

(n,p) УРВАЛЫН ОГТЛОЛЫН СИСТЕМАТИК АНАЛИЗ

*Б.Баярбадрах, Г. Хүүхэнхүү
МУИС, Цөмийн судалгааны төв*

Түлхүүр үг: хурдан нейтрон, (n,p) урвал, урвалын огтлол, статистик загвар, систематик анализ

Товч утга: Цөмийн урвалын статистик загварыг ашиглан гаргасан хурдан нейтроноор явагдах (n,p) урвалын огтлолын томъёог нейтроны энергийн өргөн мужид ($E_n=6-16$ МэВ) урвалын огтлолын туршлагын утгуудын систематик анализад ашиглах боломжтойг харуулав.

1. ОРШИЛ

Хурдан нейтроноор явагдах (n,p) урвалын огтлолын туршлагын утгуудад систематик анализ хийх нь цөмийн урвалын механизмын талаар тулгуур мэдээлэл гарган авахад туслах онолын ач холбогдолтойгоос гадна цөмийн реакторын эд ангид гарах эвдрэлийг үнэлэх, дозиметрийн тооцоо хийх зэрэгт шаардлагатай өгөгдлүүдийг тодорхойлох боломж олгодог практик хэрэглээтэй юм. МУИС-ийн цөмийн судалгааны төвд сүүлийн жилүүдэд хурдан нейтроноор явагдах (n,p) урвалын огтлолын систематик анализыг нэлээд өргөн хүрээтэй хийж байна [1-4]. Энэ судалгааны хүрээнд цөмийн урвалын компаунд механизмд үндэслэсэн статистик загварыг ашиглан (n,p) урвалын огтлолын ерөнхий томъёог гаргаж, түүнээс систематик анализ хийхэд тохиромжтой хялбар илэрхийллийг олсон билээ [3].

Энэ ажлын зорилго нь түрүү бидний гаргасан томъёог ашиглан (n,p) урвалын огтлолын туршлагын утгуудад систематик анализ хийх явдал юм.

2. (n,p) УРВАЛЫН ОГТЛОЛЫН ТОМЪЁО

Хурдан нейтроноор явагдах (n,p) урвалын огтлолын туршлагын утгуудад систематик анализ хийхийн тулд цөмийн урвалын статистик загварыг ашиглан дараах томъёог бичиж болно [3]:

$$\sigma(n, p) = C \pi (R + \lambda)^2 e^{-K \frac{N-Z+1}{A}} \quad (1)$$

Энд:

R- бай цөмийн радиус, λ - нейтроны долгионы уртыг 2π - д хуваасан утга,

A, N, Z- харгалзан бай-цөмийн масс тоо, нейтроны болон протоны тоо,

C, K- параметруудийг дараах хэлбэртэй илэрхийлж болно [3].

$$C = \exp \left(\omega \frac{ZA^{1/6}}{\sqrt{E_n + Q_{np}}} \right) \quad (2)$$

$$K = \varphi \sqrt{\frac{A}{E_n + Q_{np}}} \quad (3)$$

Энд: ω, φ - тогтмол коэффициентүүд.

(2) ба (3)-аас

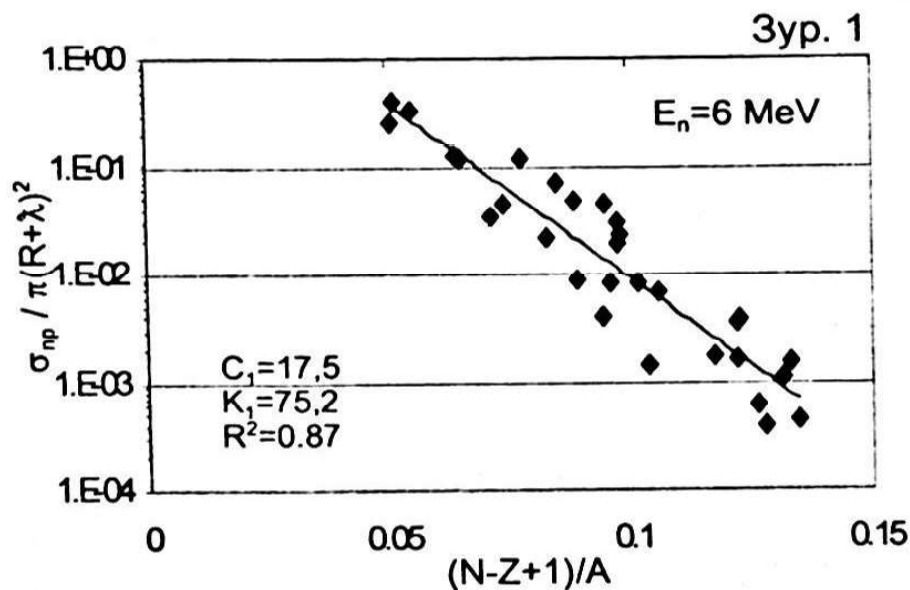
$$\ln C = \frac{Z}{A^{1/3}} \left(\frac{2\gamma - 1}{4\xi} \right) K \quad (4)$$

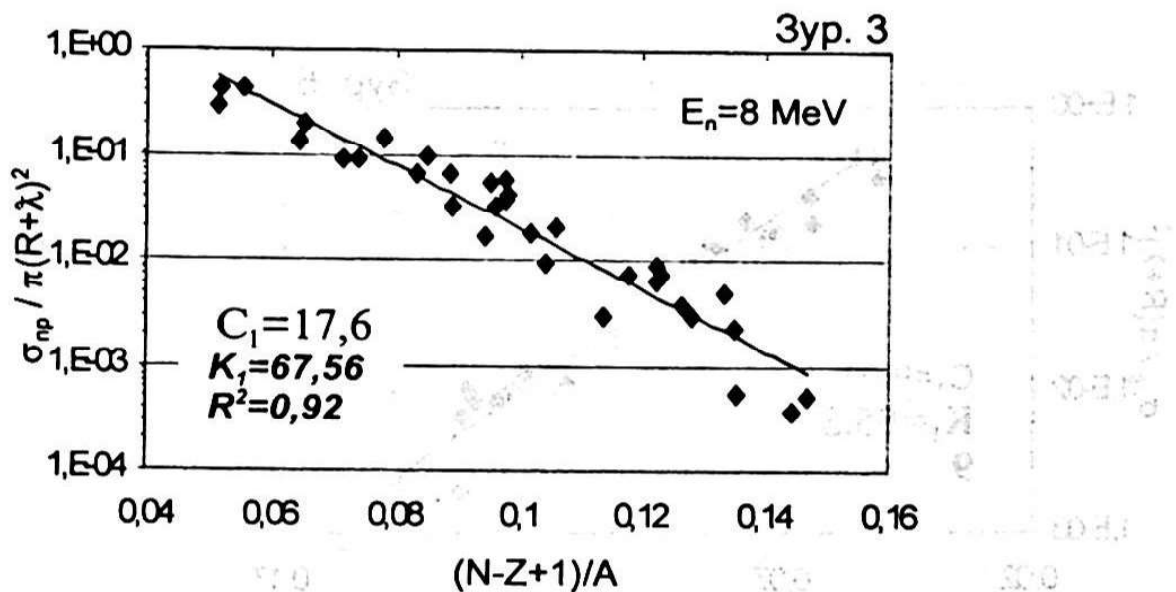
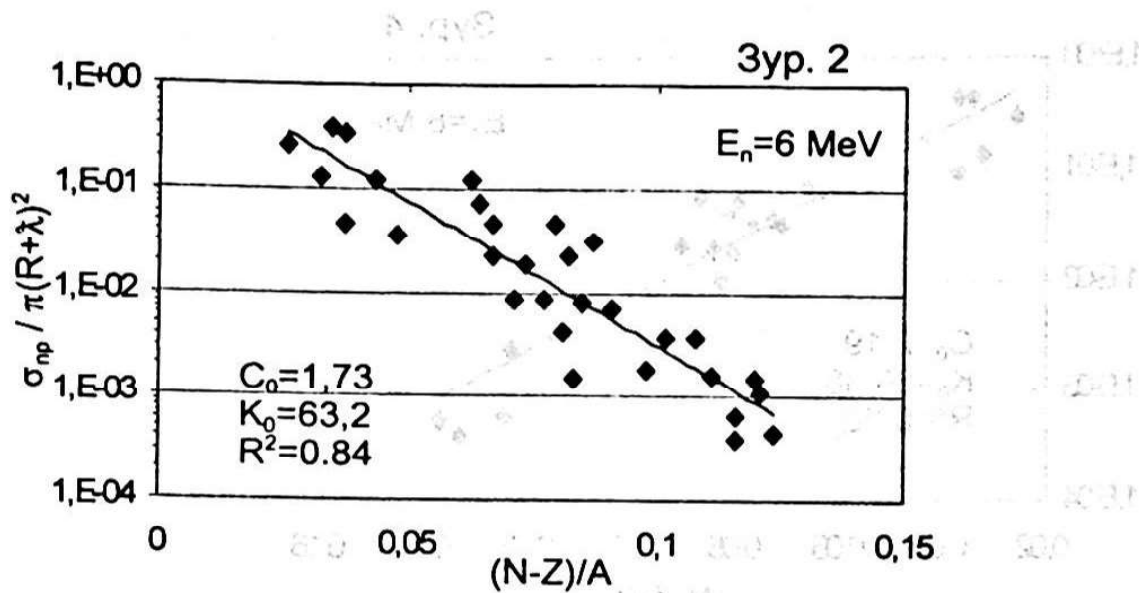
болно.

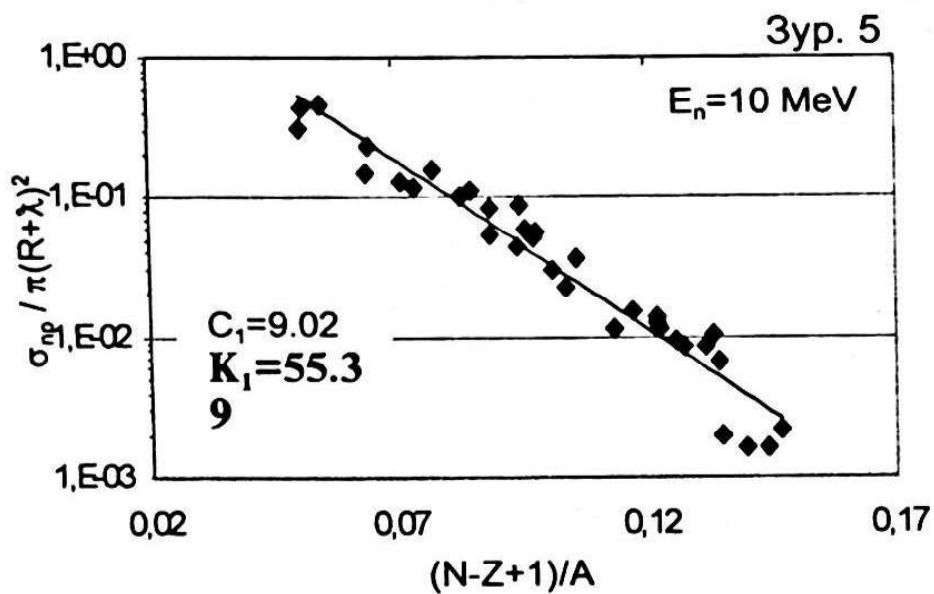
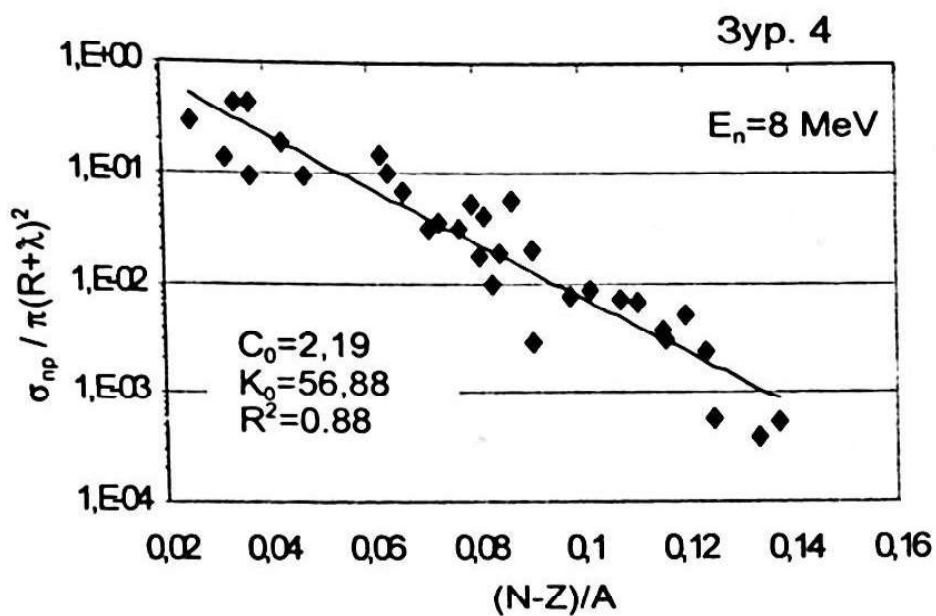
Энд: γ, ξ - Вайцзеккерийн томъёоны тогтмолууд.

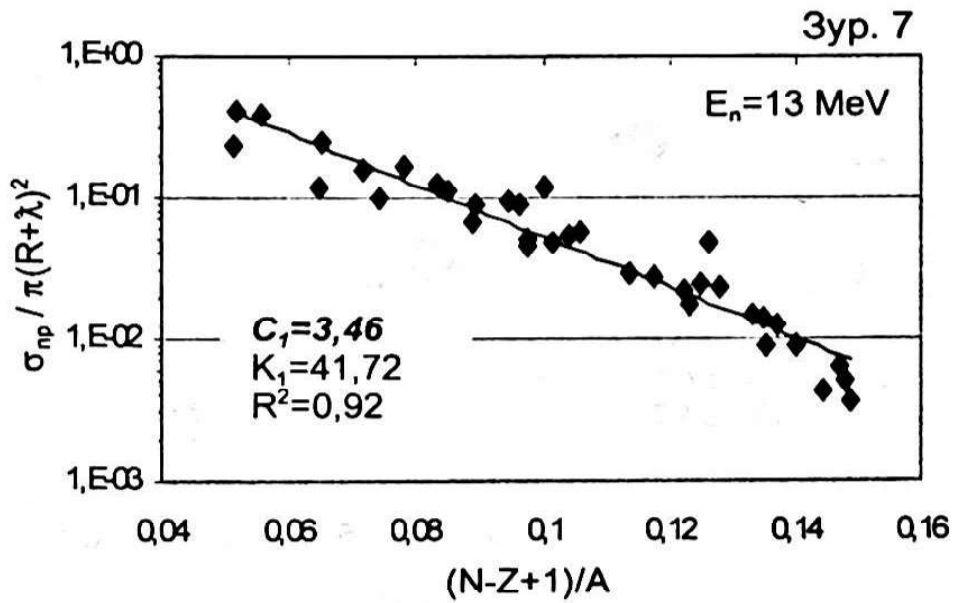
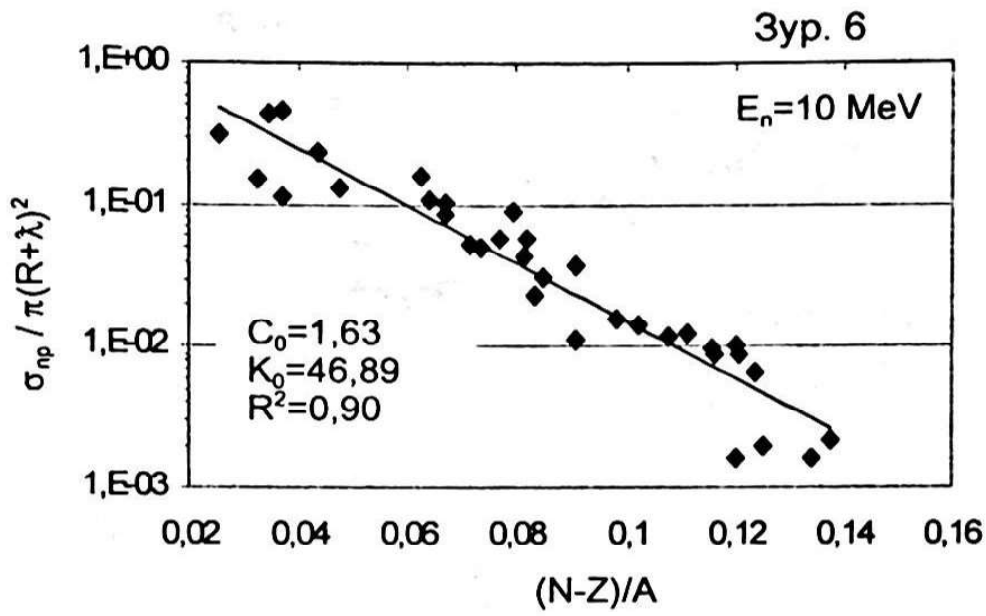
3. (n,p) УРВАЛЫН ОГТЛОЛЫН СИСТЕМАТИК АНАЛИЗ

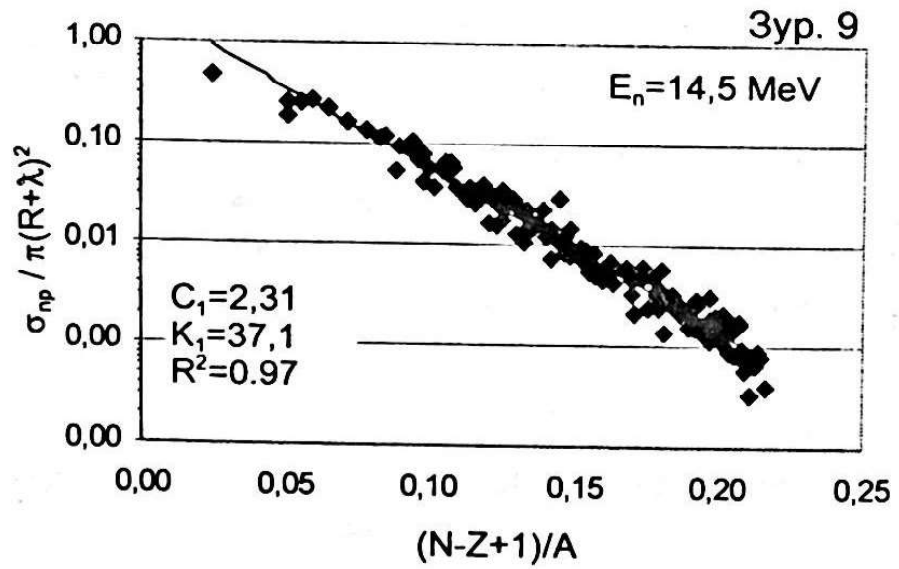
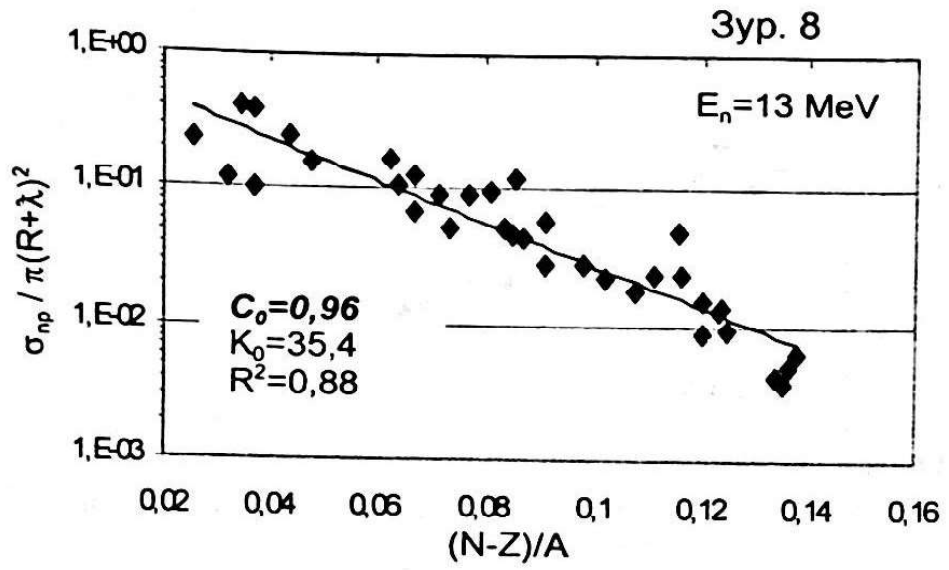
Бидний гаргасан (1) томъёонд цөмийн ассиметр параметрийг $(N-Z+1)/A$ хэлбэрээр авч үзсэнээр $(N-Z)/A$ гэж авч байсантай [1,2] харьцуулахад урвалын огтлолын систематик зүй тогтолыг илэрхийлэх чадвар сайжирсныг Зур.1-12-т нейтроны энергийн 6, 8, 10, 13, 14, 16 МэВ утгуудад харуулав. Энд харгалзах туршлагын утгуудыг [5-7]-оос авав.



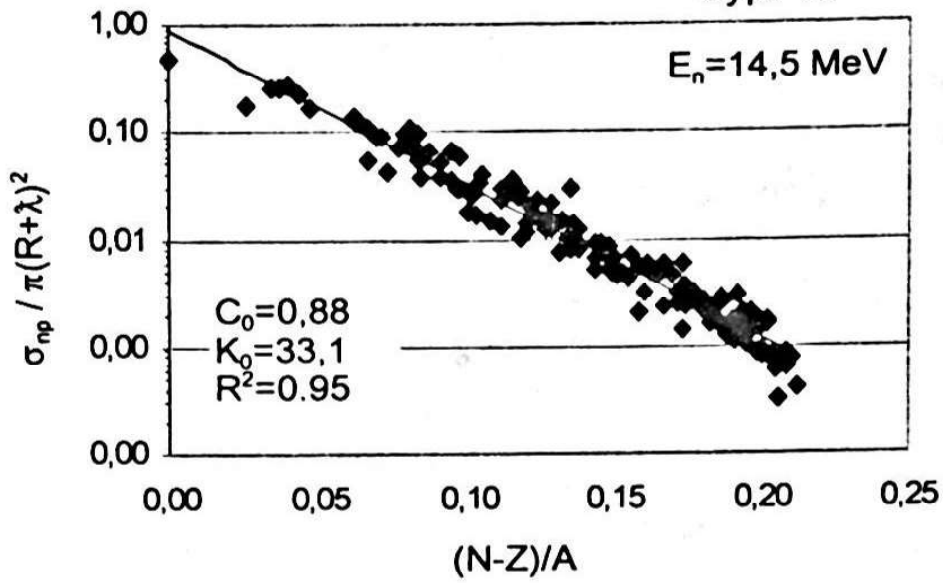




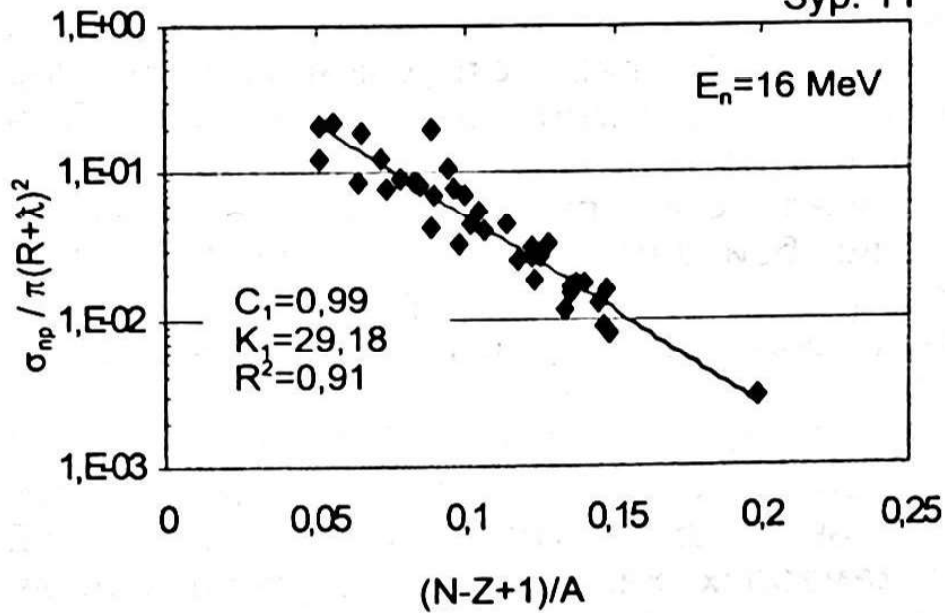


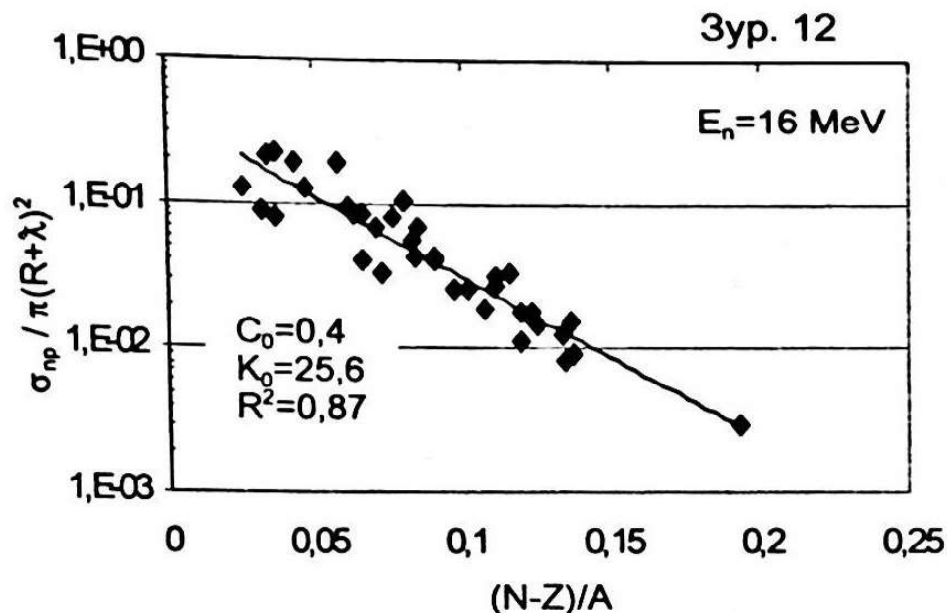


Зур. 10



Зур. 11





Зураг 1-12. (n,p) Урвалын эмхэтгэсэн огтлол ба цөмийн ассиметр параметрийн хоорондох хамаарал

3. С БА К ПАРАМЕТРУУД

(1) томъёог ашиглан нейтроны энергийн утга бүрд байгуулсан графикаас С,К параметруудийг хөөж олоход бүх элементийн хувьд тогтмол нэг утга олдоно. Гэвч цөмийн урвалын статистик онолыг ашиглан гаргасан (1) томъёонд байгаа С,К параметрууд нь тогтмол хэмжигдэхүүн биш, бай цөмийн масс тоо, протоны тоо, урвалын болон нейтроны энергээс хамаарсан хэмжигдэхүүнүүд болохыг (2), (3) томъёоноос харж болно.

Иймд Зур.(1-12)-оос олсон С, К-ийн утгууд (хүснэгт.1) нейтроны энергээс хэрхэн хамаарч байгааг Зур.13,14-т үзүүлэв. Энд хэдийгээр Q_{np} -ийг тооцолгүй зөвхөн E_n -ээс хамаарах хамаарлыг харуулсан боловч ерөнхий зүй тогтол (2) ба (3) томъёонуудтай төстэй байгааг тэмдэглэж болохоор байна. Мөн нейтроны

энергийн тухайн нэг утганд янз бүрийн аргаар олсон $\langle K \rangle$, K_1 , K_0 болоод $\langle C \rangle$, C_1 , C_0 -ийн утгууд хоорондоо ихээхэн зөрүүтэй боловч E_n -ээс бараг ижилхэн зүй тогтлоор хамаарч байгааг харж болохоор байна. $C(E)$ хамаарлын хувьд нэг цэг дээш үсэрснийг тодруулах шаардлагатай. Зур.15-д C ба K параметруудийн хоорондох хамаарлыг үзүүлэв. Эндээс харвал (4) томъёо $\frac{Z}{A^{1/3}} = const$ үеийн C ба K –ийн хоорондох хамаарлыг илэрхийлж чадаж байна.

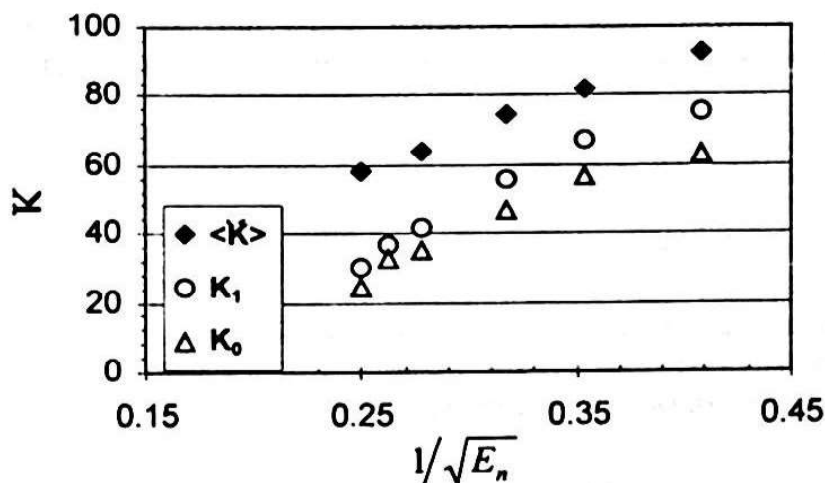
Хүснэгт. 1

$E_n, \text{ MeV}$	$\langle C \rangle$	C_1	C_0	$\langle K \rangle$	K_1	K_0
6	30,10	17,5	1,73	92,5	75,20	63,2
8	23,53	17,6	2,19	82,07	67,56	56,88
10	16,23	9,02	1,63	74,31	55,39	46,89
13	10,69	3,46	0,96	64,08	41,72	35,4
14.5		2,31	0,88		37,1	33,1
16	16,60	0,99	0,4	58,21	29,18	25,6

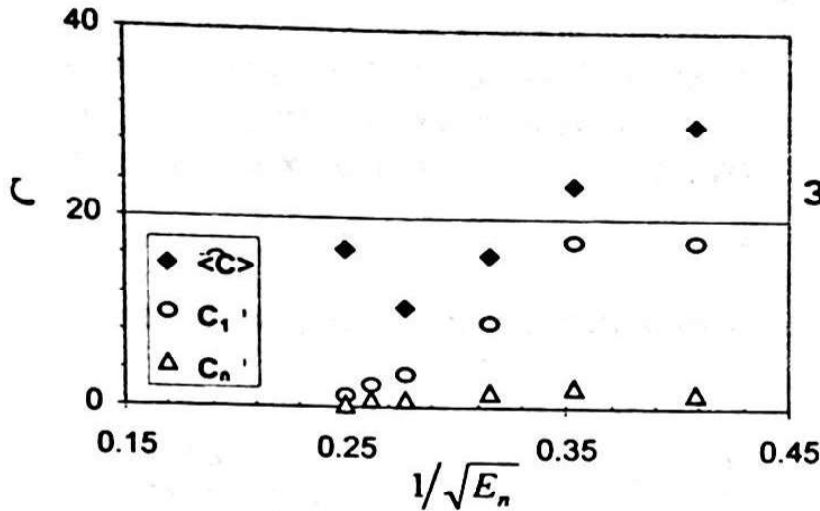
Энд: $\langle C \rangle$, $\langle K \rangle$ - изотоп бүрийн хувьд (2), (3) томъёогоор бодсоныг дунджилсан утга,

C_1 , K_1 – Зур. 1,3,5,7,9,11-ээс $(N-Z+1)/A$ тохиолдолд олсон утга.

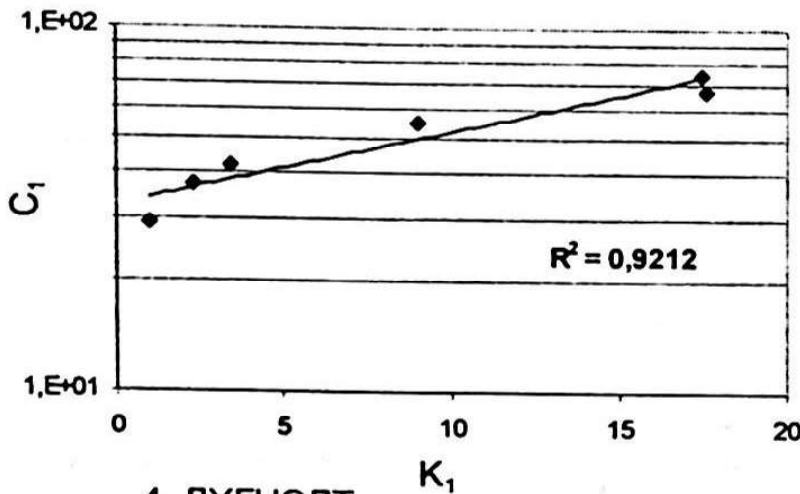
C_0 , K_0 – Зур. 2,4,6,8,10,12-оос $(N-Z)/A$ тохиолдолд олсон утга.



Зураг 13. K параметр ба нейтроны энергийн хоорондох хамаарал



Зураг 14. C параметр ба нейтроны энергийн хоорондох хамаарал



Зураг 15. C_1 ба K_1 параметруудийн хоорондох хамаарал

4. ДҮГНЭЛТ

1. Цөмийн урвалын статистик загварыг ашиглан гаргасан (1) томъёогоор (п,р) урвалын огтлолын туршлагын утгуудын систематик зүй тогтолыг илэрхийлэх чадвар сайжирч байна.
2. C, K параметрууд ба нейтроны энергийн хоорондох хамаарлыг (2), (3)-томъёогоор илэрхийлэх боломжтойг харуулав.

3. Зураг.15-дахь $C(K)$ хамаарал (4) томъёоны $\frac{Z}{A^{1/3}} = const$ тохиолдолтой ойролцоо байна.

Abstract

It was shown that fast neutron induced (n,p) reaction cross section formulae deduced by use of the statistical model of nuclear reactions can be used for systematical analysis of the experimental (n,p) cross sections in the wide ($E_n = 6-16$ MeV) energy range.

АШИГЛАСАН НОМ

1. G. Khuukhenkhuu, Yu.M.Gledenov, M.V.Sedesheva, Systematics of the (n,p) reaction cross sections averaged over ^{235}U thermal fission neutron spectrum, JINR E3-93-205, Dubna, 1993
2. G. Khuukhenkhuu, Yu.M.Gledenov, M.V.Sedesheva, G.Unenbat, Systematical Analysis of the fast neutron induced (n,p) reaction cross sections, JINR E3-93-466, Dubna, 1993
3. G.Khuukhenkhuu, et al. In book: Proceedings of the International Conference on Nuclear Data for Science and Technology, Trieste 1997
4. Г. Хүүхэнхүү, Г.Үнэнбат, Хурдан нейтроноор явагдах (n,p) урвалын огтлол, МУИС Эрдэм шинжилгээний бичиг, 72 х, Улаанбаатар, 2000
5. S.A.Badikov, A.B.Pashenko, Comparative analysis of (n,p) reaction cross-section systematics for ~14-15MeV neutrons, INDC (ССР)-325, IAEA, Vienna, 1991
6. K.Gul, Systematics of (n,p) and (n, α) Cross Sections for 14 MeV Neutrons on the Basis of Statistical Model, INDC(ПАК)-009, Vienna, 1995
7. В.М.Бычков и др, Сечения пороговых реакций, вызываемых нейтронами, Справочник, Энергоиздат, Москва, 1982