

# İSTİ NEYTRONLARIN TƏSİRİ İLƏ $^{235}\text{U}$ İZOTOPUNUN BÖLÜNMƏSİ ZAMANI ANI $\gamma$ KVANTLARIN VƏ NEYTRONLARIN BUCAQ KORRELYASİYASININ ÖLÇÜLMƏSİ

Q.S. ƏHMƏDOV<sup>1,2,3</sup>, Z.Y. SADIQOV<sup>1,2,3</sup>, A.A. QƏRİBOV<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>AMEA- AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan  
<sup>2</sup>NRYTN-Milli Nüvə Tədqiqatları Mərkəzi, Bakı, Azərbaycan  
<sup>3</sup>Birləşmiş Nüvə Tədqiqatları İnstitutu, Dubna, Rusiya  
 E-mail: [ahmadovgadir@gmail.com](mailto:ahmadovgadir@gmail.com)

Bölünmə prosesinin dinamikasını öyrənmək üçün müxtəlif ağır nüvələrin müxtəlif enerjili neytronla bölünməsi zamanı baş verən fırlanma effektinin (ROT) öyrənilməsi vacibdir. Bu effektlərin ilkin olaraq üçqat bölünmə proseslərində bir sıra təcrübələrdə aşkar edilməsinə və bir sıra nüvələr üçün ölçülməsinə baxmayaraq  $\gamma$  şüaların və neytronların buraxılması ilə baş verən ikiqat bölünmə proseslərində də müşahidə olunur. Alfa zərrəciklərdən fərqli olaraq  $\gamma$  şüalar və neytronlar yüksüz olduğundan effektləri daha yaxşı öyrənməyə imkan verir.  $^{233}\text{U}$  ikiqat bölünmədə ani  $\gamma$  şüaların bucaq paylanması ROT effekt  $^{235}\text{U}$  izotopunun ikiqat bölünməsi nəticəsində baş verən analoji effektdən fərqli işarəyə malikdir.  $\alpha$  zərrəcikləri üçün isə ROT effektinin işarəsi eyni nüvələr üçün eynidir. Bu uyğunsuzluqlar göstərir ki, mövcud olan ölçmələrin nəticələri kifayət qədər dəqiq deyil, ya da ROT effekt üçün təklif olunan model, effekti tam təsvir edə bilmir və müxtəlif bölünmə sistemləri üçün effekti daha yaxşı təsvir edən başqa mexanizm var. Ona görə də, ROT effektin bölünməyə səbəb olan neytronların enerjisindən asılılığının tədqiqi vacibdir. Bunu nəzərə alaraq 60 meV enerjili polyarlaşmış monoxromatik neytronların təsiri ilə  $^{235}\text{U}$  izotopunun iki qat bölünməsi zamanı baş verən ROT effekt ölçülmüşdür.

**Açar sözlər:** Nüvənin fırlanma effekti, isti neytronlar, soyuq neytronlar, alfa zərrəcik, neytron polarizasiyası, nüvə bölünməsi,  $^{233}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ , ani  $\gamma$  şüalar, plastik ssintilyasiya detektoru, çoxsimli mütənasib sayğac, spin flipper, polyarizator, analizator  
**PACS:** 85.60.Ha; 21.60.-n; 24.10.-i

## GİRİŞ

Spin-bucaq korrelyasiyaları spinlərlə əlaqəli xarakteristikaları öyrənmək üçün reaksiyaların və bölünmələrin mexanizmləri haqqında yeni məlumatlar əldə etməyə imkan verən əsas vasitələrdən biridir [1-2]. Yüngül və ağır bölünmə fraqmentlərinin bucaq paylanmasındakı asimetriya, bölünmə prosesinin mexanizmi və dinamikası ( $\gamma$  kvantlar, neytronlar, yüklü zərrəciklərin təsiri ilə baş verən) və compound halların statistik xassələri haqqında məlumat almaq üçün əsas vasitələrdən hesab olunur. Öz növbəsində, spin-bucaq korrelyasiyaları da fundamental simmetriyaların pozulmasına həssasdır [1-2]. Nüvə bölünməsində spin-bucaq korrelyasiya tədqiqatlarının başlanğıcı 1977-ci ildə polyarlaşmış neytronlar tərəfindən  $^{239}\text{Pu}$  nüvələrin bölünməsi zamanı cütliyin pozulması effektinin kəşfi ilə qoyulmuşdur [3]. Effekt, bölünən nüvənin spin istiqaməti boyunca və əksinə yüngül fraqmentin emissiyasının ( $10^{-4}$  tərtibində) asimetriyası hesabına baş verir. Polyarlaşmış soyuq ( $s$ -dalğası) neytronlarla  $^{233}\text{U}$  nüvələrin üçqat bölünməsində  $T$ -tək korrelyasiya ilk dəfə 1997-ci ildə kəşf edilmişdir [4-5]. Bu korrelyasiyanın axtarılması (zamanın tərsinə dəyişməsi (TRI) effekti) ILL reaktorunda Laue-Lanqevin İnstitutu (Qrenobl, Fransa), Milli Tədqiqatlar Mərkəzinin (ITEP) Nəzəri və Eksperimental Fizika İnstitutu (Moskva), Sankt-Peterburq Milli Tədqiqat Mərkəzinin Nüvə Fizikası İnstitutu PNPI (Qatçina), Tübingen Universiteti İnstitutu PI (Tübingen) və Darmstadt Texniki Universitetinin (IKP) Nüvə Fizikası İnstitutunun (Darmstadt) əməkdaşlığı çərçivəsində yerinə yetirilmişdir. Təcrübədə bölünmə fraqmenti (FF) ilə eyni zamanda qeyd edilən  $\alpha$ -zərrəciklərin sayının asimetriyası eksperimental olaraq

neytron selinin polarizasiyasının istiqamətində və əksinə ölçülmüşdür:

$$R = (N^+ - N^-) / (N^+ + N^-) \quad (1)$$

Burada  $N^+$  və  $N^-$  -neytronların polyarizasiyasına uyğun gələn hadisələrin sayıdır. Nəticədə müəyyən edilmişdir ki, neytron spininin yaratdığı müstəviyə və bölünmə fraqmentinin momentinə perpendikulyar olan üçqat bölünmədən yaranan  $\alpha$  zərrəciyin emissiyası effektin  $D_{TRI} = -(2.35 \pm 0.05) \times 10^{-3}$  bərabər olduğunu göstərmişdir.  $^{233}\text{U}$ -dan fərqli olaraq,  $^{235}\text{U}$  üçün alınan asimetriyanın mütləq qiyməti  $^{233}\text{U}$  izotopu ilə müqayisədə daha kiçik, işarəsi isə əks olmuşdur;  $D_{TRI} = +(0.76 \pm 0.09) \times 10^{-3}$ .  $^{235}\text{U}$  nüvəsinin soyuq polyarlaşmış neytronlarla sonrakı tədqiqatları nəticəsində neytronların spininin istiqamətində asılı üçqat bölünmədə yaranan  $\alpha$  zərrəciklərin bucaq paylanması fraqmentlərin emissiya oxuna nəzərən ( $2\Delta = 0.215^\circ \pm 0.005^\circ$ ) bucağı qədər sürüşməsi kəşf olunmuşdur [6-7]. Kəşf olunmuş effekt yarımklassik model çərçivəsində izah edilmişdir. Modelə görə, polyarlaşmış neytronun polyarlaşmamış nüvə tərəfindən tutulması nəticəsində yaranan mürəkkəb nüvə qismən polyarlaşmış olur. Beləliklə, bölünən nüvənin fırlanma momenti əlavə fırlanma komponenti əldə edir ki, bu da bölünməyə səbəb olan polyarlaşmış neytronun spini ilə üst-üstə düşür. Nüvənin boynunun qırılmasından sonra nüvənin fırlanma momentinin bu komponenti bölünmə fraqmentlərinə ötürülür. Beləliklə, bölünmə fraqmentlərinin emissiya oxu boyunca qırılması zamanı bölünən nüvənin deformasiya oxu ilə üst-üstə düşür və ondan  $\delta_{FF}$  bucağı qədər fərqlənir [6-7].

Sonralar analoji effektlər  $\gamma$  şüaların və neytronların buraxılması ilə baş verən ikiqat bölünmə proseslə-

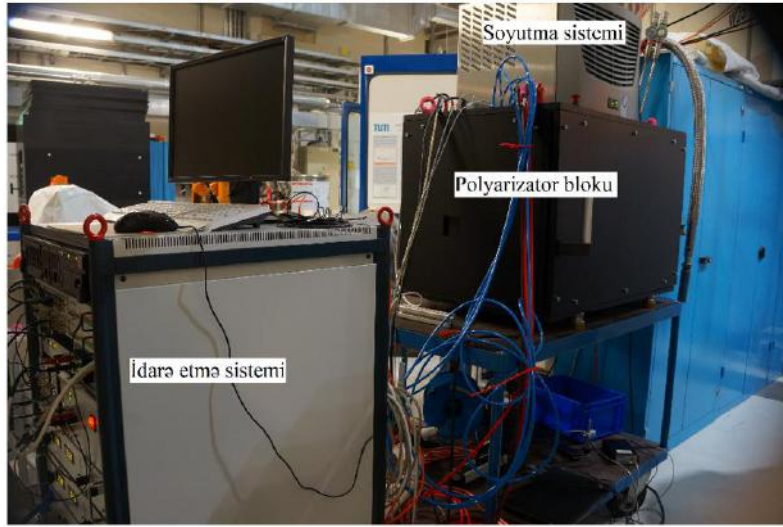
rində də müşahidə olunmuşdur [2, 8, 9]. Nəzəri hesablamalara görə həm TRI, həm də ROT effekt kvant ədədləri olan ümumi fırlanma momentindən ( $J$ ) və onun proyeksiyasından ( $K$ ) asılı olduğundan, bu effektlərin bölünməyə səbəb olan neytronların enerjisindən asılılığını öyrənmək vacibdir. Bunu nəzərə alaraq, FRM-2 reaktorunun POLI təcrübə qurğusunda 60 meV enerjili neytronların təsiri ilə <sup>235</sup>U nüvəsinin bölünməsi zamanı ROT asimetriya ölçülmüşdür.

## TƏCRÜBƏ VƏ NƏTİCƏLƏR

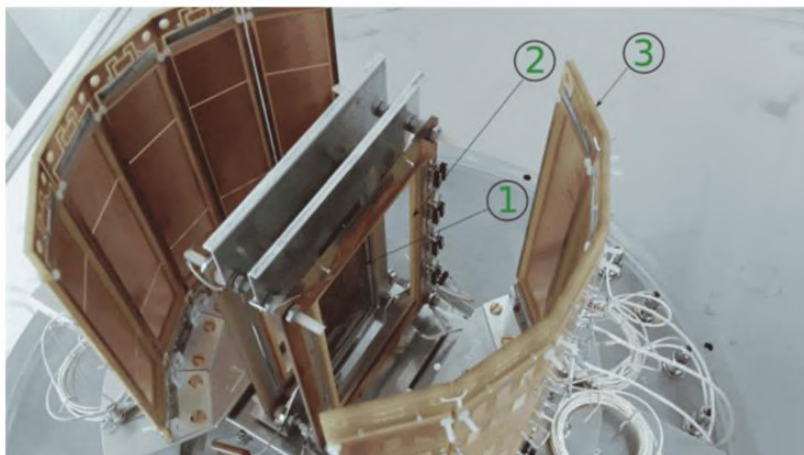
Eksperiment Qarxıqdəki (Almaniya) Münhen Texniki Universitetinin Heinz Meyer-Leibniz tədqiqat neytron mənbəyində (FRM II reaktoru) aparılmışdır. Təcrübədə daşına bilən <sup>3</sup>He polarizasiya qurğusu (SEOP) təcrübə üçün POLI təcrübə zalında quraşdırılmışdır [10-13]. Neytron şüasının polyarlaşma dərəcəsi 100%-ə yaxın və 99.2%-ə kalibrələnmişdir. 60 meV

neytronlar üçün 22% yüksək stabil neytron ötürülməsi təcrübə zamanı təmin olunmuşdur ki, bu da 81% <sup>3</sup>He nüvə polyarlaşmasına uyğun gəlmişdir. Şəkil 1-də SEOP polarizatorunun ümumi şəklili göstərilmişdir.

Təcrübədə ölçüsü 50×110 mm<sup>2</sup> olan  $\approx 30$   $\mu$ m qalınlığında alüminium altlığın hər iki tərəfində çökdürülmüş <sup>235</sup>U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> (99.99%) hədəfindən istifadə edilmişdir. Uran təbəqəsinin ölçüsü 40×100 mm<sup>2</sup> və qalınlığı isə təxminən 1 mq/sm<sup>2</sup>-dir. Hədəfin ümumi çəkisi təxminən 82 mq-dır. Hədəf polyarlaşmış neytron selinin istiqaməti boyunca müəyyən bucaq altında çəpinə yerləşdirilmişdir. Bölünmə fraqmentləri hər iki tərəfdə hədəfə paralel yerləşdirilmiş aşağı təzyiqli koordinata həssas çoxsimli mütənasib sayğaclar (LPMWPC) vasitəsi ilə qeydə alınmışdır (şəkil 2) [11]. Ölçmə zamanı qeydə alınmış bölünmə hadisələrinin ümumi sayı  $2.8 \times 10^7$  olmuşdur.



Şəkil 1. Soyutma qurğusu və idarəetmə sistemi olan SEOP polarizatoru.



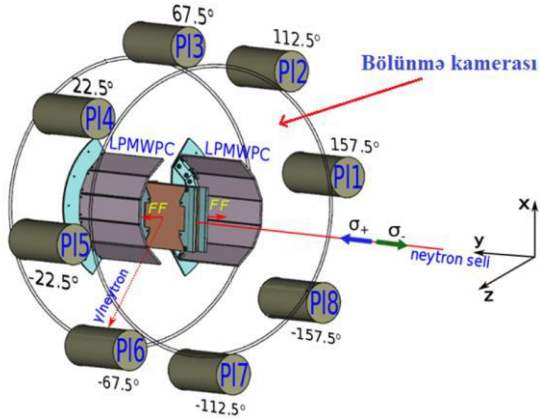
Şəkil 2. Aşağı təzyiqli koordinata həssas çoxsimli mütənasib sayğaclar:

1: bölünmə hədəf; 2: start detektoru; 3: seqmentli dayanma detektoru.

Tədqiq olunan hədəf və iki fraqment detektoru təxminən 10 mbar təzyiqdə tetraflorometan qazı (CF<sub>4</sub>) ilə doldurulmuş paslanmayan poladdan hazırlanmış vakuum bölünmə kamerasına yerləşdirilmişdir. Neytron depolarizasiyasının qarşısını almaq üçün kameranın

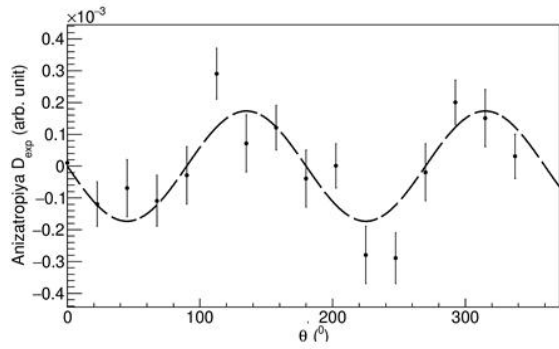
giriş/çıxış pəncərələri Al ərintisindən hazırlanmışdır. Hədəfin neytron selində dəqiq yerləşdirilməsi üçün bütün kamera uzaqdan idarə olunan fırlanma və irəli-geri hərəkət edən qurğunun üzərində yerləşdirilmişdir. Ani bölünmə  $\gamma$ -şüaları qeyd etmək üçün 8 ədəd plastik

$\gamma$  detektorlardan istifadə edilmişdir [2, 11]. Plastik ssintilyatorlar təxminən 30 sm məsafədə bölünmə kamerasının ətrafında dairəvi yerləşdirilmişdir. POLI qurğusunda təcrübə üçün ayrılmış ümumi vaxt 37 gün olmuşdur.



Şəkil 3. Polyarlaşmış “isti” monoxromatik neytronların təsiri  $^{235}\text{U}$  izotopunun iki qat bölünməsi zamanı baş verən ROT effektin ölçülməsi üçün təcrübə qurğunun sxemi.

ROT effektin işarəsi mürəkkəb nüvənin spininin qiyməti ilə müəyyən edilən nüvənin fırlanma istiqamətindən asılıdır. Əsas hal  $I$  spininə malik olan nüvə  $s$  dal-



Şəkil 4.  $\gamma$  və neytron asimetriyanın bucaqdan asılılığı.

Neytron polyarlaşmasının iki əks istiqamətində detektorlar arasında seçilmiş bucaq üçün  $\gamma$ -şüaların sayılma sürətlərini müvafiq olaraq  $N^+(\theta)$  və  $N^-(\theta)$  kimi ifadə edərək, asimetriyanı aşağıdakı kimi ifadə edə bilərik [2]:

$$D(\theta) = (N^+(\theta) - N^-(\theta)) / (N^+(\theta) + N^-(\theta)) \quad (2)$$

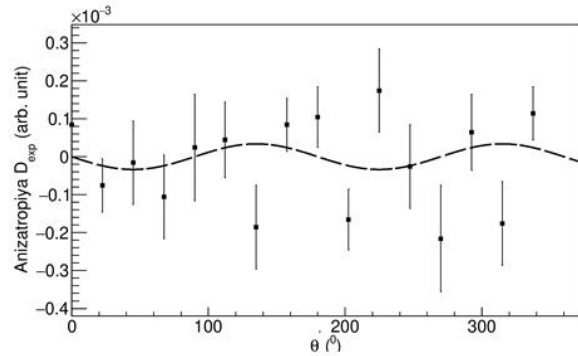
burada,  $N^+(\theta)$ - spin selin istiqamətinə paralel olduqda (sağ polyarlaşma) və  $N^-(\theta)$ - isə spin selin istiqamətinə antiparalel olan hala uyğundur (sol polyarlaşma).

Bölünmədə yaranan ani  $\gamma$  şüalar üçün (2) ifadəsi ilə hesablanan  $T$ -tök (ROT) asimetriyanın təsirini müəyyən etmək məqsədilə xüsusi yazılmış kompüter programından istifadə edilmişdir. Şəkil 4-də bucağa görə alınan paylanmanın aşağıdakı funksiya ilə aproksimasiyası göstərilmişdir:

$$D(\theta) = R \sin(2\theta) \quad (3)$$

ğalı ( $L = 0$ ) istilik, və ya aşağı enerjili neytron tutduqda, spinləri  $J=I+1/2$  və  $J=I-1/2$  olan mürəkkəb nüvə halları yaranır.  $I+1/2$  vəziyyətində nüvənin polyarlaşmasının istiqaməti neytron selinin polyarlaşmasının istiqaməti ilə üst-üstə düşür,  $I-1/2$  vəziyyəti üçün isə əksinədir. Təcrübədə uzununa polyarlaşmış neytronlardan istifadə edilmişdir (neytronun spini zərrəciyin impulsu boyunca irəli və geriye doğru yönəlmişdir). Şəkil 3-də  $y$  oxu neytron seli boyunca yönəldilmişdir.

Hədəf təcrübə qurğunun mərkəzində yerləşdirilmiş  $z$  oxu boyunca və əksinə çıxan fraqmentlər LPMWPC tərəfindən qeyd edilmişdir. LPMWPC fraqment detektoru start və stop detektorlarından ibarət olmuşdur. Start detektorları hədəfdən 1 sm, dayandırma detektorları isə 11 cm məsafədə yerləşdirilmişdir. Hər stop detektoru hədəfin sol tərəfində  $0^\circ, \pm 22.5^\circ, \pm 45^\circ$ , sağ tərəfində isə  $\pm 135^\circ, \pm 157.5^\circ$  və  $180^\circ$  bucaqları altında yerləşdirilmiş beş müstəqil seqmentdən ibarətdir (şəkil 2).  $\gamma$ -detektorlar hədəfin ətrafında silindirik formada yerləşdirilmişdir. Detektorlar bölünmə fraqmentləri ilə eyni anda fraqmentlərin qeyd edilmə oxuna nəzərən  $\pm 22.5^\circ, \pm 67.5^\circ, \pm 112.5^\circ$  və  $\pm 157.5^\circ$  bucaqları altında buraxılan ani  $\gamma$ -kvantları qeyd edir



burada  $R_\gamma$ -asimetriya əmsəlidir.  $^{235}\text{U}$  izotopunun polyarlaşmış “isti” neytronlar tərəfindən bölünməsindən ani  $\gamma$ -kvantlar üçün asimetriya əmsəlinin  $R_\gamma = -(17.3 \pm 2.8) \times 10^{-5}$ , neytronlar üçün isə  $R_n = -(3.3 \pm 3.3) \times 10^{-5}$  olduğu təyin edilmişdir (şəkil 4).

Müqayisə məqsədi ilə neytron asimetriyanın da bucaqdan asılılığı şəkil 4-də verilmişdir. Şəkildən göründüyü kimi, tədqiq olunan enerjide neytronlar üçün asimetriya müşahidə edilməmişdir. Bunun səbəbi təcrübədə bölünmə prosesində yaranan bütün neytronların qeyd edilməsidir. Neytronlar üçün asimetriya müşahidə etmək üçün yalnız bölünmə anındakı neytronları qeyd etmək lazım gəlir ki, bu da hələ ki, mübahisəli məsələ olaraq qalmaqdadır. Ona görə ki, bölünmə neytronlarının (scission neutrons) varlığı hələ də mübahisəli olaraq qalır.

## NƏTİCƏLƏR

Polyarlaşmış “isti” neytronların təsiri ilə  $^{235}\text{U}$  nüvəsinin bölünməsi zamanı baş verən ani  $\gamma$ -şüalarının

bucaq paylanması əsasən ölçülmüş ROT asimetriya polyarlaşmış nüvənin bölünməsi halında fraqmentlərin emissiya oxuna nisbətən müvafiq bucaq paylanmasının firlanması ilə ifadə edilir. Əldə edilmiş nəticələr, <sup>235</sup>U nüvəsinin polyarlaşmış “isti” (60 meV) neytronlarla bölünmə reaksiyasında alınan <sup>236</sup>U\* komponent nüvənin kollektiv firlanma vəziyyətində olduğunu və orbital firlanma momenti şəklində bölünmə fraqmentlərinə ötürülməsi kimi yeni sübutlar verir. Bu nəticə bölünmə mexanizmini başa düşmək üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir və bölünmə baryerlərinin nəzəri hesablamaları üçün faydalı ola bilər. İkiqat bölünmədə ROT effekti ölçmək üçün aparılan təcrübədə  $\gamma$  şüalarının trayektoriyasının əyilməsi (üçqat bölünmədə  $\alpha$

zərrəciklər üçün olduğu kimi) olmadığından yalnız bölünmə oxunun firlanmasını qeyd etmək olar. Bölünmə oxunun (iki- və üçqat bölünmədə) iki firlanma bucağı arasındakı korrelyasiyanın dəqiq tədqiq edilməsi bölünmənin konfigurasiyalarını aydınlaşdırmağa kömək edəcəkdir.

Aparılan işlər Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun № EIF—BGM-5-AZTURK-1/2018-2/01/1-M-01 nömrəli, SOCAR elm fondunun və Çex Respublikasının Birləşmiş Nüvə Tədqiqatları İnstitutundakı səlahiyyətli nümayəndəsinin qrant layihələri çərçivəsində yerinə yetirilmişdir.

- [1] *A.Л. Барабанов*. Симметрии и спин-угловые корреляции в реакциях и распадах. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010, 514 с.
- [2] *Yu. Kopatch, V. Novitsky, G. Ahmadov, A.Gagarski, D. Berikov, G. Danilyan, V. Hutanu, J. Klenke and S. Masalovich*. Measurement of the ROT effect in the neutron-induced fission of <sup>235</sup>U in the 0.3 eV resonance at a hot source of polarized neutrons. EPJ Web Conf. 169, 00010, 2018.
- [3] *Г.В. Данилян, Б.Д. Воденников, В.П. Дроняев, В.В. Новицкий, В.С. Павлов, С.П. Боровлев*. Письма в ЖЭТФ, 1977, 26, 197-199.
- [4] *P. Jesinger, G. Danilyan, A. Gagarski, P.Geltenbort, F. Goennenwein, A. Kotzle, Y.Korobkina, M. Mutterer, V. Nesvizhevsky, S.Neumaier, V. Pavlov, G. Petrov, V. Petrova, K.Schmidt, V. Shvachkin, and O. Zimmer*. Interference Effect in the Angular Distribution of Outgoing Particles in Ternary Fission Induced by Cold Polarized Neutrons Yad. Fiz. 62, 1608 1999, [Phys. At. Nucl. 62, 1508, 1999].
- [5] *P. Jesinger, A. Kotzle, A. Gagarski, F.Goennenwein, G. Danilyan, V. Pavlov, V.Chvatchkin, M. Mutterer, S. Neumaier, G.Petrov, V. Petrova, V. Nesvizhevsky, O.Zimmer, P. Geltenbort, K. Schmidt and K. Korobkina*. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A, 2000, 440, 618.
- [6] *F. Goennenwein, M. Mutterer, A. Gagarski, I.Guseva, G. Petrov, V. Sokolov, T. Zavarukhina, Yu. Gusev, J.von Kalben, V. Nesvizhevski, T.Soldner*. Phys. Lett. B 652, 13, 2007.
- [7] *A. Gagarski, F. Goennenwein, I. Guseva, P.Jesinger, Yu. Kopatch, T. Kuzmina, E.LelievreBerna, M. Mutterer, V. Nesvizhevsky, G. Petrov, T. Soldner, G. Tiourine, W.H. Trzaska and T. Zavarukhina*. Phys.Rev.C 93, 054619 2016.
- [8] *G.V. Danilyan, J. Klenke, V.A. Krakhotin, V.L.Kuznetsov, V. V. Novitsky, V. S. Pavlov and P. B. Shatalov*. Phys. At. Nucl. 72, 1812, 2009.
- [9] *G.V. Valsky, A.M. Gagarski, I.S. Guseva, D.O.Krinitzin, G.A. Petrov, Yu.S. Pleva, V.E.Sokolov, V.I. Petrova, T.A. Zavarukhina and T.E. Kuzmina*. Shift in the angular distributions of  $\gamma$  quanta accompanying <sup>235</sup>U fission by polarized thermal neutrons. Bull. Russ. Acad. Sci. Phys. 74, 767, 2010.
- [10] *Z. Salhi, E. Babcock, K. Bingöl, K. Bussmann, H.Kammerling, V. Ossovyi, A. Heynen, H. Deng, V. Hutanu, S. Masalovich, J. Voigt and A. Ioffe*. J. Phys.: Conf. Ser. 1316, 012009, 2019.
- [11] *D. Berikov, V. Hutanu, Yu. Kopatch, G. Ahmadov, A. Gagarski, V. Novitsky, G. Danilyan, S. Masalovich, J. Klenked and H. Deng*. An instrument for measuring T-odd asymmetries in the fission of heavy nuclei. J. Instrum. 15, P01014, 2020.
- [12] *V. Hutanu, M. Meven, S. Masalovich, G. Heger and G. Roth*. Phys. Conf. Ser. 294, 2011, 012012.
- [13] *V. Hutanu, M. Meven, A. Sazonov and G. Heger*. Development of compact magnetostatic cavities for <sup>3</sup>He spin filter cells. Meas. Sci. Technol. 19, 2008, 034010.

**G.S. Ahmadov, Z.Y. Sadigov, A.A. Garibov**

**MEASUREMENT OF ANGULAR CORRELATION OF PROMPT  $\gamma$ -QUANTA AND NEUTRONS IN THE FISSION OF <sup>235</sup>U INDUCED BY POLARIZED “HOT” NEUTRONS**

To study the dynamics of the fission process, it is important to study the rotation (ROT) effect in the fission of different heavy nuclei with neutrons of different energies. Although these effects were initially detected in a series of experiments in ternary fission processes and measured for a number of nuclei, they are also observed in binary fission processes that occur by emission of  $\gamma$ -rays and neutrons. Unlike alpha particles,  $\gamma$  -rays and neutrons are uncharged, allowing us to better study the effects. The ROT effect on the angular distribution of fast  $\gamma$ -rays for binary fission of <sup>235</sup>U has different signs in comparison to the analogous effect of <sup>235</sup>U isotope binary fission, while for  $\alpha$  particles the sign of the ROT effect is the same for the same nuclei. These discrepancies indicate that the results of existing measurements are not accurate enough or the proposed models for the ROT effect cannot be overall described, and there is another mechanism that better describes the effect for different

distribution systems. Therefore, it is important to study the dependence of the ROT effect on the energy of the neutrons that cause fission. Therefore, the ROT effect was measured in the binary fission of the  $^{235}\text{U}$  isotope induced by 60 meV polarized monochromatic neutrons.

**Г.С. Ахмедов, З.Я. Садыгов, А.А. Гарибов**

**ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВОЙ КОРРЕЛЯЦИИ МГНОВЕННЫХ  $\gamma$ -КВАНТОВ И НЕЙТРОНОВ ПРИ ДЕЛЕНИИ  $^{235}\text{U}$  ПОЛЯРИЗОВАННЫМИ “ГОРЯЧИМИ” НЕЙТРОНАМИ**

Для изучения динамики процесса деления важно изучение эффекта вращения (ROT) при делении различных тяжелых ядер нейтронами с различной энергией. Хотя, эти эффекты первоначально были обнаружены в серии экспериментов в тройных делениях и измерены для ряда ядер, они также наблюдаются в двойных делениях, происходящих с испусканием гамма-лучей и нейтронов. В отличие от альфа-частиц, гамма-лучи и нейтроны не заряжены, что позволяет нам лучше изучать эффекты. ROT-эффект на угловое распределение быстрых  $\gamma$ -квантов для деления  $^{233}\text{U}$  имеет разные знаки по сравнению с аналогичным эффектом деления изотопа  $^{235}\text{U}$ , в то время как для  $\alpha$ -частиц знак ROT-эффекта одинаков для тех же ядер. Эти расхождения указывают на то, что результаты существующих измерений недостаточно точны или предложенные модели ROT-эффекта не могут быть описаны в целом, и существует другой механизм, который лучше описывает эффект для разных систем распределения. Поэтому важно изучить зависимость ROT-эффекта от энергии нейтронов, вызывающих деление. Поэтому ROT-эффект был измерен в делении изотопа  $^{235}\text{U}$ , индуцированном поляризованными монохроматическими нейтронами с энергией 60 мэВ.

*Qəbul olunma tarixi: 20.09.2022*