

1. Полученные за отчетный период (в 2014 году) важнейшие научные (научно-технические) результаты

Краткая аннотация:

В эксперименте CMS коллайдера БАК (ЦЕРН, Швейцария) проведены исследования одиночного рождения топ-кварка при энергии протон-протонных столкновений 7 и 8 ТэВ. Измерены сечения t -канального и ассоциативного tW -процессов рождений. Получены прямые ограничения на вклад возможных аномальных связей во взаимодействии топ-кварка с W бозоном и b -кварком и ограничения на проявление нейтральных токов меняющихся аромат кварков во взаимодействии топ-кварка с верхними u - или s -кварками проходящем через обмен глюоном. Создана программная библиотека позволяющая моделировать отклик переднего адронного калориметра (HF). Выполнена абсолютная калибровка калориметра CASTOR с использованием данных калориметра HF. Проводится изучение фактора ядерной модификации (nuclear modification factor) поперечной энергии в передних калориметрах CMS во взаимодействиях протон-свинец. Проведена валидация использования таггирования струй от b -кварков в триггерах высокого уровня (HLT).

В эксперименте ZEUS электрон-протонного коллайдера HERA (г. Гамбург, Германия) измерены дифференциальные и дважды дифференциальные сечения процессов e - p рассеяния, процессов с рождением фотона, процессов рождения очарованных мезонов D^* и процессов с рождением тяжелых s - и b -кварков. Проведено сравнение с предсказаниями Стандартной модели и увеличена точность измерения ряда параметров структурных функций протона. Продолжена поддержка проекта «AMADEUS» по моделированию и сохранению данных эксперимента ZEUS. Продолжен поиск рождения экзотического странного бариона с пятью кварками. Впервые получены данные по зависимости положения максимума фрагментационных функций от переменной Бьёркена x для области малых Q^2 .

В эксперименте D0 коллайдера Tevatron (Фермилаб, США) проведено измерение сечения s -канального рождения одиночного топ кварка. Статистическая достоверность измерений впервые дала возможность сообщить об открытии этого процесса. Продолжаются исследования спектра инвариантных масс двух J/Ψ частиц и исследования возможного 4-х кваркового состояния.

В эксперименте SVD (ИФВЭ, Протвино) обработаны данные и представлены результаты по инклюзивному рождению $K0s$ -мезонов в p -C, p -Si и p -Pb-соударениях при 70 ГэВ/с. Измерена A -зависимость и проведено сравнение с выходом K^+ и K^- - мезонов. Продолжена работа по выделению $\Lambda0$ -частиц и определению эффективностей их восстановления. Получены результаты наблюдения заряженных D -мезонов. Измерены сечения, времена жизни и параметры A -зависимости.

Проведен ряд теоретических и феноменологических исследований для различных теорий.

2. Полученные премии, медали, дипломы и т.п., полученные в 2014 году

М. Перфилов - Конкурс им. С.Н.Вернова на лучшую научную работу молодых ученых НИИЯФ (III премия)

3. Объекты интеллектуальной собственности, полученные в этом году

Патентов нет

4. Публикации в этом году по заявленной тематике

Количество

Монографий

Учебников, учебных пособий

Статей D0 49; CMS 326; ZEUS 13; СВД 2;

Тезисов докладов D0 32; ZEUS 4;

Других публикаций

Из них:

Публикаций, индексируемых в Web Of Science: D0 17; ZEUS 8; СВД 2;

Публикаций, индексируемых в SCOPUS: D0 17; ZEUS 8; СВД 2;

Публикаций, индексируемых в ERIH:

Публикаций в российских изданиях, входящих в перечень ВАК: СВД 2;

Публикаций в российских отраслевых научных изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий РИНЦ: СВД 2;

1. [Search for anomalous \$Wtb\$ couplings and top FCNC in t-channel single-top-quark events](#)
CMS Collaboration. 2014.
CMS-PAS-TOP-14-007
2. [Measurement of the W boson helicity in events with a single reconstructed top quark in pp collisions at \$s\sqrt{= 8}\$ TeV](#)
CMS Collaboration (Vardan Khachatryan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*). Oct 5, 2014. 33 pp.
CMS-TOP-12-020, CERN-PH-EP-2014-242
e-Print: [arXiv:1410.1154](#) [hep-ex]
3. [Measurement of the t-channel single-top-quark production cross section and of the \$|V_{tb}|\$ CKM matrix element in pp collisions at \$s\sqrt{= 8}\$ TeV](#)
CMS Collaboration (Vardan Khachatryan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*). Mar 28, 2014. 43 pp.
Published in JHEP 1406 (2014) 090
CMS-TOP-12-038, CERN-PH-EP-2014-032
DOI: [10.1007/JHEP06\(2014\)090](#)
e-Print: [arXiv:1403.7366](#) [hep-ex]
4. [Observation of the associated production of a single top quark and a W boson in pp collisions at \$\sqrt{s} = 8\$ TeV](#)
CMS Collaboration (Serguei Chatrchyan (Yerevan Phys. Inst.) *et al.*). Jan 13, 2014.

Published in Phys.Rev.Lett. 112 (2014) 231802
CMS-TOP-12-040, CERN-PH-EP-2013-237
DOI: [10.1103/PhysRevLett.112.231802](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.112.231802)
e-Print: [arXiv:1401.2942](https://arxiv.org/abs/1401.2942) [hep-ex]

5. [Search for \$W' \rightarrow tb\$ decays in the lepton + jets final state in pp collisions at \$\sqrt{s} = 8\$ TeV](#)
CMS Collaboration ([Serguei Chatrchyan \(Yerevan Phys. Inst.\) et al.](#)). Feb 10, 2014. 35 pp.
Published in **JHEP** **1405 (2014) 108**
CMS-B2G-12-010, CERN-PH-EP-2014-011
DOI: [10.1007/JHEP05\(2014\)108](https://doi.org/10.1007/JHEP05(2014)108)
e-Print: [arXiv:1402.2176](https://arxiv.org/abs/1402.2176)

6. [Measurement of pseudorapidity distributions of charged particles in proton-proton collisions at \$\sqrt{s} = 8\$ TeV by the CMS and TOTEM experiments](#)
CMS and TOTEM Collaborations ([Serguei Chatrchyan \(Yerevan Phys. Inst.\) et al.](#)). May 4, 2014. 26 pp.
Published in **Eur.Phys.J. C** **74 (2014) 10, 3053**
CMS-FSQ-12-026, CERN-PH-EP-TOTEM-2014-002, CERN-PH-EP-2014-063
DOI: [10.1140/epjc/s10052-014-3053-6](https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-014-3053-6)
e-Print: [arXiv:1405.0722](https://arxiv.org/abs/1405.0722) [hep-ex]

7. ZEUS Collaboration; H. Abramowicz et al.
Photoproduction of Isolated Photons, Inclusively and with a Jet, at HERA
Physics Letters B 730C (2014) 293-301

8. ZEUS Collaboration; H. Abramowicz et al.
Measurement of Neutral Current $e\pm p$ Cross Sections at High Bjorken x with the ZEUS Detector
Phys. Rev. D 89 (2014) 072007

9. ZEUS Collaboration; H. Abramowicz et al.
Deep inelastic cross-section measurements at large y with the ZEUS detector at HERA
Phys Rev D Vol 90 (2014) 072002

10. ZEUS Collaboration; H. Abramowicz et al.
Measurement of D^* photoproduction at three different centre-of-mass energies at HERA, JHEP10 (2014)003

11. ZEUS Collaboration; H. Abramowicz et al.
Measurement of beauty and charm production in deep inelastic scattering at HERA and measurement of the beauty-quark mass, JHEP 09 (2014) 127

12. ZEUS Collaboration; H. Abramowicz et al.
Further studies of the photoproduction of isolated photons with a jet at HERA
JHEP 08 (2014) 023

13. ZEUS Collaboration; H. Abramowicz et al.
Erratum: Measurement of $D^{*\pm}$ production in deep inelastic scattering at HERA
JHEP 02 (2014) 106

14. [Observation of s-channel production of single top quarks at the Tevatron](#)
CDF and D0 Collaborations ([Timo Antero Aaltonen \(Helsinki U. & Helsinki Inst. of Phys.\) et](#)

[al.](#)). Feb 20, 2014. 11 pp.
Published in Phys.Rev.Lett. 112 (2014) 231803
FERMILAB-PUB-14-031-E
DOI: [10.1103/PhysRevLett.112.231803](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.112.231803)
e-Print: [arXiv:1402.5126](https://arxiv.org/abs/1402.5126) [hep-ex]

15. [Investigation of neutral-kaon production in \$pC\$, \$pSi\$ and \$pPb\$ Collisions at 70 GeV/c](#)
SVD-2 Collaboration (V.M. Ronjin (Serpukhov, IHEP) for the collaboration). 2014. 11 pp.
Published in Phys.Atom.Nucl. 77 (2014) 602-612, Yad.Fiz. 77 (2014) 637-647
DOI: [10.1134/S1063778814050147](https://doi.org/10.1134/S1063778814050147)

16 [Detection of charged charmed \$D^\pm\$ mesons in proton-nucleus interactions at 70 GeV with the SVD-2 setup](#)
SVD-2 Collaboration (V.N. Ryadovikov (Serpukhov, IHEP) for the collaboration). 2014. 9 pp.
Published in Phys.Atom.Nucl. 77 (2014) 716-724, Yad.Fiz. 77 (2014) 56-764
DOI: [10.1134/S106377881406012X](https://doi.org/10.1134/S106377881406012X)

17) E. Elizalde, S.D. Odintsov, E.O. Pozdeeva and S.Y. Vernov, Renormalization-group inflationary scalar electrodynamics and SU(5) scenarios confronted with Planck2013 and BICEP2 results, Phys. Rev. D 90, 084001 (2014), arXiv:1408.1285 [hep-th];

18) A. Yu. Kamenshchik, E.O. Pozdeeva, A. Tronconi, G. Venturi and S. Yu. Vernov, Integrable cosmological models with non-minimally coupled scalar fields, Classical and Quantum Gravity V. 31, №10, p. 105003 (2014), arXiv:1312.3540 [hep-th];

19) И.Я. Арефьева, Е.О. Поздеева, Т.О. Поздеева, Потенциалы в модифицированных пространствах AdS₅ с умеренным ростом энтропии, Теоретическая и Математическая физика, Том 180, № 1 (2014), стр 35-50.

I.Ya. Aref'eva, E.O. Pozdeeva and T.O. Pozdeeva, Potentials in modified AdS₅ spaces with a moderate increase in entropy, Theor. Math. Phys. 180, 781 (2014);

20) E. O. Pozdeeva and S. Y. Vernov, Stable Exact Cosmological Solutions in Induced Gravity Models, AIP Conf. Proc. 1606, 48 (2014), arXiv:1401.7550 [gr-qc];

21) I.Ya. Aref'eva, E.O. Pozdeeva and T.O. Pozdeeva, Multiplicity and membranes collision in modified AdS₅ with factor $b=(L/z)^a \exp(-z^2/R^2)$, World Scientific, New Results and Actual Problems in Particle & Astroparticle Physics and Cosmology, 2014, pp. 34-41 (Proceeding of XXIX-th International Workshop on High Energy Physics 2013)

22) The specificity of searches for W' , Z' and γ' coming from extra dimensions
Edward E. Boos, Viacheslav E. Bunichev, Maxim A. Perfilov, Mikhail N. Smolyakov, Igor P. Volobuev (SINP, Moscow). Nov 23, 2013. 16 pp.
Published in JHEP 1406 (2014) 160

5. Участие в конференциях в этом году с докладами

(название конференции, место и даты проведения, количество Ваших докладов).

1) Международная зимняя школа-семинар по гравитации, астрофизике и космологии "Петровские чтения", Института физики КФУ, Казань, 17 - 22 февраль, 2014
Е. Поздеева «[Точные решения в нелокальной космологии](#)»

- 2) ЛОМОНОСОВСКИЕ ЧТЕНИЯ, МГУ, Москва, 14-23 апреля, 2014
Н. Цирова «Поиск аномальных связей во взаимодействии топ-кварка с W бозоном и b -кварком в анализе данных эксперимента CMS»
В. Попов «Выделение странных барионов в pA -взаимодействиях при 70 ГэВ в эксперименте СВД-2.»
Г. Воротников «Поиск нейтральных токов, меняющих аромат кварков, во взаимодействии топ-кварка и верхних u - и s -кварков с обменом глюоном на данных, полученных экспериментом CMS.»
Е. Поздеева «[Потенциалы в модифицированных AdS5 пространствах приводящих к умеренному росту энтропии](#)»
- 3) QUARKS-2014 18th International Seminar on High Energy Physics, 2 – 8 June, 2014, Suzdal, Russia
Е. Поздеева «[Stable Exact Cosmological Solutions in Induced Gravity Models](#)»
- 4) International conference Zeldovich-100 Cosmology and Relativistic Astrophysics, Space Research Institute (IKI), Moscow, Russia, June 16-20, 2014
Е. Поздеева «[Cosmological solutions of a nonlocal model with a perfect fluid](#) »
- 5) 8th MATHEMATICAL PHYSICS MEETING: Summer School and Conference on Modern Mathematical Physics, Belgrade, Serbia , 24 - 31 August 2014
Е. Поздеева «[Particle creation multiplicity in modified AdS 5 spaces](#)»
- 6) Международная конференция “XVI INTERNATIONAL CONFERENCE SYMMETRY METHODS IN PHYSICS(SYMPHYS-2014)”, Дубна с 13 по 18 октября 2014
Е. Поздеева «[Stability analysis of de Sitter solutions in cosmological models with non-minimal coupling](#) »
- 7) Международная сессии-конференции Секции ядерной физики ОФН РАН “Физика фундаментальных взаимодействий” с 17 по 21 ноября 2014 г., в НИЯУ МИФИ, г. Москва
Э.Э. Боос, В.Н.Буничев, Л.В. Дудко, М.А. Перфилов "Метод введения дополнительных полей для поиска аномальных вкладов в вершине Wtb "
Н. Цирова «Search for anomalous Wtb couplings and top FCNC in t-channel single-top quark events at CMS»
А. Баскаков, Э.Э. Боос, В.Н.Буничев, Л.В. Дудко, М.А. Перфилов «Modelling of anomalous Wtb couplings in single top tW -channel and $t\bar{b}$ process»
Е. Поздеева «[Решения де Ситтера космологических моделей с неминимально взаимодействующим скалярным полем](#) »
- 8) Доклад-постер А. Баскаков “Search for anomalous Wtb couplings and top FCNC in t-channel single top quark events", на школе
The Second Asia-Europe-Pacific School of High-Energy Physics 2014 (AEPSEP 2014), Пури, Индия, 4-17 ноября 2014.
- 9) II CMS Single-Top workshop 4-5 December 2014, Napoli, Italy
L. Dudko «Search for anomalous Wtb couplings and FCNC in t-channel single top quark production»

6. Подготовленные Диссертации

нет

7. Руководство аспирантами и дипломными работами

Мягков И.А, аспирант, Кафедра физики атомного ядра и квантовой теории столкновений;
Баскаков А.В., аспирант, Кафедра физики атомного ядра и квантовой теории столкновений;
Воротников Г.А., студент 6-й курс, Кафедра квантовой теории и физики высоких энергий;
Рукавишников А.А., студент 4-й курс, Кафедра физики атомного ядра и квантовой теории столкновений;
Белугин Д.Р., студент 5-й курс, Кафедра физики атомного ядра и квантовой теории столкновений.

8. Поддержка другими грантами.

Выполнение исследований за счет грантов, ассигнований, ведомственных программ и т.п. за отчетный период по заявленной тематике.

РФФИ 13-02-01050 А

Название проекта: «Исследование процессов одиночного рождения топ-кварка на коллайдерах LHC и Tevatron.»

Год начала исследований 2013

Год завершения исследований 2015

Размер финансирования (млн.руб) 0.58

Источник финансирования РФФИ

2012-2014 Грант РФФИ "Развитие универсальных компьютерных программ для вычисления сигнальных процессов различных расширений Стандартной модели на LHC и в астрофизических экспериментах, критический анализ моделей на основе новых экспериментальных данных" (в группе)

2014 Грант РФФИ " Исследование модификаций свойств бозона Хиггса в теориях с дополнительными измерениями" (в группе) (2014 - выделено 3.6 млн. рублей)

грант научная школа: НШ-3042.2014.2

Стипендия Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова молодым преподавателям и научным сотрудникам на 2014 год. Е. Поздеева, Н. Цинова

Грант фонда "Династия" для молодых ученых: М.Перфилов

1. Полученные за отчетный период (в 2014 году) важнейшие научные (научно-технические) результаты

Подробная аннотация:

Эксперимент CMS (CERN, Швейцария).

- Проведен анализ данных полученных в протон-протонных столкновениях при энергии 7 и 8 ТэВ. Впервые в эксперименте CMS проведен прямой поиск возможных отклонений от предсказаний Стандартной модели во взаимодействии топ кварка с W бозоном и b -кварком и возможного проявления нейтральных токов меняющих аромат кварков во взаимодействии топ кварка с s - или u -кварком через обмен глюоном. На первом этапе были разработаны методы правильного моделирования аномальных связей в рождении и распаде топ кварка с учетом всех необходимых эффектов (спиновые корреляции, конечные ширины резонансов, и т.д.). С помощью пакета символьных и численных вычислений CompHEP, разработанном в НИИЯФ МГУ, были созданы образцы событий и проведено моделирование отклика детектора. Найдены оптимальные параметры экспериментального поиска. Далее, были применены методы оптимизации анализа, включая использование байесовских нейронных сетей для скоррелированного анализа доступных наблюдаемых и четкого выделения формы распределения характерного для проявления аномальных констант связи. Особое внимание было уделено оценке всех возможных неопределенностей и правильному учету их влияния на измерения. Были рассмотрены разные сценарии проявления аномальных связей и найдены ограничения на характерные константы аномальных взаимодействий при одномерной и двухмерной вариации этих констант. Полученные ограничения представлены в [CMS-PAS-TOP-14-007](#) На рисунке 1 представлены сравнение данных и моделирования для одной из байесовских нейронных сетей (левый рисунок) и полученное двухмерное ограничение на константы характеризующие левые и правые токи векторного типа при взаимодействии топ кварка с W бозоном и b -кварком (правый рисунок). На рисунках 2 и 3 представлены результаты поиска нейтральных токов меняющих аромат кварков во взаимодействии топ кварка с u -кварком или s -кварком проходящем через обмен глюоном.

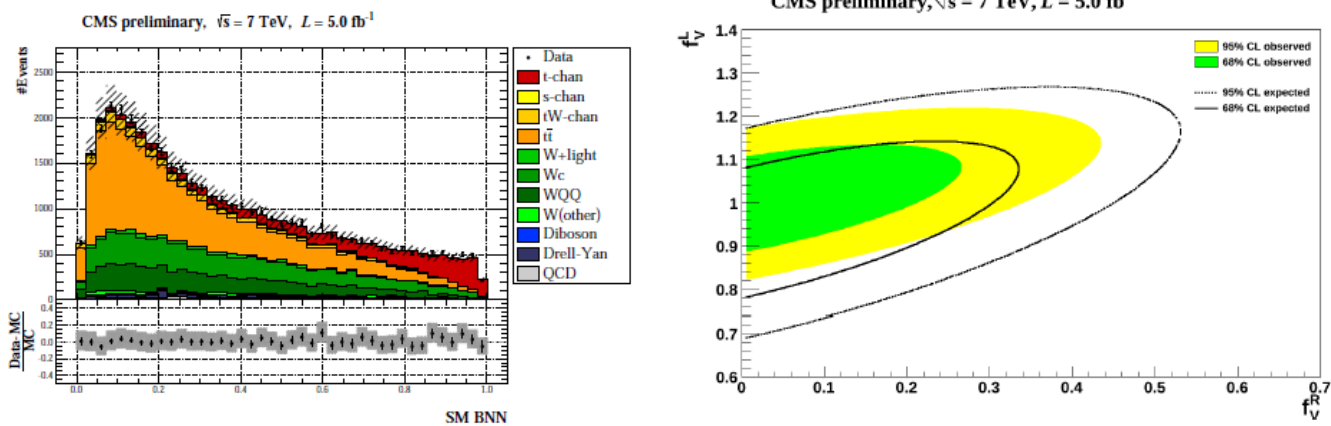


Рисунок 1. Представлены сравнение данных и моделирования для одной из байесовских нейронных сетей (левый рисунок) и полученное двухмерное ограничение на константы характеризующие левые и правые токи векторного типа при взаимодействии топ кварка с W бозоном и b -кварком (правый рисунок).

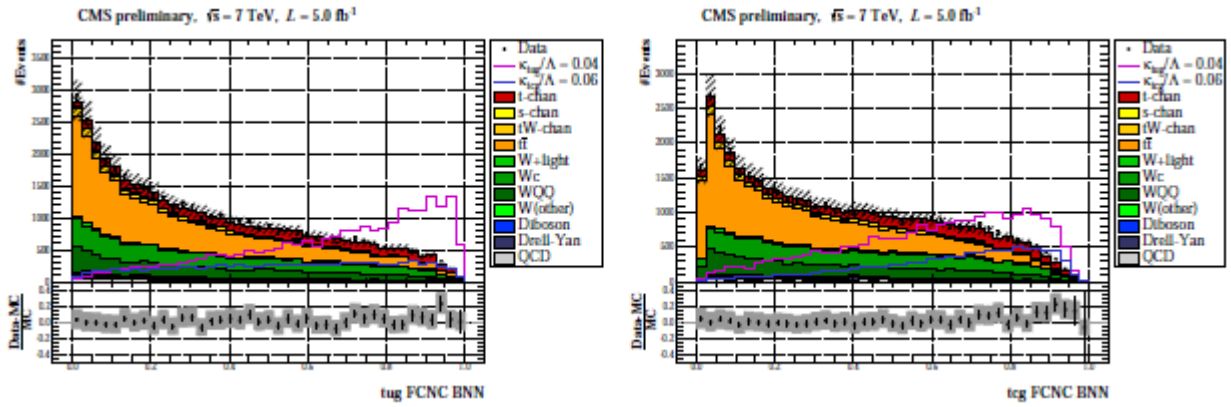


Рисунок 2. Представлены распределения данных и модели для байесовских нейронных сетей чувствительных к проявлениям нейтральных токов меняющих аромат кварков во взаимодействии топ кварка с u-кварком (левый рисунок) или с-кварком (правый рисунок).

$$\frac{\kappa_{tug}}{\Lambda} < 1.8 \cdot 10^{-2} \quad (1.2 \cdot 10^{-2}) \text{ TeV}^{-1},$$

$$\frac{\kappa_{tcg}}{\Lambda} < 5.6 \cdot 10^{-2} \quad (3.1 \cdot 10^{-2}) \text{ TeV}^{-1}.$$

$$Br(t \rightarrow u + g) < 3.55 \times 10^{-4} \quad (1.58 \times 10^{-4}),$$

$$Br(t \rightarrow c + g) < 3.44 \times 10^{-3} \quad (1.05 \times 10^{-3})$$

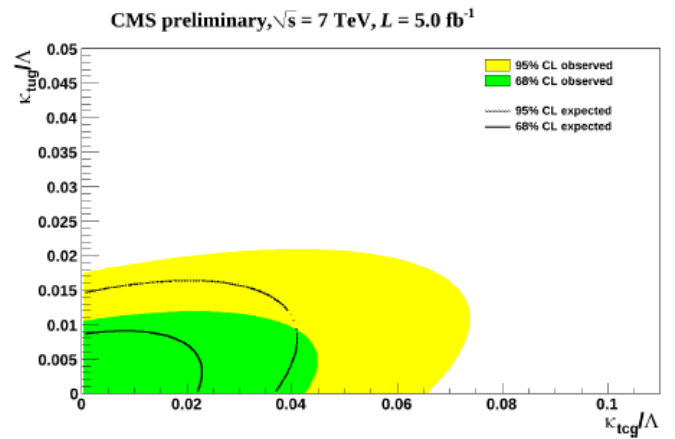


Рисунок 3. Представлены одномерные (таблица слева) и двухмерные (рисунок справа) ограничения на константы характеризующие нейтральные токи меняющие аромат кварков во взаимодействии топ кварка с u-кварком или с-кварком.

- Параллельно был проведен анализ компонент спиральности W бозона в распадах топ кварка при его одиночном рождении. Исследованы возможные проявления аномальных каплингов топ кварка с W бозоном и b-кварком при анализе состояний спиральности W бозона. Найдены ограничения на возможные отклонения от предсказанных СМ состояний спиральности и на этом основании получены ограничения на константы связи характеризующие аномальное взаимодействие топ кварка в W бозоном и b-кварком через левые и правые токи магнитного типа.

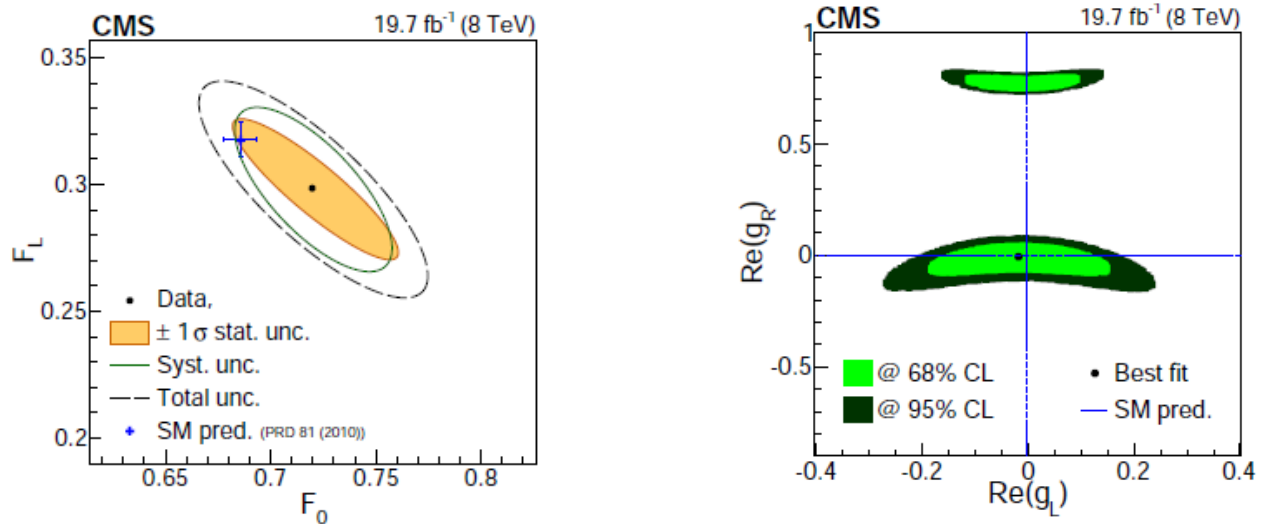


Рисунок 4. Ограничения на возможные отклонения от предсказаемых СМ состояний спиральности W бозона в распаде топ кварка при его одиночном рождении (левый рисунок). Правый рисунок показывает ограничения на константы связи характеризующие anomalous взаимодействие топ кварка в W бозон и b -кварком через левые и правые токи магнитного типа, полученные из ограничений спиральности приведенных слева.

- Проведен поиск рождения дополнительного векторного заряженного бозона W' распадающегося в топ кварк и b -кварк. Получены наиболее жесткие на сегодняшний день ограничения на возможную массу и константы связи W' . Ограничения получены для правых и левых заряженных токов, в случае последних был проведен правильный учет интерференционных членов с W бозоном Стандартной модели. На рисунке 5. представлены полученные ограничения.

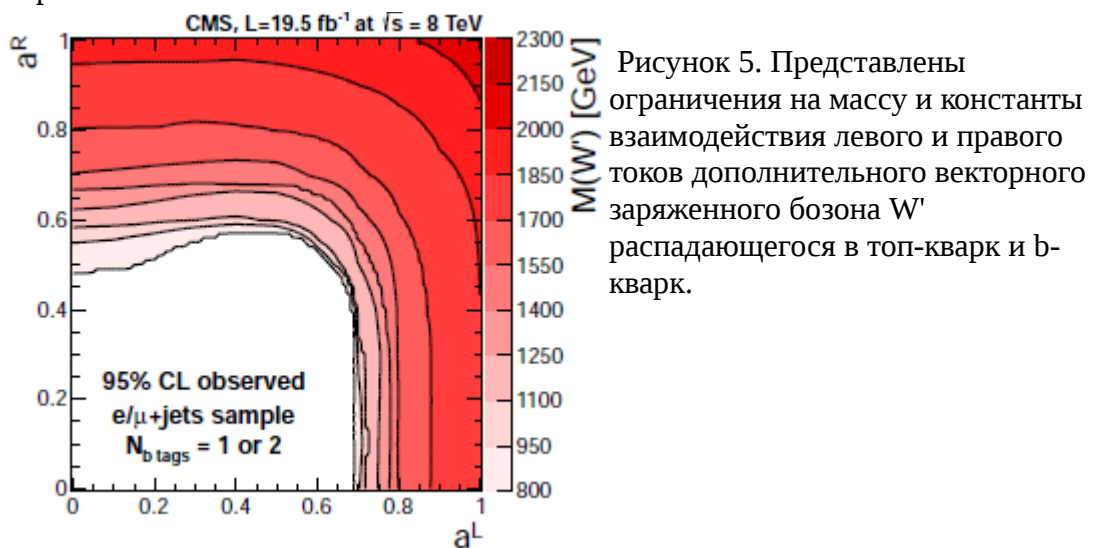


Рисунок 5. Представлены ограничения на массу и константы взаимодействия левого и правого токов дополнительного векторного заряженного бозона W' распадающегося в топ-кварк и b -кварк.

- Для эксперимента CMS была создана библиотека ливней (Shower Library) моделирующая передний адронный калориметр HF для post-upgrade периода (RUNII) и нова библиотека Shower Library для моделирования pre-upgrade HF (Run I).
- Выполнена абсолютная калибровка калориметра CASTOR с использованием данных калориметра HF. Проводилось изучение фактора ядерной модификации (nuclear modification factor) поперечной энергии в передних калориметрах CMS во взаимодействиях протон-свинец.
- Проведена валидация использования таггирования струй от b -кварков в триггерах высокого

уровня (HLT).

- Проведены исследования параметров отбора и реконструкции треков, с целью оптимизации алгоритмов офлайн обработки данных для Run 2 LHC. Результаты не однократно докладывались на рабочих совещаниях в CMS, одобрены и будут использоваться в работе коллаборации.

Эксперимент ZEUS (DESY, г. Гамбург, ФРГ)

В 2014 г. опубликовано 7 статей по результатам анализов данных, начатых 3-5 лет назад. В анализ включены данные с детектора ZEUS по взаимодействию электронов (e^-) и позитронов (e^+) с протонами (p) на коллайдере HERA. Главными целями остались изучение структуры протона в фоторождении (ФР) и глубоко-неупругом рассеянии (ГНР), общей динамики множественного рождения частиц и динамики рождения разнообразных резонансов, структурно включающих тяжелые кварки s , c и b как в сопровождении, так без струй адронов. По мере развития теоретических моделей (учет высших порядков теории возмущений, применение не интегрируемых структурных функций и др.), появляется возможность для изучения более утонченных процессов и сравнения с теорией. Так, анализы рождения прямых фотонов, участвующих непосредственно во взаимодействиях с кварками в протоне, и чей спектр не искажается адронизацией, позволили установить, что расчеты по теории возмущений (Fontannaz, Guillet and Heinrich) хорошо описывают данные, а схема kT -факторизации (Липатов, Малышев, Зотов) хоть и описывает данные по фотонам хорошо, но описание переменных включающих струи менее удовлетворительно. Большой объем накопленных данных позволяет изучать процессы вблизи кинематических границ. Используя улучшенную методику отбора e^-p и e^+p событий через нейтральный ток, измерены с очень низкими систематическими и методическими ошибками дважды дифференциальное (ДД) сечение по переменным Q^2 и x вблизи единицы. Выполненное сравнение со Стандартной Моделью (СМ) по широкому спектру переменных, демонстрирует хорошее согласие СМ с экспериментальными данными. Измерения ДД сечений при трех энергиях 318, 251 и 225 ГэВ в системе центра масс и широком интервале неупругостей y , $0.13 < y < 0.75$, позволил восстановить как структурную функцию протона F_2 , так и FL , пропорциональную сечению поглощения продольно поляризованного фотона (см Рисунок). Измерения ДД сечений

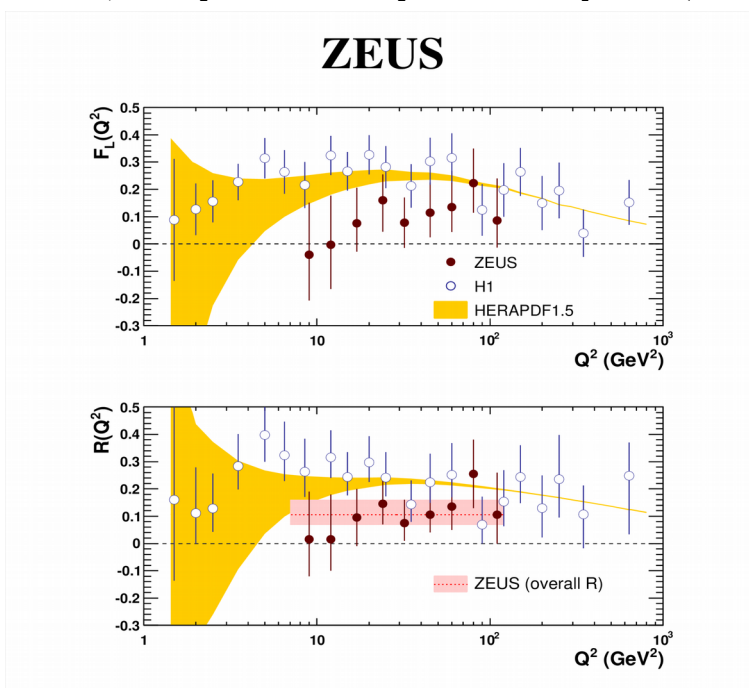


Рисунок 6. Значения (а) FL и (б) R как функция Q^2 . Данные эксперимента H1 показаны открытыми кружками. Полосой показаны неопределенности в предсказаниях КХД с учетом процессов высших порядков и партонами распределениями HERAPDF1.5.

рождения D^* и B мезонов с s и b кварками, в ФР и ГНР процессах при трех энергиях, позволили не только извлечь вклады от процессов с рождением s - или b -кварков в F_2 , но и измерить бегущую массу b -кварка на масштабе mb : $mb(m_b) = 4.07 \pm 0.14(\text{fit}) \pm \dots$ ГэВ

Предсказания теории по сечениям с учетом процессов высших порядков хорошо согласуются с измеренными значениями.

Продолжен анализ данных с целью поиска рождения экзотического бариона из

пяти кварков и исследования функций фрагментации партонов в области мишени и её эволюции в разных интервалах ХВ.

Начиная с 2015 года выключаются все компьютерные кластеры ZEUS. В рамках проекта «Сохранение данных HERA», с участием сотрудников ОЭФВЭ, ведется активная работа по модернизации, разработке и сохранению программных интерфейсов обработки данных. Разработан и написан пакет Disk_Read, позволяющий читать текстовый дисковый файл, и преобразовывать информацию в поток стандартных таблиц ADAMO. Ведется копирование с дисков в DESY на диски в Москве всех рабочих файлов и данных для продолжения исследований в рамках проекта ZEUS на языке C++ в новых, более жестких условиях.

Эксперимент D0 (Tevatron, Fermilab, США).

Впервые одиночное рождение топ-кварка было наблюдено в эксперименте D0 коллайдера Теватрон в 2007 году в t-канальном рождении. Спустя 6 лет, в 2013 году, на большей экспериментальной статистике и проведя сложный анализ данных с использованием современных статистических многомерных методов анализа, удалось наблюдать события s-канального рождения одиночного топ-кварка на уровне статистической достоверности в 3.7 стандартных отклонения. Новый анализ 2014 года включает обработку всех доступных данных двух экспериментов D0 и CDF. Статистическая достоверность измерения сечения s-канального рождения составила 6.3 стандартных отклонения. Измеренное сечение составило: $\sigma(\text{s-канал}) = 1.29^{+0.26}_{-0.24}$. Измерение находится в согласии со Стандартной моделью и позволит ужесточить ограничения на возможные отклонения от ее предсказаний. Результат опубликован в статье: **Phys.Rev.Lett.** 112 (2014) 231803 Необходимо отметить, что коллайдер БАК не чувствителен к этому механизму рождения топ кварков и достоверность его измерений далека от текущего результата коллайдера Tevatron.

Продолжаются исследования спектра инвариантных масс двух J/Psi частиц и исследования возможного 4-х кваркового состояния в анализе всего набора данных эксперимента D0.

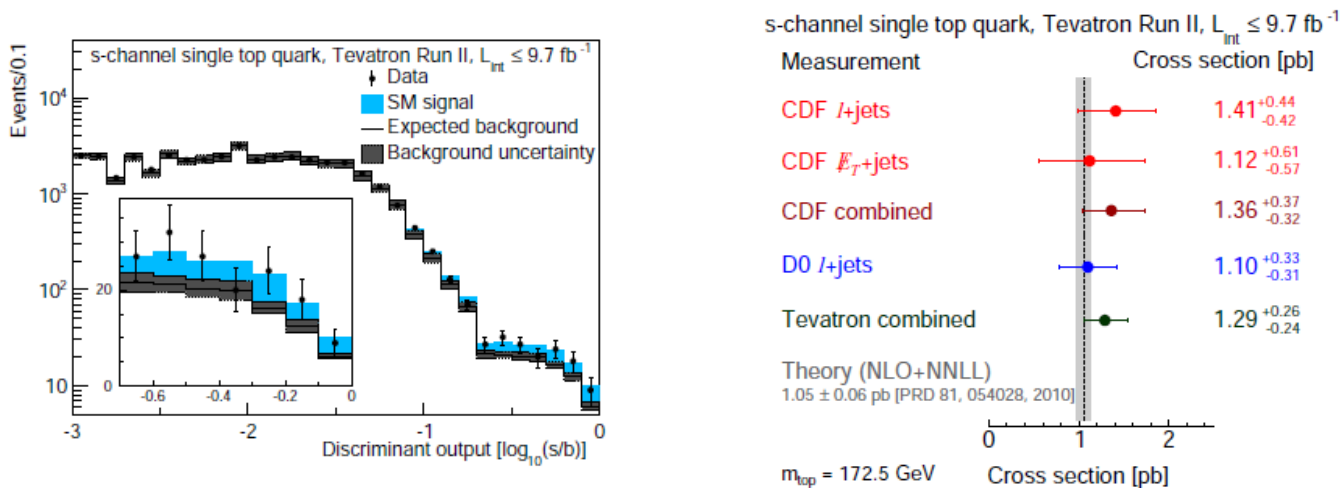


Рисунок 7. На левом рисунке представлено распределение многомерного дискриминанта, выделяющего s-канальные события из фоновых процессов. На правом рисунке представлены измеренные значения сечений для s-канального рождения и предсказание Стандартной модели.

Эксперимент СВД (ИФВЭ, Протвино).

Коллаборацией СВД были представлены результаты измерения инклюзивных распределений по фейнмановской переменной и поперечному импульсу для K_s^0 -мезонов в рА-взаимодействиях при 70 ГэВ/с для трех мишеней (C, Si, Pb). Изучение А-зависимости сечений рождения K_s^0 -мезонов. Измеренное значение α - показателя степени в формуле $\sigma \sim A^\alpha$ - в пределах ошибки совпало с данными при больших энергиях. С использованием А-зависимости измеренный выход K_s^0 -мезонов при $x_F \sim 0$ сравнен с выходом K^+ и K^- мезонов в рр-реакции при 70 ГэВ/с. Полученные инклюзивные спектры по продольным и поперечным переменным для K_s^0 сопоставлены с предсказаниями моделей FRITIOF и UrQMD. Публикация: В.М. Роньжин и др. (Коллаборация СВД), "ИЗУЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ НЕЙТРАЛЬНЫХ КАОНОВ В р-C, р-Si И р-Pb-СОУДАРЕНИЯХ ПРИ 70 ГЭВ/с". ЯФ, т.77 №5 (2014) с. 637-647.

Были продолжены работы по изучению рождения Лямбда-частиц в рА-взаимодействиях с уточненным расчетом эффективностей детекторов установки СВД и используемого программного обеспечения. Первые результаты, показывающие возможность существенного увеличения статистики, были представлены на конференции «Ломоносовские чтения-2014» в докладе «Выделение странных барионов в рА-взаимодействиях при 70 ГэВ/с в эксперименте СВД-2».

Обработаны на предмет выделения трехчастичных распадов очарованных D-мезонов данные эксперимента SERP-E-184 "Изучение механизмов образования очарованных частиц в рр-взаимодействиях при 70 ГэВ и их распадов", полученные при облучении активной мишени установки СВД-2, состоящей из пластинок углерода, кремния и свинца, пучком протонов с энергией 70 ГэВ. Оптимизированы критерии отбора событий и вычислены эффективности регистрации. После выделения сигнала от трехчастичного распада заряженных очарованных D-мезонов измерены инклюзивные сечения их образования при околопороговой энергии, времена жизни и параметры А-зависимости сечений. Приведена таблица выходов и их отношений в сравнении с данными других экспериментов и теоретическими предсказаниями. Публикация: В.Н.Рядовиков и др. (Коллаборация СВД), "РЕГИСТРАЦИЯ ЗАРЯЖЕННЫХ ОЧАРОВАННЫХ D+-МЕЗОНОВ В рр-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 70 ГЭВ/с НА УСТАНОВКЕ СВД-2". ЯФ т.77 №6 (2014) с.756-764.

Теоретические исследования.

1) Рассмотрены инфляционные модели с неминально взаимодействующими скалярными полями и модифицированными полученными с помощью уравнений ренормгруппы потенциалами, соответствующими скалярной электродинамике, SU(2) и SU(5) моделям. Модель индуцированной гравитации с потенциалом четвертой степени, соответствующая модели с космологической постоянной в формулировке Эйнштейна, не подходит для инфляции. Вместо добавки члена Гильберта-Эйнштейна в действие, включены квантовые поправки, полученные с помощью ренормгруппового уравнения. Показано, что инфляция возможна как для модели скалярной электродинамики, так и для SU(5) модели, рассмотрены параметры инфляции. При правильном выборе параметров моделей полученные параметры инфляции соответствуют данным наблюдений Planck2013 и BICEP2.

2) Проведены исследования интегрируемых космологических моделей с неминимально взаимодействующим скалярным полем. Получены общие решения для плоской Вселенной Фридмана со скалярным полем в индуцированных гравитационных моделях и моделях, включающих член кривизны Гильберта-Эйнштейна и скалярное поле, конформно взаимодействующее с гравитацией. Соответствующие модели связаны с гравитационными моделями с минимально взаимодействующими скалярными полями через комбинацию

конформного преобразования и преобразование скалярного поля. Представлены явные формулы самодействующих потенциалов для шести интегрируемых моделей. Явно получено общее решение для одной из таких моделей, а именно модели индуцированной гравитации со степенным потенциалом.

3) В качестве модели столкновения тяжелых ионов рассмотрены столкновения доменных стенок в модифицированных пятимерных пространствах AdS₅ (анти де Ситтера) с b -факторами. Такая модификация голографического подхода позволяет воспроизвести экспериментальную зависимость множественности рождения частиц от энергии столкновения нуклонов при выборе степенного b -фактора с определенными параметрами на основе предположения равенства энтропии черной дыры в пятимерном пространстве и энтропии кварк-глюонной плазмы. Получены обобщенные формулы зависимости множественности рождения частиц от энергии при b -факторах произвольного вида при столкновении доменных стенок в модифицированных пространствах. Степенной b -фактор, умноженный на экспоненту с отрицательным знаком аргумента, приводит к точной аналитической зависимости множественности рождения частиц от энергии столкновения, которая при грубой аппроксимации воспроизводит экспериментальную степенную зависимость множественности рождения с логарифмическими поправками, меняющимися в зависимости от энергетического интервала. Возможно, что найденная грубая аппроксимация степенной зависимости множественности рождения с логарифмическими поправками окажется полезной при расширении энергетического интервала эксперимента. В простейшей голографической модели с AdS₅ пространством не было ни поля дилатона, ни потенциала поля. В модифицированных же моделях поля дилатона и потенциалы имеются, что связано с введением b -фактора в метрику AdS₅. Рассмотрена явная зависимость потенциалов от полей в интересных для эксперимента случаях степенного и смешанного b -факторов. В случае степенного b -фактора, при выборе параметров приводящих к экспериментальному описанию множественности рождения частиц, поле окажется комплексным и зависимость потенциала рассматривается уже не от дилатонного поля, а от фантомного поля. В случае же смешанного b -фактора будет иметься переключение режимов от фантомного к дилатонному режиму. Причем, при правильной сшивке режимов поле дилатона будет всегда положительным.

4) Изучена динамика космологических моделей индуцированной гравитации с полиномиальными потенциалами шестой степени, найденными с помощью метода суперпотенциалов. Важным свойством таких моделей является существование решений, стремящихся к неподвижным точкам. Найденны достаточные условия стабильности таких решений. В частности, найдены условия, при которых решения с немонотонным параметром Хаббла, стремящимся к неподвижной точке, являются аттракторами.

5) Феноменологические исследования особенностей процессов (одиночного рождения топ-кварков и процессов Дрелла-Яна), обусловленных промежуточными калибровочными бозонами в теориях с большими дополнительными измерениями.

Исследовались вклады W' - и Z' -бозонов, башен Калуцы–Клейна более высоких возбуждений W - и Z -бозонов и гравитона в такие процессы. Показано, что если калибровочные бозоны распространяются во всем многомерном пространстве, то возникает деструктивная интерференция не только между W' - и W -бозонами (или Z и Z'), но и между бозонами W' и Z' и башнями Калуцы–Клейна более высоких возбуждений W - и Z -бозонов соответственно. Получены распределения по инвариантной массе и поперечного импульса продуктов распада резонансов. Показано, что при энергиях, уже достигнутых на ЛНС, определённые изменения в распределениях, предсказываемых СМ, могут свидетельствовать о существовании дополнительных измерений.

(ЖНЕР 1406 (2014) 160)

б) Выполнено моделирование процесса рождения одиночного топ кварка в столкновениях тяжелых ионов (Pb Pb) при энергии 5.5 ТэВ (CompuHEP 5.2). Проведено моделирование фрагментации и адронизации (PYTHIA 6) с учетом ядерных поправок (EPS09) и эффектов среды (PYQUEN). Проводится феноменологический анализ с целью нахождения оптимальных условий регистрации процессов с рождением топ кварка в столкновениях тяжелых ионов в эксперименте CMS.