

Web инструменты для исследования структурных функций и дифференциальных сечений однопионного рождения в резонансной области

А.Г.Насртдинов¹, М.М.Давыдов¹, А.Д.Булгаков¹,
А.А.Голубенко¹, к.ф.-м.н. Е.Л.Исупов², д.ф.-м.н. В.И.Мокеев³

¹Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
физический факультет, кафедра общей ядерной физики. Россия,
119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2;

²НИИЯФ им. Д.В. Скобельцына, Москва, Россия;

³Национальная лаборатория Томаса Джефферсона, Ньюпорт-Ньюс, США
E-mail: nasrtdinov.ag17@physics.msu.ru

Докладчик:
студент 113м группы
Насртдинов Алмаз

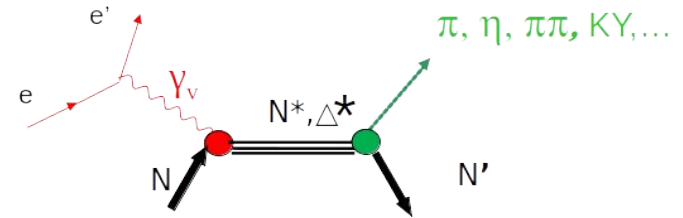
Квантовая хромодинамика

Высокие энергии (малые масштабы длин волн) -
асимптотическая свобода - пертурбативный подход

Низкие энергии (большие масштабы длин волн) -
конфайнмент кварков - непертурбативный подход

Промежуточные энергии - изучение нуклонных резонансов

Исследование структурных функций и дифференциальных сечений в резонансной области позволяет извлечь амплитуды электровозбуждения и дает ответ на вопрос о возникновении адронной массы



Получение экспериментальных данных

Рассматриваемые реакции

$$ep \rightarrow e'\pi^0p$$

$$ep \rightarrow e'\pi^+n$$

Сечение,
извлекаемое из
эксперимента

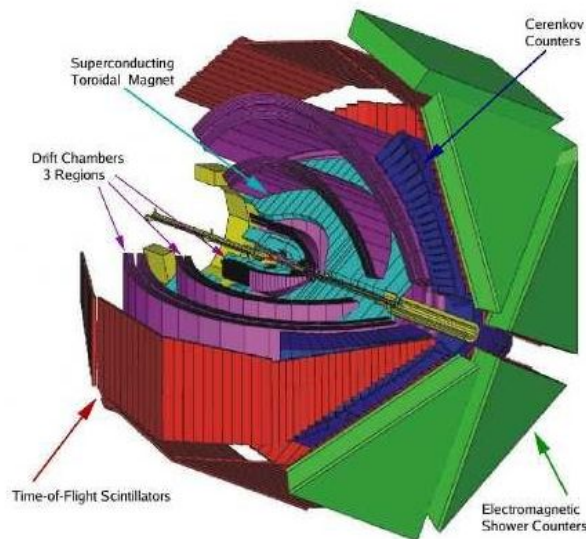
$$\frac{d\sigma_e}{d\Omega_\pi}$$

Рассматриваемый
кинематический
диапазон

$$Q^2 < 6 \text{ ГэВ}^2$$

$$W < 1.8 \text{ ГэВ}$$

CLAS Physics Database
[JLab](#) | [Search](#) | [Overview](#) | [Login](#) | [Edit](#) | [Register](#)
Search form for the data related to the CLAS physics



Сечение виртуального фотона

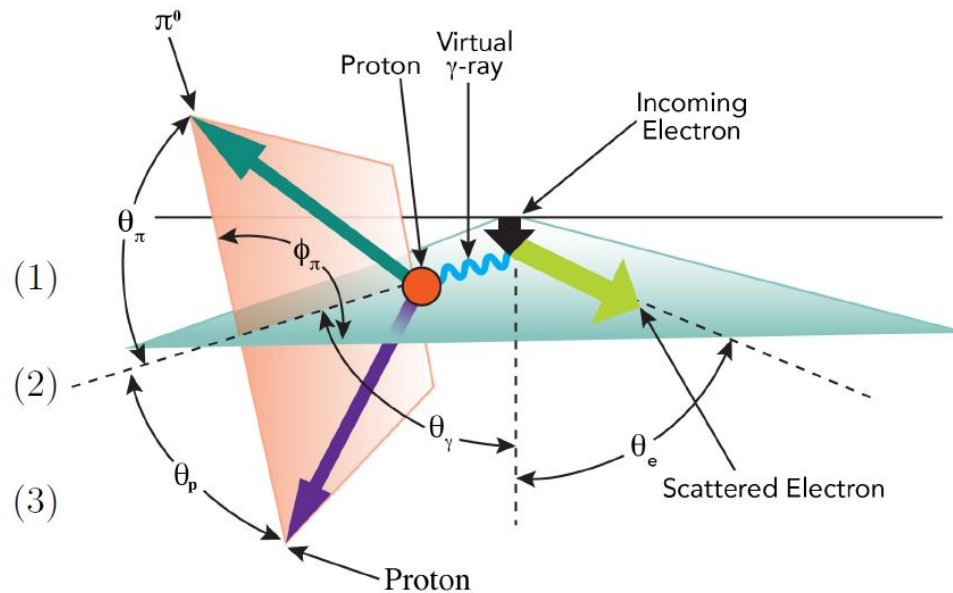
$$ep \rightarrow e'\pi N \longrightarrow \gamma_v p \rightarrow \pi N$$

$$\frac{d^5\sigma_e}{d\phi_e dW dQ^2 d\Omega_\pi} = \Gamma_\gamma \frac{d\sigma_\gamma}{d\Omega_\pi}$$

$$\Gamma_{\gamma_v}(W, Q^2) = \frac{\alpha}{4\pi} \frac{1}{E_{beam}^2 m_p^2} \frac{W(W^2 - m_p^2)}{(1 - \varepsilon)Q^2}$$

$$\varepsilon = \left(1 + 2 \left(1 + \frac{\nu^2}{Q^2} \right) \tan^2 \frac{\varphi_e}{2} \right)^{-1}$$

$$Q^2 = -q^2 = -(P_{e'} - P_e)^2 \quad W = \sqrt{(P_p + q)^2} \quad (4)$$



Структурные функции

$$\frac{d\sigma_{\gamma v}}{d\Omega_{\pi}} = \frac{d\sigma_u}{d\Omega_{\pi}} + \varepsilon \frac{d\sigma_{tt}}{d\Omega_{\pi}} \cdot \cos 2\varphi + \sqrt{2\varepsilon(1+\varepsilon)} \frac{d\sigma_{lt}}{d\Omega_{\pi}} \cdot \cos \varphi \quad (5)$$

$$\frac{d\sigma_u}{d\Omega_{\pi}} = \frac{d\sigma_t}{d\Omega_{\pi}} + \varepsilon \frac{d\sigma_l}{d\Omega_{\pi}}$$

Fit φ dependence:

$A + B \cdot \cos(2\varphi) + C \cdot \cos(\varphi)$

$$\chi^2 = 0.7652$$

| | Value | Uncert |
|----------|----------|---------|
| A | 4.2652 | 0.23116 |
| B | -0.21331 | 0.3168 |
| C | -1.5553 | 0.33412 |

$\frac{d\sigma_u}{d\Omega_{\pi}}$ - неполяризованная структурная функция

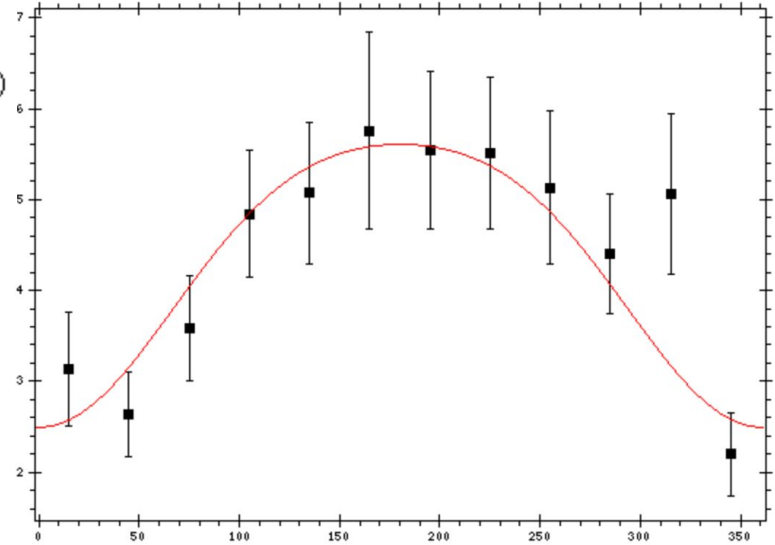
$\frac{d\sigma_t}{d\Omega_{\pi}}$ - поперечная структурная функция

$\frac{d\sigma_l}{d\Omega_{\pi}}$ - продольная структурная функция

$\frac{d\sigma_{lt}}{d\Omega_{\pi}}$ - продольно-поперечная структурная функция

$\frac{d\sigma_{tt}}{d\Omega_{\pi}}$ - поперечно-поперечная структурная функция

Observable quantity measured (Y axis): $d\sigma/d\Omega$, mcbn/sterad



Parameter (X axis): φ_{π} , deg

Веб-сайт в роли базы данных для результатов работы

<https://clas.sinp.msu.ru/~almaz/>

90%



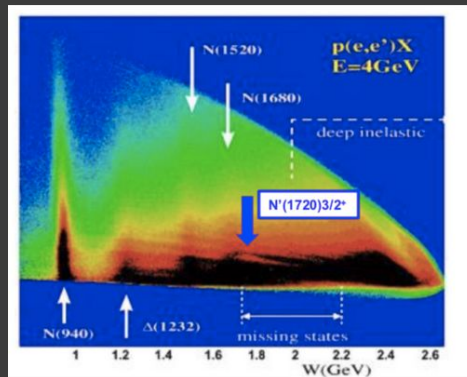
Search

Evaluation methods

Interpolated structure functions and cross section

Evaluated exclusive structure functions

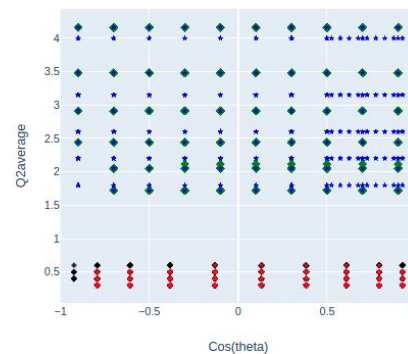
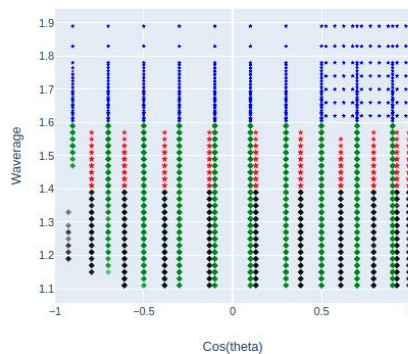
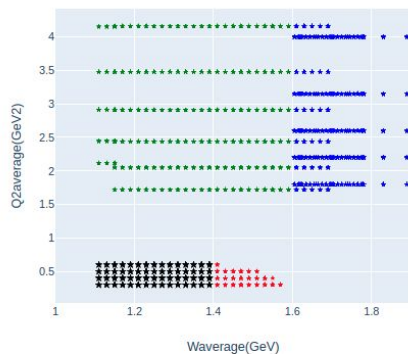
Graphs for article



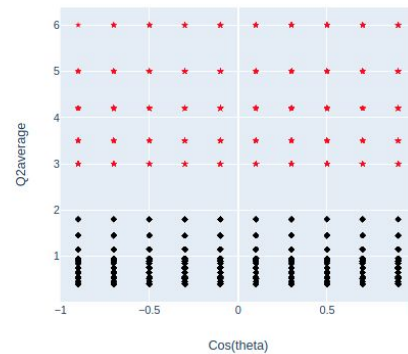
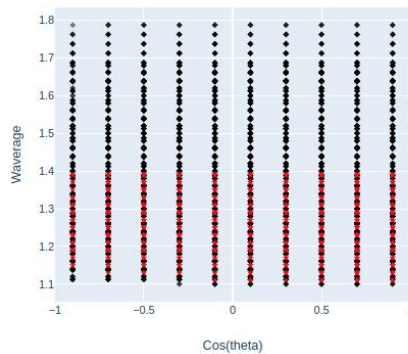
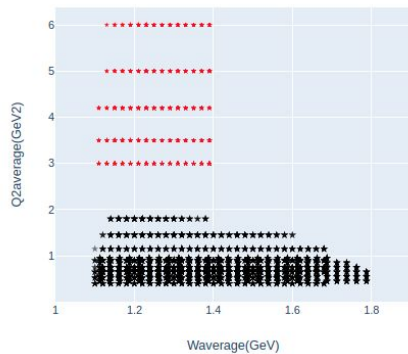
Evaluation of the
exclusive $\pi^0 p$ and $\pi^+ n$
electroproduction cross
section
from the CLAS Data

Рассматриваемые кинематические области

Available data for $gvp \rightarrow \pi^+ n$



Available data for $gvp \rightarrow \pi^0 p$



Возможности сайта

Available data areas

On this site you should enter $W+Q^2$ or $W+\cos(\theta)$ or $Q^2+\cos(\theta)$ to get structure functions as functions of $\cos(\theta)$ or Q^2 or W (correspondingly).

If you also want to get unpolarized structure function you also need to enter the beam energy (OR ϵ).

If you also want to get differential cross section you also need to enter the beam energy (OR ϵ) and ϕ .

Grid step is an optional feature which allow you to change graphic resolution and interpolation step (default value = 0.01)

| | | | | |
|---|---------------------------------------|---|--|--|
| <input type="text" value="Ebeam(GeV)"/> | <input type="text" value="eps"/> | | | |
| <input type="text" value="W(GeV)"/> | <input type="text" value="Q2(GeV2)"/> | <input type="text" value="Cos(theta)"/> | <input type="text" value="phi(degree)"/> | <input type="text" value="grid step"/> |

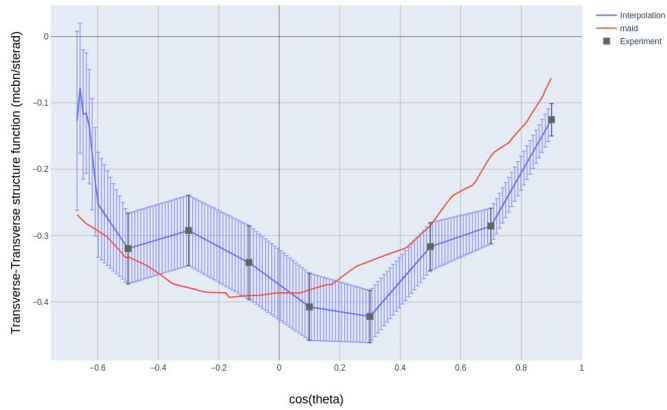
trim interpolation data (structure_functions) to a range of experimental data (if exp data is available)

| | | |
|---|---|---|
| <input type="text" value="cos(theta) min value"/> | <input type="text" value="cos(theta) max value"/> | <input type="text" value="interpolation points cnt"/> |
|---|---|---|

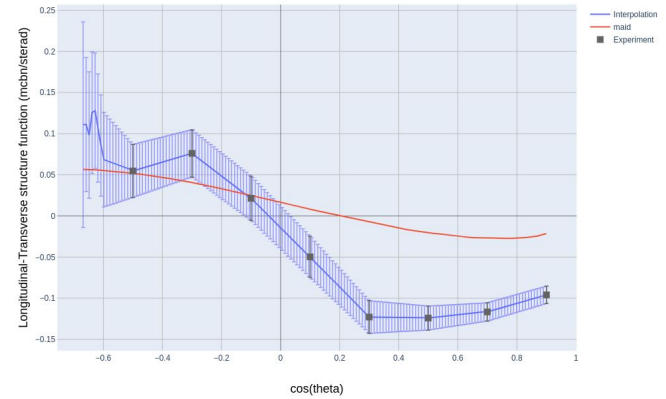
interpolate in defined $\cos(\theta)$ range

Run

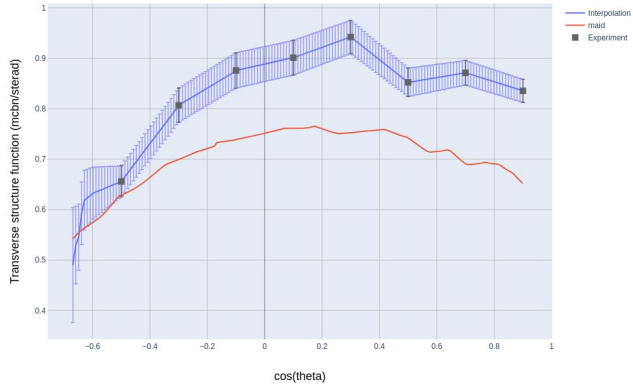
Transverse-Transverse structure function (mcbn/sterad)



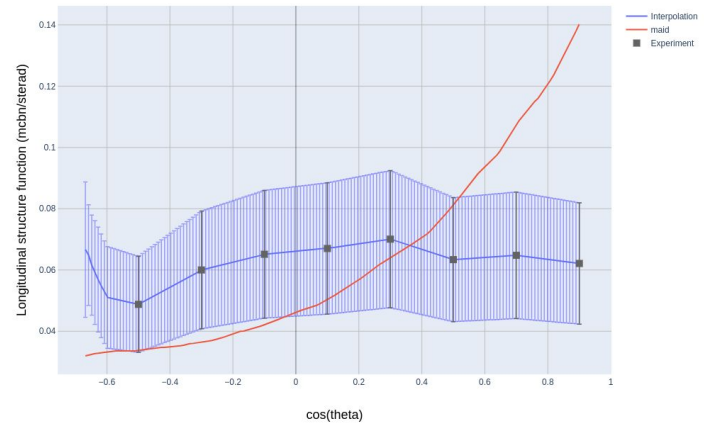
Longitudinal-Transverse structure function (mcbn/sterad)



Transverse structure function (mcbn/sterad)



Longitudinal structure function (mcbn/sterad)



Результаты работы

- 1) Были реализованы методы извлечения структурных функций
- 2) Разработан веб-сайт, представляющий собой базу данных со всеми полученными результатами, позволяющий быстро получить доступ к необходимой реакции в выбранной кинематической области по W и Q
- 3) Внедрение предшествующих моделей для извлечения структурных функций и дифференциальных сечений для дальнейшего сравнения

Спасибо за внимание!