**Изучение распадов** $B\_{c}^{+} $**мезонов с чармонием и многочастичными адронными состояниями в эксперименте LHCb**

*Егорычев Артём Викторович*

*Аспирант*

*НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва, Россия*

*E-mail:* *artem.egorychev@cern.ch*

Спектрометр LHCb по своей конструкции представляет собой одноплечевой передний детектор, который предназначен для изучения физики тяжелых кварков и обнаружения проявлений редких эффектов, которые ранее не были доступны для исследований. Спектрометр LHCb позволяет наиболее эффективно и точно реконструировать события от одиночных взаимодействий протонов. Для этого пучки ускоренных протонов расфокусируются при подходе к точке взаимодействия и обеспечивают мгновенную светимость около $L=4×10^{32}см^{-2}c^{-1}$. Полная интегральная светимость эксперимента LHCb составляет $3$ и 6 $фб^{-1}$ для сеансов RunI (2011-2012 гг.) и RunII (2015-2018 гг.), соответственно.

Частица $B\_{c}^{+}$ является уникальным состоянием, состоящим из двух тяжелых кварков разных ароматов. Распад системы, состоящей из кварков ($\overbar{b}$c), происходит через механизм слабого взаимодействия, когда один из кварков осуществляет распад, а второй является кварком-спектратором, либо происходит процесс аннигиляции двух кварков с участием виртуального $W^{\pm }$-бозона [1]. Эксперименты на Большом адронном коллайдере открыли новую эру для исследований мезонов. Несмотря на то, что $B\_{c}^{+}$ мезон был открыт более 20 лет назад в эксперименте CDF, до сих пор было обнаружено всего несколько каналов распада этой частицы.

В работе для оптимального отбора сигнальных событий изучаемых распадов $B\_{c}^{+}$ мезонов применяется метод машинного обучения на основе ускоренного дерева решений (BDTG) с применением пакета для мультивариативного анализа данных (TMVA). Набор приложений для многомерного анализа TMVA представляет собой среду для обработки данных и решения базовых задач машинного обучения, и включает в себя алгоритмы обучения, тестирования и оценки производительности.

В докладе представлены результаты по поиску новых распадов $B\_{c}^{+}$ мезонов с S- и P-волновым чармонием и легкими адронами (пионы и каоны) в конечном состоянии[2, 3]:

* впервые обнаружен распад $B\_{c}^{+}\rightarrow ψ\left(2S\right)π^{+}π^{-}π^{+}$ и измерено отношение парциальной ширины распада $B\_{c}\rightarrow ψ\left(2S\right)π^{+}π^{-}π^{+}$ к ширине нормировочного канала $B\_{c}^{+}\rightarrow J/ψπ^{+}π^{-}π^{+}$;
* впервые обнаружен распад $B\_{c}^{+}\rightarrow J/ψK^{+}π^{-}π^{+}$ и измерено отношение парциальной ширины распада $B\_{c}^{+}\rightarrow J/ψK^{+}π^{-}π^{+}$ к ширине нормировочного канала $B\_{c}^{+}\rightarrow J/ψπ^{+}π^{-}π^{+}$ и показан доминирующий вклад через распад $K^{\*0}$-состояния;
* впервые обнаружен распад $B\_{c}^{+}\rightarrow J/ψK^{+}K^{-}K^{+}$ и измерено отношение парциальной ширины распада $B\_{c}^{+}\rightarrow J/ψK^{+}K^{-}K^{+}$ к ширине нормировочного канала $B\_{c}^{+}\rightarrow J/ψK^{+}K^{-}π^{+}$ и показан доминирующий вклад через распад $ϕ$-мезона;
* впервые обнаружен распад $B\_{c}^{+}\rightarrow ψ\left(2S\right)π^{+}$ в канале $ψ\left(2S\right)\rightarrow J/ψπ^{+}π^{-}$ и измерено отношение парциальной ширины распада $B\_{c}^{+}\rightarrow ψ\left(2S\right)π^{+}$ к ширине нормировочного канала $B\_{c}^{+}\rightarrow J/ψπ^{+}π^{-}π^{+}$;
* выполнено первое наблюдение распада $B\_{c}^{+}\rightarrow ψ\left(2S\right)K^{+}K^{-}π^{+}$ и измерено отношение парциальной ширины распада $B\_{c}^{+}\rightarrow ψ\left(2S\right)K^{+}K^{-}π^{+}$ к ширине нормировочного канала $B\_{c}^{+}\rightarrow J/ψK^{+}K^{-}π^{+}$;
* впервые исследована система, состоящая из трех заряженных пионов, в канале $B\_{c}^{+}\rightarrow J/ψπ^{+}π^{-}π^{+}$ и показан доминирующий вклад через распад $a\_{1}\left(1260\right)^{+}$-состояние;
* впервые исследована система, состоящая из двух заряженных адронов, в канале $B\_{c}^{+}\rightarrow J/ψK^{+}K^{-}π^{+}$ и показан доминирующий вклад через распад $K^{\*0}$-состояния и подавление через распад $ϕ$-мезона;
* впервые обнаружен распад $B\_{c}^{+}\rightarrow ψ\left(2S\right)K^{+}K^{-}π^{+}π^{-}π^{+}$ и измерено отношение парциальной ширины распада $B\_{c}^{+}\rightarrow ψ\left(2S\right)K^{+}K^{-}π^{+}π^{-}π^{+}$ к ширине нормировочного канала $B\_{c}^{+}\rightarrow J/ψπ^{+}π^{-}π^{+}π^{-}π^{+}$;
* впервые обнаружен распад $B\_{c}^{+}\rightarrow (ψ\left(2S\right)\rightarrow J/ψπ^{+}π^{-} )π^{+}π^{-}π^{+}$ и измерено отношение парциальной ширины распада $B\_{c}^{+}\rightarrow ψ\left(2S\right)π^{+}π^{-}π^{+}$ к ширине нормировочного канала $B\_{c}^{+}\rightarrow J/ψπ^{+}π^{-}π^{+}π^{-}π^{+}$;
* выполнено первое наблюдение распада $B\_{c}^{+}\rightarrow J/ψ4π^{+}3π^{-}$ и измерено отношение парциальной ширины распада $B\_{c}^{+}\rightarrow J/ψ4π^{+}3π^{-}$ к ширине нормировочного канала $B\_{c}^{+}\rightarrow J/ψπ^{+}π^{-}π^{+}π^{-}π^{+}$;
* впервые обнаружен распад $B\_{c}^{+}\rightarrow χ\_{c}\_{2}π^{+}$ и измерено отношение парциальной ширины распада $B\_{c}^{+}\rightarrow χ\_{c}\_{2}π^{+}$ к ширине нормировочного канала $B\_{c}^{+}\rightarrow J/ψπ^{+}$;
* впервые установлен верхний предел на отношение парциальных ширин распадов $B\_{c}^{+}\rightarrow χ\_{c}\_{1}π^{+}$ и $B\_{c}^{+}\rightarrow χ\_{c}\_{2}π^{+}$.

Анализ выполнен с использованием данных, набранных экспериментом LHCb в протон-протонных столкновениях, при энергиях в системе центра масс 7, 8 и 13 ТэВ в период с 2011 по 2018 гг.

Литература

1. Bauer M., Stech B., Wirbel M. // Z. Phys. C. 1987. v. 34. p. 103.
2. R. Aaij, ... , A. Egorychev, ... , et al., Study of $B\_{c}^{+}$ decays to charmonia and three light hadrons, JHEP 2022. v. 01. p. 065.
3. R. Aaij, ... , A. Egorychev, ... , et al., Study of $B\_{c}^{+}$ decays to charmonia plus multihadron final states, JHEP 2023. v. 07. p. 198.