

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Совет молодых ученых

Научно-методический отдел по работе с молодыми учеными
и специалистами университета управления
научных исследований СПбГУ

ЧЕЛОВЕК. ПРИРОДА. ОБЩЕСТВО АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Материалы

*14-й международной конференции
молодых ученых 26–30 декабря 2005 г.*

В 2 частях

Часть II



Издательство Санкт-Петербургского университета
2006

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДАЛЬНИХ КОРРЕЛЯЦИЙ В РАМКАХ PSM

В исследовании явлений физики высоких энергий большую роль играет моделирование процессов, основанное на теориях в рамках квантовой хромодинамики. Одной из таких теорий является партонно-струнная модель (PSM) [1, 2]. Метод дальних корреляций [3], разрабатываемый в СПбГУ, позволяет применять струнную модель как для теоретических расчетов, так и для анализа экспериментальных данных, с целью поиска новых физических закономерностей и явлений.

В рамках квантовой хромодинамики взаимодействие двух кварков описывается на основе введения понятий цветовых зарядов и цветового поля, образуемого этими зарядами. Цветовое взаимодействие осуществляется путем обмена глюонами. При разнесении кварков расстояние более 1 фм напряженность цветового поля возрастает, из-за сильного нелинейного взаимодействия глюонов силовые линии сдавливаются окружающим вакуумом в трубку радиуса 0.20–0.25 фм и образуют так называемые цветовые струны — глюоновод [4].

В простейшей струнной модели [5, 6] струны образуются в результате взаимодействия партонов и затем распадаются. Обычно

Асрян Анджей Геворкович — аспирант физического факультета СПбГУ

рассматривают не все направления вылета частиц, а выделяют определенную область быстрот. Быстрота характеризует собой продольную составляющую импульса вторичных частиц. В заданных окнах быстрот можно рассматривать множественность (число частиц, зарегистрированных детектором) и средний поперечный импульс, а также корреляции между ними. Дальние корреляции [3] рассматриваются между наблюдаемыми величинами в различных, отдаленных друг от друга окнах.

Чем интересны дальние корреляции?

В столкновении ядер свинца с релятивистской энергией число образуемых струн настолько велико, что они перекрываются и могут каким-либо образом взаимодействовать между собой [7, 8]. Работы М. А. Брауна и его коллег [7–11] показали, что при этом множественность и поперечный импульс будут сильно меняться. В соответствующих условиях могут проявляться корреляции, которые можно наблюдать экспериментально. Таким образом, появляется возможность сравнить экспериментальные результаты и теоретические расчеты с учетом слияния струн и без учета, и выяснить правильность гипотезы о взаимодействии цветных струн.

Программный Monte Carlo генератор событий PSM (parton string model) основан на теории, учитывающей взаимодействие цветных струн в виде их слияния [1,2,7–11]. Из заданных начальных параметров, при помощи генераторов случайных чисел, моделируется событие — столкновение нуклонов или ионов. Возможен учет ряда процессов — учет жестких процессов (при энергии больше 25 GeV на нуклон), учет слияния струн, учет распада резонансов и учет перерасеяния вторичных частиц.

Генератор включает в себя теоретическую модель цветового взаимодействия кварков и глюонов, на основе пакетов Pythia 5.5 (моделирование адронных процессов) и JetSet 7.3 (фрагментация струн и физика лептонов), а также учет эффекта слияния струн. Рассматривается слияние лишь двух струн, причем полное слияние, т. е. если струны геометрически накладываются друг на друга или перекрываются, они заменяются одной двойной струной и заново вычисляются цветовые заряды на ее концах.

При помощи генератора PSM было произведено моделирование различных экспериментов [1,2,12,13] от протон-протонных столкновений до ядро-ядерных столкновений ионов свинца, при различных энергиях от 17.7 GeV до 14 TeV на нуклон. Был проанализирован

широкий спектр возможных экспериментальных данных, таких как средние величины импульса, множественности, быстротные и импульсные распределения, зависимость величин от класса центральности столкновения ионов и от ширины окон по прицельному параметру в выборе классов, корреляции множественности, поперечного импульса, а также множественности и поперечного импульса в различных окнах быстрот, зависимость средних величин, корреляционных коэффициентов и пр. от энергии сталкивающихся ионов и многое другое.

Распараллеливание PSM на многопроцессорных кластерах Петродворцового Телекоммуникационного Центра СПбГУ [14] позволило увеличить статистику событий на несколько порядков, а следовательно привело к повышению качества моделирования. Дальнейшее расширение деятельности в данном направлении связано с применением средств GRID для еще большего увеличения вычислительной мощности.

Дальнейшая модификация и усовершенствование генератора PSM приведет к улучшению модели и позволит качественно моделировать предсказания для энергий LHC [15], а в дальнейшем участвовать в обработке и анализе экспериментальных данных ALICE [16, 17].

Литература

1. N. S. Amelin, M. A. Braun, C. Pajares, Z. Phys. C 63, **507–516** (1994)
2. N. S. Amelin, N. Armesto, C. Pajares, D. Sousa, Eur. Phys. J. C 22, **149–163** (2001)
3. Long-Range Forward-Backward p_t and Multiplicity Correlations Studies in ALICE, P. A. Bolokhov, M. A. Braun, G. A. Feofilov, V. P. Kondratiev, V. V. Vechernin, ALICE-INT-2002
4. Физика элементарных частиц, Окунь Л. Б., 2-е изд. М., **28–50** (1988)
5. A. Capella, U. Sukhatme, C. I. Tan and J. Tran Thanh Van, Phys. Lett. **81B** (1979) 68; A. Capella, U. P. Sukhatme and J. Tran Thanh Van, Z. Phys. **C3** (1980) 329; A. Capella and J. Tran Thanh Van, Z. Phys. **C10** (1981) 210; A. Capella et al, Z. Phys. **C33** (1987) 1452.
6. A. B. Kaidalov, Phys. Lett., **116B** (1982) 459; A. B. Kaidalov K. A. Ter-Martirosyan, Phys. Lett., **117B** (1982) 247.
7. M. A. Braun and C. Pajares, Phys. Lett. **B287** (1992) 154; Nucl. Phys. **B390** (1993) 542, 549; N. S. Amelin, M. A. Braun and C. Pajares, Phys. Lett. **B306** (1993) 312; Z. Phys. **C63** (1994) 507.
8. N. Armesto, M. A. Braun, E. G. Ferreira and C. Pajares, Phys. Rev. Lett. **77** (1996) 3736.
9. M. A. Braun, C. Pajares and J. Ranft. Int. J. of Mod. Phys. **A14** (1999) 2689; hep-ph/9707363.

10. M. Nardi and H. Satz, Phys. Lett. **B442** (1998) 14; H. Satz, Nucl. Phys. **A661** (2000) 104c.
11. M. A. Braun and C. Pajares, Eur. Phys. J. **C16** (2000) 349.
12. A. Asryan, D. Derkach, G. Feofilov, R. Kolevator, P. Naumenko, P. Valinevich, V. Vechernin, Fluctuations and Long-Range (LR) correlation analysis of NA49 experimental data on PbPb collisions at 158 AGeV.
13. A. G. Asryan, C. Blume, G. A. Feofilov, M. Gazdzicki, P. A. Naumenko, V. V. Vechernin, ROOT application for Long-Range Correlations Analysis, Workshop on Computational Physics Dedicated to the Memory of Stanislav Merkuriev, 2003, Book of abstracts, p. 50
14. S. A. Nemnyugin, A. Asryan, G. Feofilov, P. Naumenko, V. Solodkov, V. Vechernin, A. Zarochencev, V. I. Zolotarev, Parallel Implementation of Parton String Model event generator, Proceedings of «Computing in High Energy and Nuclear Physics 2004», Vol.2 27 September — 1 October 2004, Interlaken, Switzerland, p. 1201–1203
15. LHC Large Hadron Collider Project, <http://lhc-new-homepage.web.cern.ch/lhc-new-homepage/>
16. ALICE Collaboration: *Technical Proposal for A Large Ion Collider Experiment at the CERN LHC*, preprint CERN/LHCC/95–71 (1995)
17. A. Asryan, D. Derkach, M. Braun, G. Feofilov, A. Ivanov, R. Kolevator, V. Kondratiev, P. Naumenko, V. Vechernin, Long-range Correlation Studies In ALICE, ALICE PPR, Vol.2, Chap. 6.8.1, <https://edms.cern.ch/document/682648/1>