

# Численное моделирование корреляций между частицами от распада струнных кластеров при взаимодействии ядер высоких энергий

Денис Ужва

СПбГУ, кафедра физики высоких энергий и элементарных частиц

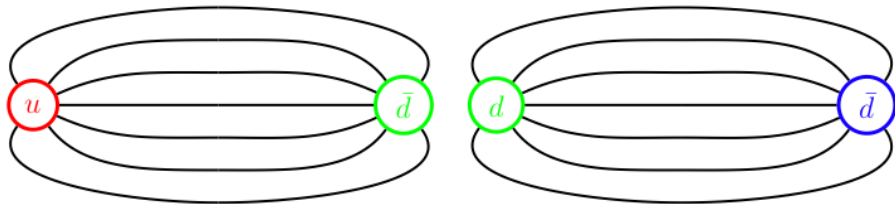
4 июня 2019

# Table of contents

1. Введение
2. Модель непрерывного поперечного сечения
3. Результаты
4. Заключение

# Струнная модель в КХД

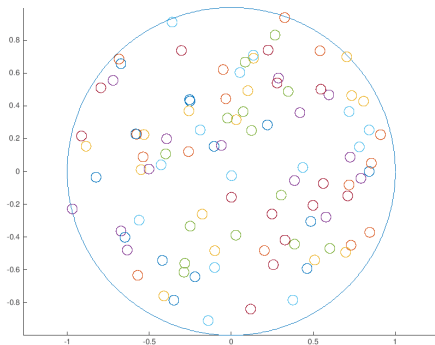
Важным объектом в релятивистской квантовой хромодинамике является так называемая кварк-глюонная струна



Наивная модель поля сильного взаимодействия

# Слияние струн

Рассеяние ядер при высоких энергиях подразумевает образование струн, которые перекрываются и сливаются до начала процесса адронизации



Визуализация струн в поперечном сечении ядер

# Мотивация

- Непрерывная модель точнее, чем дискретная решётка

# Мотивация

- Непрерывная модель точнее, чем дискретная решётка
- До сего момента никто не проводил расчёт корреляций  $p_t$  на непрерывном сечении

# Разработка генератора событий

Программа реализована на языке C++. Основные этапы расчёта:

- Генерация центров струн в поперечном сечении

# Разработка генератора событий

Программа реализована на языке C++. Основные этапы расчёта:

- Генерация центров струн в поперечном сечении
- Поиск кластеров, нахождение их площадей и подсчёт количества струн



# Разработка генератора событий

Программа реализована на языке C++. Основные этапы расчёта:

- Генерация центров струн в поперечном сечении
- Поиск кластеров, нахождение их площадей и подсчёт количества струн
- Генерация значений множественности и поперечного импульса

# Разработка генератора событий

Программа реализована на языке C++. Основные этапы расчёта:

- Генерация центров струн в поперечном сечении
- Поиск кластеров, нахождение их площадей и подсчёт количества струн
- Генерация значений множественности и поперечного импульса
- Расчёт корреляционного коэффициента

# Генерация множественности и попереного импульса

Множественность рождённых частиц (из кластера  $k$ ) генерировалась с помощью распределения Пуассона со следующим средним:

$$\langle n \rangle_k = \mu_0 \sqrt{\frac{N_k S_k}{\sigma_0}},$$

а поперечный импульс – по Гауссу, сразу для всего события  $i$ :

$$f((p_t)_i^F) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{(p_t)_i^F}} \exp\left(-\frac{((p_t)_i^F - \overline{(p_t)_i^F})^2}{2(\sigma_{(p_t)_i^F})^2}\right),$$

$$\overline{(p_t)_i^F} = \frac{\bar{p}}{n_i^F} \sum_{k=1}^{M_i} n_k \sqrt[4]{\eta_k} = \bar{p} \cdot p_{\Sigma}, \quad \sigma_{(p_t)_i^F}^2 = \frac{\sigma_p^2}{(n_i^F)^2} \sum_{k=1}^{M_i} n_k \sqrt{\eta_k} = \sigma_p^2 \cdot \sigma_{\Sigma}^2.$$

# Расчёт корреляционного коэффициента

Коррелятор показывает зависимость величин в переднем и заднем быстротных окнах. Для множественности и попереного импульса он вычисляется по следующим формулам:

$$b_{nn} = \frac{\langle n_F n_B \rangle - \langle n_F \rangle \langle n_B \rangle}{\langle n_F^2 \rangle - \langle n_F \rangle^2},$$

$$b_{p_t p_t} = \frac{\langle p_F p_B \rangle - \langle p_F \rangle \langle p_B \rangle}{\langle p_F^2 \rangle - \langle p_F \rangle^2}.$$

# Предельный случай большой плотности струн

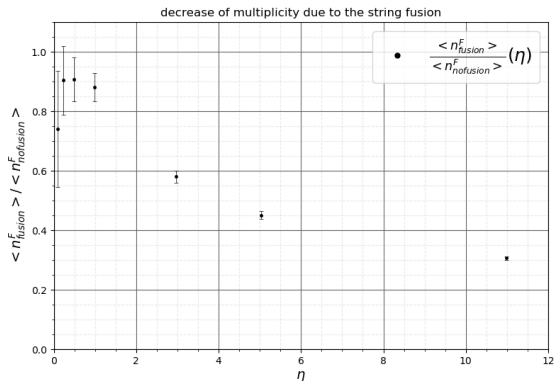
При большой плотности струн значения коэффициентов корреляции выходят на асимптотические кривые:

$$b_{nn} = \frac{1}{1 + 4 \cdot \sqrt{\langle \eta \rangle}},$$

$$b_{p_t p_t} = \frac{1}{1 + 16 \cdot \gamma^2 \cdot \sqrt{\langle \eta \rangle}}.$$

# Влияние слияния струн на множественность

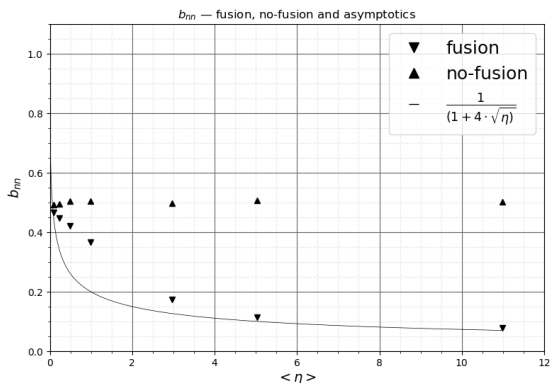
Как видно на следующем графике, учёт влияния слияния струн уменьшает прирост множественности при увеличении плотности струн:



Зависимость  $\langle n_f \rangle / \langle n_{nf} \rangle$  от  $\eta$

# Зависимость $b_{nn}$ от средней плотности струн $\langle \eta \rangle$

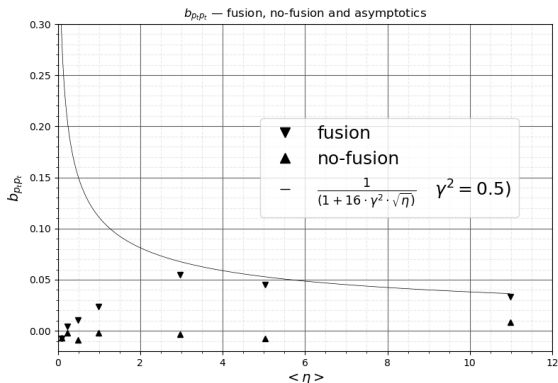
Коэффициент корреляции множественностей зависит от плотности струн как продемонстрировано на графике ниже



Зависимость  $b_{nn}$  от  $\langle \eta \rangle$

# Зависимость $b_{p_t p_t}$ от средней плотности струн $\langle \eta \rangle$

Аналогичный график – но уже для коэффициента корреляции поперечных импульсов



Зависимость  $b_{pp}$  от  $\langle \eta \rangle$



# Перспективы разработки генератора

- Применение распределения Вудса-Саксона для моделирования ядра

# Перспективы разработки генератора

- Применение распределения Вудса-Саксона для моделирования ядра
- Введение переменной центральности столкновения

# Перспективы разработки генератора

- Применение распределения Вудса-Саксона для моделирования ядра
- Введение переменной центральности столкновения
- Оптимизация работы программы

# Перспективы разработки генератора

- Применение распределения Вудса-Саксона для моделирования ядра
- Введение переменной центральности столкновения
- Оптимизация работы программы
- Применение к расчётам на реальных установках (NICA, LHC)