



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный
политехнический университет»
(ФГБОУ ВПО «СПбГПУ»)

ИНН 7804040077

Политехническая ул., 29, С.-Петербург, 195251

Телефон (812) 297-20-95, факс 552-60-80

E-mail: office@spbstu.ru

од 06 2014 № К-89-0614

на № 100-25/45 от 29.04.14

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

Д.Ю. Райчук



О Т З Ы В

Ведущей организации, федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет», на диссертацию Российской Натальи Сергеевны «Образование тяжелых гиперонов в глубоко-неупругом рассеянии мюонов на дейтронах в эксперименте COMPASS (CERN)», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц

Диссертация Российской Натальи Сергеевны посвящена **актуальной проблеме** исследования рождения тяжелых гиперонов в глубоко-неупругом рассеянии (ГНР) заряженных мюонов на изоскалярной нуклонной мишени. Исследования выполнены на установке COMPASS (Common Muon Proton Apparatus for Structure and Spectroscopy), расположенной в ЦЕРН (Швейцария) на пучке мюонов с импульсом 160 ГэВ/с. В частности, эта **актуальность** подтверждается тем, что исследование относительных выходов тяжелых гиперонов и антигиперонов необходимы для интерпретации результатов многих экспериментов, например важных результатов по измерениям продольной поляризации Λ гиперонов и антигиперонов $\bar{\Lambda}$, рожденных в глубоко-неупругом рассеянии мюонов на нуклонах, так как в отличие от случая тяжелых гиперонов значительная доля Λ и $\bar{\Lambda}$ гиперонов рождаются не прямым способом, а из распада резонансов. Также, образование некоторых тяжелых гиперонов было изучено только в слабых взаимодействиях на нейтринных пучках и притом с не очень хорошей точностью, поэтому очень важна информация об образовании тяжелых гиперонов в электромагнитных взаимодействиях, да еще и с рекордной статистикой событий.

007651

Целями данной диссертации являются:

1) исследование образования тяжелых гиперонов и антигиперонов $\Sigma(1385)^+$, $\Sigma(1385)^-$, $\bar{\Sigma}(1385)^+$, $\bar{\Sigma}(1385)^-$, $\Xi(1321)^-$ и $\bar{\Xi}(1321)^+$ в ГНР заряженных лептонов на нуклонах;

2) оптимизация параметров монте-карловского генератора физических событий LEPTO/JETSET Лундского Университета, связанных с рождением странных адронов, на основе выполненных измерений в эксперименте COMPASS.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, двух приложений и перечня цитируемой литературы, содержащего 112 ссылок. В диссертации содержится 67 рисунков и 28 таблиц. Общий объем диссертации составляет 112 страниц.

Введение содержит обоснование актуальности темы исследования, краткую характеристику темы исследования, формулировку целей работы и ее практической ценности. Обсуждается также личный вклад автора и апробация работы. Там же приведена структура диссертации.

В первой главе дан краткий обзор экспериментальных данных по теме диссертации. Кратко излагается формализм ГНР заряженных лептонов на нуклоне и кварк-партонная модель. Дается обзор по струнным моделям адронов, модели струнной фрагментации Лундского Университета и рассматривается вопрос о вкладе странных кварков в массу нуклона.

Во второй главе представлено общее описание спектрометра COMPASS, расположенного на мюонном канале M2 ускорителя SPS в CERN. Обсуждаются методы реконструкции событий и программы анализа данных.

В третьей главе описывается анализ экспериментальных данных: описание отбора событий в ГНР, реконструкция Λ и $\bar{\Lambda}$ -гиперонов и тяжелых гиперонов и антигиперонов. Обсуждаются систематические ошибки измерений, которые оказываются значительно меньшими статистических погрешностей для изучаемых относительных выходов странных барионов. Получены выходы тяжелых гиперонов по отношению к Λ и тяжелых антигиперонов к $\bar{\Lambda}$ -гиперонам, соответственно. Исследована зависимость этих относительных выходов от кинематической области Q^2 и y , где Q^2 – квадрат передачи 4-импульса и y – доля переданной энергии в процессе рассеяния мюона на нуклоне в системе покоя нуклона.

В четвертой главе представлено сравнение экспериментальных данных с результатами моделирования, полученных с помощью генератора событий LEPTO/JETSET. Методом минимизации разности измеренных и предсказанных значений для относительных выходов странных барионов получены новые значения для шести основных параметров генератора LEPTO/JETSET, связанных с рождением странных кварков и процессом их фрагментации в странные адроны. С новыми значениями параметров оценены не прямые выходы Λ и $\bar{\Lambda}$ -гиперонов. Также приведены распределения по кинематическим переменным Q^2 , W , z и p_T для Λ и $\bar{\Lambda}$ -гиперонов, где W – инвариантная масса конечного адронного состояния, z – доля переданной энергии от виртуального фотона дан-

ному гиперону и p_T – поперечный импульс гиперона относительно импульса виртуального фотона в процессе рассеяния мюона на нуклоне.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы.

В **Приложение А** вынесено обсуждение влияния процедуры алгоритма ближайшего расстояния на эффективность реконструкции событий и в **Приложении В** представлены распределения по кинематическим переменным Q^2 , W , z и p_T для тяжелых гиперонов и антигиперонов.

На защиту выносятся следующие **основные результаты** данной диссертации:

1) **впервые** в ГНР с заряженными лептонами на нуклонах измерены выходы тяжелых гиперонов Σ^{*+} , Σ^{*-} , Ξ^- и антигиперонов $\bar{\Sigma}^{*+}$, $\bar{\Sigma}^{*-}$, $\bar{\Xi}^+$ по отношению к обычным Λ и $\bar{\Lambda}$ -гиперонам, соответственно;

2) **впервые** исследованы относительные выходы тяжелых антигиперонов в процессах ГНР с лептонами вообще, так как выходы тяжелых гиперонов и Λ и $\bar{\Lambda}$ -гиперонов изучались ранее в ГНР только с нейтрино;

3) измерены относительные выходы тяжелых гиперонов и антигиперонов не только в режиме ГНР при $Q^2 > 1$ (ГэВ/с)², но и во всей кинематической области Q^2 и y . Причем, в пределах статистических ошибок величина этих выходов не зависит от значения Q^2 .

4) из сравнения полученных экспериментальных данных с предсказаниями монте-карловского генератора событий LEPTO/JETSET получены новые значения параметров генератора, связанных с рождением странных кварков и процессом их фрагментации в странные адроны. При этом, новые значения этих параметров существенно отличаются от соответствующих значений, используемых в стандартной версии LEPTO/JETSET;

5) используя новые значения параметров монте-карловского генератора LEPTO/JETSET, получено, что непрямой выход Λ и $\bar{\Lambda}$ -гиперонов в ГНР с лептонами составляет $(37 \pm 3)\%$ и $(32 \pm 3)\%$, соответственно, от полного числа рожденных гиперонов.

Научная новизна результатов работы: все выше перечисленные основные результаты работы являются новыми, оригинальными и получены впервые.

Научная и практическая ценность диссертации состоит в том, что
- разработаны и реализованы критерии отбора для реконструкции тяжелых гиперонов и антигиперонов, рожденных в ГНР заряженных лептонов на изоскалярной мишени;

- результаты выполненных впервые измерений относительных выходов тяжелых гиперонов и антигиперонов могут использоваться при анализе текущих и планировании будущих экспериментов;

- измерения относительных выходов позволили провести оптимизацию значений параметров LEPTO/JETSET PARJ(1) - PARJ(5), PARJ(7) генератора связанных с рождением странных кварков и процессами их фрагментации в странные адроны. Новые уточненные значения этих параметров существенно отличаются от значений, использовавшихся в генераторе до настоящей работы.

Результаты работы представляют интерес для экспериментов, проводимых в ЦЕРН (Швейцария), Фермилаб и БНЛ (США) и также могут быть использованы в ГНЦ ИФВЭ НИЦ КИ (Протвино), ГНЦ ИТЭФ НИЦ КИ (Москва), НИИЯФ МГУ (Москва), НИЯУ МИФИ (Москва), ФГБОУ ВПО СПбГПУ (Санкт-Петербург), ФГБОУ ВПО СПбГУ (Санкт-Петербург), ОИЯИ (Дубна), НИЦ "Курчатовский институт" (Москва), ПИЯФ НИЦ КИ (Гатчина).

Апробация работы состоит в том, что результаты, полученные в диссертации, неоднократно докладывались на семинарах СПбГУ и Университета Лунда, а также на международных совещаниях и конференциях, в частности, на The European Physical Society Conference on High Energy Physics, Стокгольм, Швеция (2013), The 20th International Symposium on Spin Physics, ОИЯИ, Дубна, Россия (2012), 12th International Workshop on Meson Production, Properties and Interaction, Краков, Польша (2012), Advanced Studies Institute Symmetries and Spin, Прага, Чешская Республика (2011), Hadron Structure'11, Tatranska Strba, Словакия (2011); XVIII International Workshop on Deep-Inelastic Scattering and Related Subjects, Флоренция, Италия (2010), XX International Baldin Seminar on High Energy Physics Problems "Relativistic Nuclear Physics and Quantum Chromodynamics", ОИЯИ, Дубна, Россия (2010).

Достоверность результатов, полученных автором диссертации, не вызывает сомнения и подтверждается тем, что они в значительной степени согласуются с другими экспериментальными данными и общими теоретическими ожиданиями, их широкой апробацией на различных международных совещаниях и конференциях, а также тем, что они с достаточной полнотой опубликованы в ведущих реферируемых научных журналах.

Личный вклад автора в получение результатов, выносимых на защиту, является определяющим. Представленные в диссертации результаты получены в рамках направления исследований, которое было предложено и выполнено Дубненской группой международной коллаборацией COMPASS в ЦЕРН. Результаты, вошедшие в диссертацию, по измерению выходов тяжелых гиперонов и антигиперонов были получены непосредственно автором, а оптимизация параметров генератора LEPTO проведена при его активном участии. Автор принимал активное участие в обсуждении результатов исследования и подготовке публикаций по теме диссертации. Автором неоднократно докладывались результаты работы на рабочих совещаниях коллаборации COMPASS, научных семинарах и международных конференциях.

Диссертация написана в сжатом, но ясном, хотя местами немного фрагментарном стиле. **В качестве замечания** отметим, что недостаточно подробно обсуждается процедура извлечения оптимальных величин шести параметров монтекарловского генератора LEPTO/JETSET, в частности, отсутствует информация о корреляциях между параметрами, возможно следовало бы представить корреляционную матрицу ошибок.

Отмеченные недостатки не меняют высокой положительной оценки представленной работы. Диссертация является законченным научным трудом. Разработанные в ней методы уже используются и могут в дальнейшем использо-

