



***Cumulative Effect and  
Diffraction Dissociation after  
Neutrino Nuclei Interactions***



**O.K. Egorov**

**A.B. Kaydalov and G.A. Leksin memory**

**Institute of Theoretical and Experimental Physics, Moscow, Russia**

# **A-DEPENDENCE DIFFRACTION DISSOCIATION (DD) PHENOMENA AFTER NEUTRINO INTERACTION WITH NUCLEI**

**O.K. Egorov,**

*Institute for Theoretical and Experimental Physics, Moscow, Russia*

E-mail: [egorov@itep.ru](mailto:egorov@itep.ru)

**We present a calculation of A-dependence DD phenomena after neutrino interaction with nuclei, using two gluon exchange in connection with Nikolaev-Zakharov-Zoller (NZZ) model now [2,3,4]. This model is predicted for  $\sigma_{DD}/\sigma_{DIP} \sim 0.5$  under electro and photo production for heavy nuclei namely [5]. The model NZZ was checked in HERA experiments [6,7] and E665 FNAL collaboration [8]. We are checked that model using E-564 experiment FNAL [9] and E-128 IHEP experiment in Protvino [10].**

In connection with modern point of view deep inelastic scattering (DIS)  $\nu\mu$  on proton are presented in fig. 1 [1]. A similar diagram describe  $\nu\mu A$  DIS. Diffraction dissociation (DD) is a part of a similar diagram. In that case, DD events, characterized by a large (pseudo) rapidity gap (LRG), between the recoil proton (nuclei), and the hadronic debris from the DD of neutrinos.

$$\Delta\eta = \log(W^{*2}/Q^{*2}) = \log(1/x) - \log(M^{*2}/Q^{*2}),$$

где  $W^{*2}$  – квадрат полной энергии столкновения нейтрино с протоном (ядром),  $Q^{*2}$  – квадрат импульса переданного от лептонной вершины к адронной системе, а  $M^{*2}$  – квадрат массы образованной адронной системы.

С  
П  
А  
С  
И  
Б  
О  
З  
А  
В  
Н  
И  
М  
А  
Н  
И

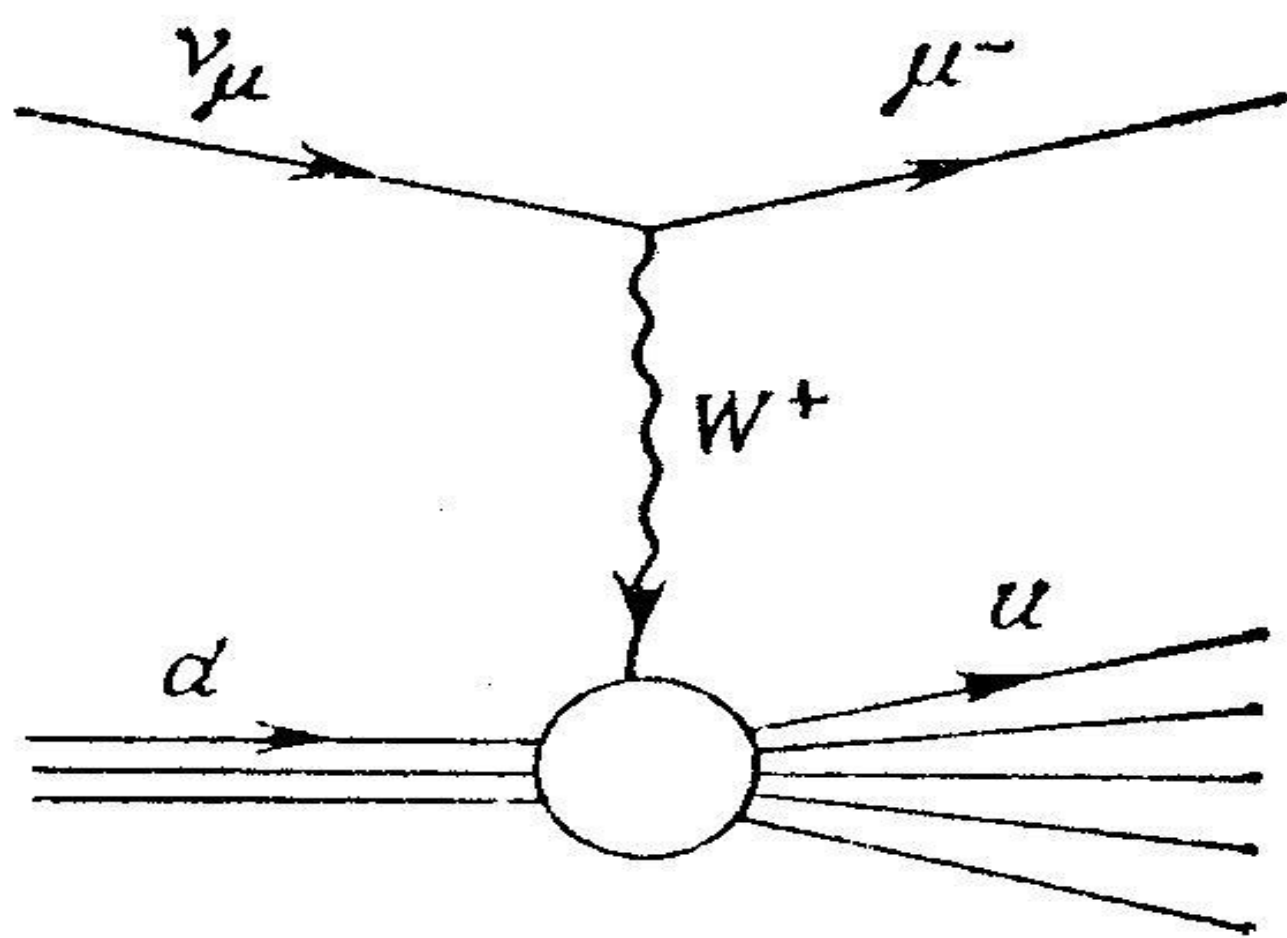


Fig.1. Deep inelastic scattering with W-boson in  $\nu_\mu + p \rightarrow \mu^- + X$  reaction

**In connection with Nikolaev-Zakharov-Zoller (NZZ) model we used two gluon exchange for DD phenomena. As it is possible to see on fig. 2 for small Bjorken  $x$  ( $x < 0.1$ ) dominate two gluons exchange.**

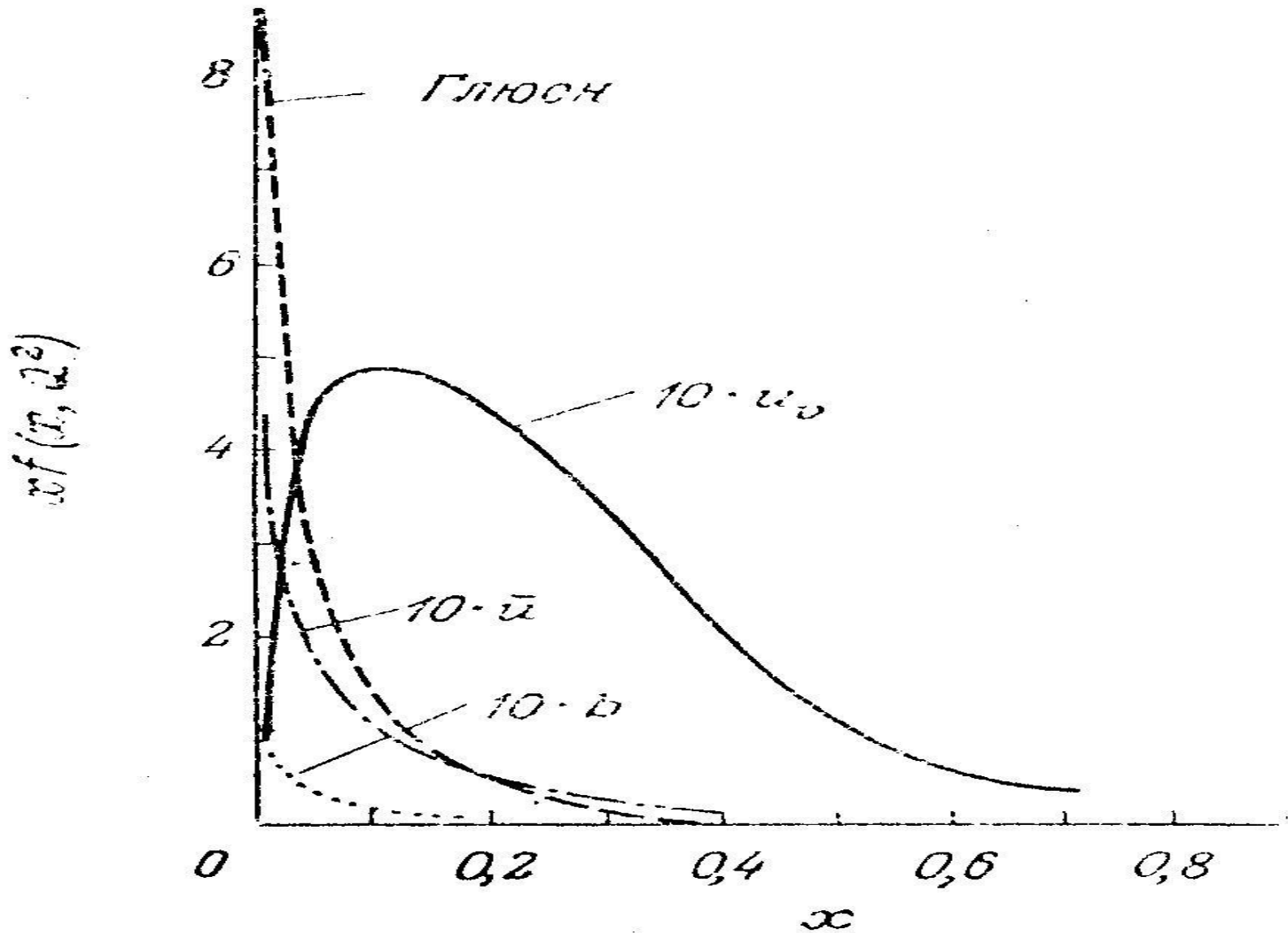


Fig. 2. Structure function from Bjorken  $x$

Метод расчета дифракционной диссоциации подробно представлен в [1].

$$\Delta\eta = \log(W^{**2}/Q^{**2}) = \log(1/x) - \log(M^{**2}/Q^{**2})$$

Для случая  $W^{**2}/Q^{**2} \sim 100$ , а  $M^{**2}/Q^{**2} \sim 0.1$   $\Delta\eta$  получается примерно равным 2, при этом бьёркеновская скейлинговая переменная  $x$  получается  $\sim 0.1$ .

При анализе процессов электророждения (эксперимент E-665 /FNAL/) во взаимодействии мюонов с ядрами ксенона группа теоретиков, возглавляемая Н.Н. Николаевым, заметила, что при определенных значениях кинематических переменных вклад процессов дифракционной диссоциации (DD) для тяжелых ядер может достигать **половины полного глубоко неупругого сечения [1]**.

Однако сами авторы эксперимента E-665 дают другие значения этого отношения. А именно:  $\sigma_{DD}/\sigma_{DIS} = 0.12 \pm 0.02$  для  $\mu D$  and  $0.18 \pm 0.03$  для  $\mu Xe$  взаимодействий [1,2]. Что существенно меньше расчетов этого отношения по модели НЗЗ.

Экспериментальное исследование явления DD в фото и электророждении стало возможным только с пуском электронно-протонного коллайдера HERA. В частности, в работах [3,4] представлено исследование этого явления в коллаборациях H1 и ZEUS. В этих работах  $\sigma_{DD}/\sigma_{DIS} \approx 0.1$ , что совпадает с расчетами по модели НЗЗ.



Мы провели вычисления отношения  $\sigma_{DD}/\sigma_{DIP}$  для протонов, ядер азота (желатина ядерной эмульсии), ядер брома и серебра. Точность вычислений  $\sim 5\%$ . Массы глюонов брались по  $150 \text{ МэВ}/c^{**2}$ . Использована стандартная шаровая форма ядра с размытым краем ( $R = 1.1 \text{ fm } A^{**1/3}$ ) и максимальным фермиевским импульсом нуклонов в ядре  $250 \text{ МэВ}/c$ .

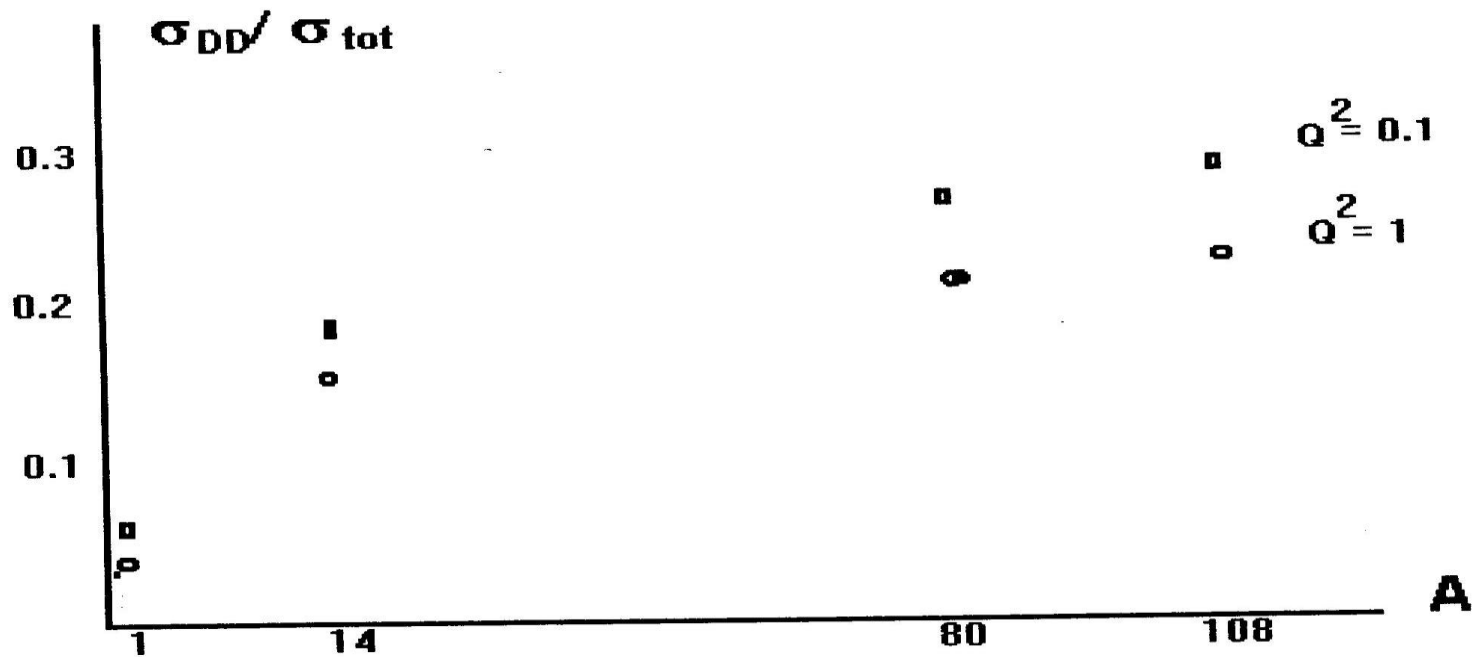


Рис. 3. А-зависимость отношения сечения DD к полному глубоко неупругому сечению ( $\sigma_{DD}/\sigma_{DIP}$ ) в зависимости от атомного номера ядра-мишени.

Замечание А.Б. Кайдалова

Отношение сечений  $\sigma_{DD}/\sigma_{DIP}$  не ведёт себя плавно при переходе от протонов к дейтонам, а делает скачок в область значений, характерных для углерода и азота.

Наши экспериментальные данные для  $\nu A$  взаимодействий следующие. Эксперимент E-564 /FNAL/ дал для  $\sigma_{DD}/\sigma_{DIP} = 0.29 \pm 0.09$  [6] для кристаллов AgBr. И хотя средний  $Q^{*2}$  в этом эксперименте в несколько раз больше 1, можно считать, что расчеты совпадают с данными эксперимента E-564. Однако более половины в этом отношении – некогерентная DD.

Эксперимент E-128 /Протвино/ хотя и содержит 670 событий заряженного тока, т.е. в 2 раза статистически более обеспечен чем E-564 дал только верхний предел для отношения  $\sigma_{DD}/\sigma_{DIP} \leq 0.53 \pm 0.07$  [7]. Следует отметить, что в этом эксперименте вместо бьеркеновской скейлинговой переменной  $x = Q^{*2} / 2 M v$  использована переменная  $x'$ , учитывающая, в отличии от  $x$  ненулевую массу протона:

$$x' = x / (1 + M^{*2} x^{*2} / Q^{*2})$$

В этих формулах  $Q^{*2}$  - квадрат переданного импульса от лептонной вершины к адронной системе,  $M$  - масса нуклона,  $v$  - энергия, переданная адронам.

### Замечание Г.А. Лексина

В эксперименте E-564 обнаружилось 9 событий с  $x > 1$  и Г.А. предложил их проанализировать. Оказалось, что если построить распределение событий в зависимости от  $x'$ , то в области с  $x > 1$  осталось только одно событие. Это событие и было найдено в фотоэмульсии (протон с импульсом ~ 800 МэВ/с, испущенный в заднюю полусферу).

Сравнение распределений событий по  $x$  и  $x'$  было проведено и на камере СКАТ [8]. Анализ этих распределений показывает, что переход к  $x'$  привело приблизительно к 20 % увеличению числа событий в области  $0 - 0.1$ , т.е. число кандидатов на эффект ДД на бромистом фреоне возросло при этом на 20 %. Эта оценка сделана без учета поправок на недоучет событий при очень малых значениях  $x'$ .

Итак, наша оценка относительного вклада сечения ДД к полному глубоко-неупругому сечению на бромистом фреоне при переходе от  $x$  и  $x'$  возрастает от 0.17 до 0.21. Учет неэффективности регистрации событий в области малых  $x'$  приводит к отношению 0.31. Аналогичная поправка и привела к столь высокому верхнему пределу в эксперименте E-128.

1. G. Kane // Modern Elementary Particle Physics, Addison-Wesley Pub. Com. Inc. 1987
2. N.N. Nikolaev and B.G. Zakharov // Z. Phys. C. 1991. V. 49. P. 607.
3. N.N. Nikolaev and B.G. Zakharov // Z. Phys. C. 1992. V. 53. P. 331.
4. N.N. Nikolaev, B.G. Zakharov and V.R. Zoller // Z. Phys. A. 1995. V. 351. P. 435.
5. N.N. Nikolaev, B.G. Zakharov and V.R. Zoller // Preprint JÜLICH, KFA-IKP(TH)-1994-13
6. C. Adloff, S. Aid, M. Anderson *et al.* // Preprint # 97-009 (DESY, Hamburg, 1997).
7. J. Breitweg, M. Derrick, D. Krakauer *et al.* // Phys. Lett. B. 1998. V. 421. P. 368.
8. M.R. Adams, S. Aid, P.L. Anthoni *et al.* // FERMILAB-Pub-95/396-E
9. O.K. Егоров // ЯФ. 2002. Т. 65. С. 881.
10. O.K. Егоров, В.А. Рябов // ЯФ. 2004. Т. 67. С. 2190.

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

***Thank you very much***