ , α . Нет объяснения или ссылки на введение этого формализма. Повсеместно при описании фрактальностей или экспериментального разрешения подпроцесса, параметр Омега, используется основополагающий параметр «дельта». Вот здесь кажется? Нет, здесь он не указан. Значит, он, δ дельта входит такая, видели наверное, $(1 - x)^\delta$. Так вот, совершенно нет, нигде ни в диссертации, ни в автореферате не указано, а δ это какая? Отрицательная, положительная, меньше нуля, больше, меньше единицы, больше единицы? Это абсолютно не дает интерпретацию, понимания, что же происходит. Здесь уже в презентации, он это, безусловно, учел. Значит δ для протонов равняется 0.5. Чему равняется для пионов, остается вопросом открытым. Так. В главе 6 о применении модели к ядро-ядерным соударениям на RHIC имеется внутреннее противоречие. Исследование ядро-ядерных столкновений на RHIC, по крайней мере, при энергиях соударения выше 30 ГэВ, показало возможное образование нового состояния вещества, так называемой, сильно взаимодействующей кварк-глюонной плазмы. В наибольшей степени эффект проявляется в подавлении выхода частиц с большими поперечными импульсами. Собственно вот здесь и должно было быть поле деятельности по проверке скейлинга. Однако на странице 92 в параграфе 6.3 отмечено, что поведение модельных параметров используемого подхода может, быть в кавычках, «смазано». Это я использую то слово, которое, значит, было применено в диссертации. Но смазано это, вообще говоря, вы знаете, что фактор подавления в центральных столкновениях достигает 5. То есть, то есть, указывается, что модель там не работает. Значит, может быть смазано как раз потерями энергии конститuentов, в образовавшейся среде. То есть, фактически, сказано, что модель здесь не работает. Объяснением служит указание, что измеряемые частицы не являются кумулятивными при этих кинематических параметрах. Вместо этого предлагается существенно уменьшить энергию пучка до 4.6 ГэВ и даже меньше. Однако уже имеющиеся данные показывают, что эффект подавления струй, при этих энергиях отсутствует. То есть, возникает, как бы вот это внутреннее противоречие. С одной стороны, говорят, что надо спускать энергию, а данные указывают, что там, в общем-то, уже и искать нечего.

Из менее значимых, значит, замечаний следует тут простейшее. Что такое t в формуле 2.4 – ерунда. Еще раз отмечу, что понимание формул без указания параметра δ – весьма затруднительно. В некоторых формулах, в частности в формулах 2.7 и 2.8 речь идет о множественности. Однако, не указано, о полной множественности частиц или конкретного типа частиц. Ну, то, что некоторые рисунки нечитаемы, это, да, есть, указывалось. Было замечание, но вот оно конкретно здесь исправлено, что на рисунках надо было бы указать области кумуляции. Вот эти вертикальные, то есть, сейчас это в презентации сделано, в диссертации этого нет. Но, помимо этого нужно указывать, как продвигается кумулятивная, вернее, нормальная область, в случае учета ферми-импульса. Потому что ферми-импульс в некоторых случаях бывает весьма существенный и граница может быть сдвинута. Здесь, сейчас, к сожалению это тоже не сделано. На странице 63 указано, что на рисунке 4.7 данные для положительных и отрицательных пионов с высокой точностью описываются одной кривой. Однако, при внимательном рассмотрении видно, что для отрицательных пионов кривые выше. Что вполне объясняется наличием большего числа нейтронов в ядрах мишени. Отсюда возникает вопрос – нейтроны и протоны в данной модели рассматриваются идентично или нет? Аналогично, только инверсно, в параграфе 4.4 тоже при рассмотрении заряженных адронов не совсем понятен переход. Значит, у нас есть адроны – это есть композиция пионов, каонов, протонов и антипротонов. Как собственно был сделан, сделан переход от расчета пионов к адронным составляющим, то есть к совокупности вот этого компота, который входит в адроны. Ну, и вот на 4.10, там инверсное, что заряженных частиц больше, что связано там с наличием протонов. Ну, досадная опечатка, уже было указано, и эта опечатка перешла и в автореферат. Что в перечне цели исследования страницы 9 и 10 и страница 2 автореферата вместо аббревиатуры ИФВЭ указан ИТЭФ.

Тем не менее, несмотря на все вот эти замечания, которые относятся собственно к диссертации. В результате, то есть оценка идет диссертации, ну, и собственно говоря, претендент как таковой, как ученый и что он сделал. Значит, после активного обсуждения и работы с ним, я сейчас могу честно сказать, что высказанные замечания относятся к содержанию рукописи и ни в коей мере не снижают собственно ценности предполагаемой проделанной обширной работы. Все защищаемые положения справедливы. Данная работа содержит новые важные результаты, которые были опубликованы в журналах, из списка рекомендованных ВАК для опубликования для опубликования результатов представляемых на защиту диссертаций. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации. Считаю, что работа Апарина полностью соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Апарин заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по заявленной специальности 01.04.16 – физика ядра и элементарных частиц. Все.

Малахов А.И.: Спасибо, Владислав Сергеевич. Ну что, надо поработать кандидат, придется вам отвечать.

Апарин А.А.: Да, я начну по пунктам. По поводу схематичности главы 2 я согласен частично. Использованный подход и его развитие, и применение для кумулятивных процессов действительно являются оригинальными. В основе использованного подхода

лежит попытка описать столкновение структурных объектов в терминах безразмерных величин. Такой подход является продолжением и развитием подхода, основанного на применении гипотезы подобия для описания рождения адронов в столкновениях с участием ядер, предложенного, еще Балдиным, Ставинским, Лексиным и их коллегами. Возможно, присутствует некая схематичность в изложении главы 2. Использованный метод скейлинга был более подробно описан в предшествующих работах, на которые присутствуют ссылки в диссертации. Основное внимание в диссертации было уделено систематическому анализу экспериментальных данных при помощи метода z скейлинга. По поводу параметров δ и того, что не приведены их значения. Согласен. Нужно было дописать в текст числовые значения данных параметров. Параметр δ дельта является модельным параметром. Его физический смысл в том, что это характеристика структуры сталкивающихся частиц. Он не может быть прямо измерен в эксперименте. Значение δ находится из условия существования скейлинга для функции Ψ для заданного процесса рождения инклюзивной частицы при различных энергиях и импульсах рожденной частицы. Соответственно, для нуклонов был измерен ранее – значение 0.5, которое добавлено в презентацию. Для пиона значение было измерено на уровне 0.1, в презентацию не добавлено, так как столкновения с пионами я не исследовал. Так, по поводу главы 6, здесь я не усматриваю внутреннего противоречия для описания ядро-ядерного взаимодействия. Одна из мотиваций проведения программы сканирования на RHIC связана с отсутствием четких сигнатур фазового перехода. И, если, с одной стороны, экспериментально измеренное поведение фактора ядерной модификации не вызывает сомнений, то его интерпретация уже носит модельный характер. В тоже время достаточно хорошо установлены сигнатуры фазовых переходов, которые имеют место в других системах. В работе предполагается вместе с понижением энергии накладывать дополнительное кинематическое ограничение на исследуемые процессы, что может позволить вести отбор сигнальных событий с большей плотностью энергии. По поводу менее значимых. В формуле 2.4 t – это Мандельштамовская переменная t и величина $d\sigma/dt$ это дифференциальное сечение для упругого бинарного процесса. Значит, численное значение дельта я уже сказал. По поводу множественности в формулах 2.7 и 2.8 речь идет о множественности частиц, именно, данного типа. Нечитаемые символы – согласен. Да, вот, как было сказано, границы кумулятивной области добавлены на рисунки презентации. Так. По поводу нейтронов и протонов – да, в данной работе и нейтрон, и протон рассматриваются как частица с одинаковым параметром δ , равным 0.5. В параграфе 4.4. Как анализируются, как был сделан переход на заряженные адроны. Анализируются спектры тех частиц, которые приведены в оригинальных публикациях. Соответственно если это были неидентифицированные адроны, то в качестве массы, в построении величины z и функции Ψ было использовано значение 310 МэВ. Соответственно, все остальные расчеты x_1 , x_2 и всех остальных переменных велись точно таким же образом, но, с заданной массой. В рамках данного подхода вклад промежуточных резонансов учитывается только эффективно, через регистрацию инклюзивной частицы распада. И по поводу неправильного обозначения ИФВЭ и ИТЭФ, полностью согласен, очень досадная опечатка.

Малахов А.И.: Они все Курчатовский теперь. Все.

Пангуев В.С.: Вопрос есть, все таки подавление на RHICе частиц с большими поперечными импульсами, как-то все не совсем так красиво.

Апарин А.А.: Ну, это видимо, вопрос для дискуссии.

Малахов А.И.: Да, сейчас, как раз, наступил момент, когда объявляется общая дискуссия, в которой могут участвовать все присутствующие. Так что, пожалуйста, если есть желающие что-нибудь сказать, то есть такая возможность. Степан Степанович открывает дискуссию. Пожалуйста.

Шиманский С.С.: Ну, давайте я начну дискуссию. Я так бегло посмотрел диссертацию. А, так как, я за z скейлингом давно слежу, поэтому вот комментарии. Ну, во-первых, первая там глава, или это введение, где рассказывается про то, что такое фазовые диаграммы и т.д. Все, что угодно там есть, но там нет по сути дела вопроса, а чем занимается кумулятив. Каковы основные проблемы, которые не решены при изучении кумулятивных процессов. Там вообще это отсутствует. Ну, это видно и по ответам, что человек не очень понимает, что такое кумулятивные процессы. Теперь смотрите. Все время здесь говорится о поиске каких-то нарушений симметрий и так далее, и так далее. И оппоненты чего-то там про это говорят. Послушайте, а какой, собственно говоря, ищется переход? Потому что переходы разные есть. Первого рода, извините меня, у вас будут скачки. Второго рода, как говорится, вторые производные должны быть. Кроссовер, у вас вообще все будет плавно меняться. Давно известно, что все эти переходы идут. Да. Поэтому, эти вещи совершенно не понятны. Там просто какие-то общие слова говорят, а что конкретно, где, как, что будет? С чего вы решили вообще, что там должно что-то резко меняться? Там кроссовер, если есть, у вас вообще ничего меняться не будет. Будут плавные все сечения. Что на самом деле я сейчас покажу. Теперь, значит, абсолютная разница, то, что вы изучаете в ядро-ядерных столкновениях и то, что вы изучаете в pA. Даже на RHIC. То, что изучаете вы это горячую плотную барионную материю, так и называют. В pA они там даже на LHC, на RHIC говорят, изучение холодного состояния ядерной материи. Это абсолютно разные вещи, потому что вклад вот этих вторичных процессов в pA значительно меньше, поэтому вы в принципе разные вещи. Что касается кумулятива. Это вообще совершенно другая область, которую вообще невозможно изучать на больших коллайдерах. Просто невозможно. Потому что кинематически очень сложно дойти до границы. Теперь, что касается использования вот там, значит, z такое определяется. Там входит $dN/d\eta$ в области $\eta = 0$. Значит, вопрос стоит, если вы хотите использовать вот эти наши данные, то есть, pA, где у вас рождается компонент частиц, то вы должны оценить плотности для этой реакции. Теперь показываю вот ту ссылку, которую они не указали. Данные показывают, но не показывают ссылку на работу. Вот здесь есть сравнение этих данных отношений просто. Тут сразу видно, как себя ведет A-зависимость на HIJING, на HIJING идет вверх вот эта линия видите, идет вот так? Значит, кумулятивная область вот здесь начинается. Значит, вот ферми движение, оно HIJING и URQMD немножко захватывает. Но они недалеко захватывают, потому что ферми движение все достаточно быстро кончается. Но видно, что, даже в некумулятивной ни HIJING, ни URQMD не воспроизводят. То есть, как оттуда можно взять среднюю множественность для нашей области, которая вообще HIJING и URQMD, вообще ничего не может предсказать и показать? Более того, там, используя HIJING, люди извлекают A-зависимость. Но в этой

же работе есть A -зависимость, которая, конечно, не такого вида, как приводится в этих работах. Далее. Вот эта работа, из которой взяты данные. Там есть отношения h^+ к h^- минус. Потому что, если мы уже в первой только работали с h^+ , то здесь мы уже имеем h^- . Вот отношение. Вот это данные, как раз тут ссылаются на кронинские данные и данные FODS. Видно отношение. В этой области это отношение, у Суляева оно больше, до 5 доходит. Вот поперечный импульс это, примерно, там 3,5 - 4 ГэВ. В нашей области кумулятивной мы доходим вообще до 25. То есть, у вас совершенно другой режим, все поменялось, значит, эти ребята описывают, у них ничего не меняется. Более того, значит, как параметризация. Ну, известна параметризация Антона Балдина, который там описывает и подпороговые, кумулятивные, и центральные области рождения даже дейтерия, трития, антипротонов и так далее. Антитрития, антигелия, значит, вот эту параметризацию если взять и эти данные, вот это пионы показаны, да, просто вот делите на эту A -зависимость. Вы видим, что они вот все становятся константами. Когда мы взяли один параметр. Просто, у Антона, причем он сам это пишет, там есть единичка или двойка используется. Мы взяли этот параметр, тоже сделали как параметр. То есть, одним параметром мы положили все сечения на одну зависимость. А в этой работе говорится, что мы там тремя параметрами описываем. Когда был семинар, где представлялась диссертация, там как раз вот эти данные показывали. Я сказал, причем эти люди знают, что в 14, 15, 16 году мы показывали, что была проведена идентификация этих спектров. То есть, вот этот h^+ , он распался на составляющие. У людей утверждение такое, что одна и та же функция описывает это и это. Но левая часть, пожалуйста, это спектры, вот они, здесь приведены. Это протоны, пи мезоны. Вот в этой области, в конечной, пи мезонов примерно столько же, сколько трития рождается. Здесь, в основном, протоны. Пи мезонов, пи минусов, там доминируют пи мезоны и то, там очень много становится K -мезонов, это уже 50 процентов K -мезонов становится. Причем, это не важно там на легком ядре, ты смотришь, на тяжелом. Очень простая вещь, в кумулятивной области у вас мезоны задавлены. Поэтому, мне не очень понятно, как функция описывает и мезонные спектры и смесь адронов. Ответ был простой. Что мы там параметр изменили массы какой-то там. Типа, взяли не массу пи мезона, а чего-то. Ни в статьях, нигде ничего этого не описано. Что опять изменили какой-то параметр там, придумали еще один какой-то параметр. То есть, это вещь удивительная. Но, то, что касается даже пи мезонов. Пи мезоны вот сравнение, это единица, не важно, на углероде пи плюс и пи минус, они, в самом деле, одинаковые. Но в кумулятивной области совершенно другие. И изменение, этот режим, просто видно, что изменяется. То есть, вот в спектрах видно. Теперь, что касается вообще этого z скейлинга и, так сказать, моего ощущения, как я сказал, что он представляет из себя тривиальную математическую задачу. У вас есть совокупность точек в какой-то области. Я даже абстрагируюсь от всего. Вы знаете, кто учился в университете, конформные преобразования и так далее. Если вы сделаете функцию от функции, вы можете что угодно засунуть за заранее заданную область. Это тривиальная математическая задача. Вот здесь ничего другого и нет, потому что все эти технологии используются. Я просто не буду вдаваться в детали, потому что там есть x_1 , как они определяются. Все вот эти вопросы, они поднимались на куче семинаров. Как только они выступали, я им говорю, посмотрите, как там URQMD, как там HIJING. Сделайте

просто ваше описание данных с HIJINGa и URQMD, посмотрите, вы их описываете или нет. И как эти функции будут. Это было абсолютно ничего не сделано. Так же как вот с этим Гапиенко. Пишут и пишут, по-моему, с 13 года. Я им говорю, ребята, это непорядочно просто. Вам объясняют, что это сделано, когда был руководителем совершенно другой человек.

Строковский Е.А.: Степан Степанович, извините, но вы уже говорите дольше, чем докладчик выступал!

Шиманский С.С.: Вот я, поэтому не буду в детали вдаваться.

Голос из зала: А что, там еще и детали есть?

Малахов А.И.: Ну, что, каждый имеет право высказаться, так что, пожалуйста. Есть желающие? Так, Юрий Анатолиевич Панебратцев, пожалуйста. И пока он идет, я хочу сказать, что если бы Степан Степанович вот это все описал и как бы и представил нам в совет, мы могли присудить ему, наверное, кандидатскую. Давайте поработаем.

Панебратцев Ю.А.: Мне нравится, как сегодня идет защита. Коллеги, действительно в нашей среде появился талантливый молодой человек, который сделал хорошую кандидатскую работу, которая вызывает столько, так сказать, обсуждений и так далее. Безусловно, все те вопросы, которые задаются, правомерные и это актуальнейшие вопросы нашей области науки, но, все-таки, это во многом выходит за тему кандидатской диссертации. Какого рода переход, есть ли критическая точка? То есть, это то, что нейтронная звезда или не нейтронная звезда. Это все очень интересно. Но в данном случае, что он сделал, с моей точки зрения? Вот я то, что сказал Георгий Левонович, хочу сказать другими словами. Можно сказать параметризация, да, можно сказать, как Михаил Владимирович говорит, теория. А можно сказать на современном языке, вот big data, data mining и всякие такие вещи. И вот исходя из каких-то первых принципов, он, его научный руководитель и коллеги проанализировали целый ряд экспериментов по рождению и прямым фотонам, и струям, и адронам на различных коллайдерах в широкой области энергий и установили некие общие принципы. Теперь, пользуясь этими принципами, он проанализировал совершенно новую область. Считалось, что в каких-то процессах идет мягкая адронизация, поэтому, значит, кварк сохраняет, адрон сохраняет, каким-то образом можно получить информацию о свойствах кварка. Что касалось жестких процессов, то есть, процессов с большими p_T , там были модели ближе к модели Ефремова. Сейчас он каким-то образом проделал некий анализ. И посмотрел, что получилось. И, мне кажется, это вполне достаточно для кандидатской диссертации. Потому что область очень интересная, область новая и в основе того, что делается - z скейлинг. Кому-то это нравится, кому-то не нравится, кто-то потратил время, как мы видим, и детально все это изучил. Кто-то не хочет потратить времени и, может быть, в этом есть одна из причин, что не так широко применяют. Но в коллаборацию STAR они пробивают это. Вот недавно состоялось совещание в МИФИ и, наверное, от МИФИ такой хороший отзыв, потому что Огороков тоже участвовал в этом совещании. И споксмен был. И там вот обсуждались все эти вопросы. И на ломоносовские чтения это вынесли, этот анализ. И от коллаборации STAR сделано много докладов с их анализом. Он мог себе тему взять попроще. Вот, ученый секретарь говорит, у него там 37 работ в коллаборации. Он мог для себя взять тему, скажем, параметры наклона спектров в зависимости от множественности. И не было бы

дискуссии, и не было бы вопросов. Ему бы сказали, да, вот здорово, да, от 200 там до 19 ГэВ, так сказать, и разные ядра и разные комбинации. Такие работы у них есть.

Батюня Б.В. Давайте закончим.

Панебратцев Ю.А.: Но я приветствую, что он взял на себя сложную работу, интересную работу, и в результате вот мы имеем такую хорошую, интересную дискуссию. И у меня никаких сомнений нет, что это молодой талантливый человек, который окончил МГУ физический факультет и был аспирантом у нас здесь, в УНЦ. И представил эту работу, я предлагаю поддержать его. Спасибо.

Малахов А.И.: Спасибо, Юрий Анатолиевич. Еще есть желающие выступить?

Голос из зала: Нет.

Малахов А.И.: Так, все дискуссия закрывается. Ну, если всем все ясно, и все определились, как будут голосовать, тогда, мы обязаны предоставить заключительное слово диссертанту. Пожалуйста.

Апарин А.А.: Да, постараюсь исправиться, выступлю с благодарностью. Во-первых, к моему научному руководителю Михаилу Владимировичу Токареву. К руководителю нашего отдела, Юрию Анатольевичу Панебратцеву. Ну, и к руководству нашей лаборатории в лице директора Владимира Дмитриевича Кекелидзе. Также, хотелось бы поблагодарить состав диссертационного совета за то, что помогли мне довести эту защиту до логического завершения. Значит, я все-таки считаю, что данная работа вполне заслуживает присвоения, присвоения ученой степени. Ну, я думаю, на этом все.

Малахов А.И.: Спасибо, тогда можете присесть. Сейчас нам нужно самую важную часть нашего заседания, решить вопрос. Избрать счетную комиссию. Вот, ну, я предлагаю по традиции, ученого секретаря включить, чтобы он следил за правильной работой. Я думаю, что надо одного опытного человека, такого, как Владимир Алексеевич Никитин. Он у нас считает лучше всех. Ну, и еще., можно вот кого-нибудь помоложе, поюнее. Может быть, Евгений Афанасьевич Строковский? Он согласен. Как у вас, товарищи члены совета, нет возражений к такой комиссии? Все согласны. Тогда прошу комиссию приступить к работе. Членам совета приготовиться к голосованию. И прошу голосовать правильно, потому что у нас каждый раз получается, что кто-нибудь что-нибудь перепутал. Не надо портить бюллетени. То есть, вычеркивайте то, с чем несогласны, но не надо обводить кружками то, с чем согласны.

Перерыв на голосование.

Малахов А.И.: Минуточку внимания. Комиссия огласит результаты, спасибо. Так, председатель Евгений Афанасьевич, да? Пожалуйста.

Строковский Е.А.: Присутствовали на заседании 22 члена совета, в том числе 7 докторов по профилю диссертации. Роздано бюллетеней 22, осталось не розданных 9. Оказалось в урне бюллетеней 22. Результаты: «за» - 18, «против» - 1, недействительных бюллетеней – 3.

Малахов А.И.: Так, спасибо, мы должны утвердить протокол, пожалуйста, кто за? Спасибо. Против? Воздержался? Единогласно. Так, тогда значит спасибо комиссии. Но поздравлять рано. Почему? Потому что мы должны еще утвердить один документ, который вам всем передавался. А именно, заключение совета. Пожалуйста, если есть замечания по заключению, то можно. Евгений Афанасьевич, пожалуйста.

Строковский Е.А.: У меня небольшое замечание, касательно опечатки в пункте 4 первого абзаца заключения. Там на четвертой строчке в пункте 4, буква «е» в слове кинематических пропущена.

Малахов А.И.: Ну, надо вставить. Так, еще какие-то есть замечания по существу? Ну, если нет, тогда значит, заключение принимается. А, есть, пожалуйста.

Мелкумов Г.Л.: В самом первом пункте, в конце предложения. Я бы все-таки назвал не «теория» z скейлинга, а метод, подход, то есть, что-то вот такое.

Малахов А.И.: Просто z скейлинга, опустить слово «теория»? Согласны?

Мелкумов Г.Л.: Согласен.

Малахов А.И.: А там, кто как понимает. Еще какие-то замечания есть? Нет. Мы должны проголосовать, чтобы принять это решение. Кто «за»? Против? Воздержался? Против и воздержавшихся нет, принято единогласно. Спасибо. А теперь поздравления и пожелания. Объявляю заседание закрытым.

Председатель диссертационного совета,
доктор физико-математических наук
профессор



Малахов
Александр Иванович

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник

Арефьев
Валентин Александрович

« 17 » ноября 2017 года