

**І. М. Вишневський¹, В. О. Желтоножський¹, В. А. Плюйко², А. М. Саврасов¹,
О. М. Горбаченко², О. І. Давидовська¹, Е. П. Ровенських²**

¹ *Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ*

² *Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ*

**ИЗОМЕРНЫЕ ВДНОШЕНИЯ ТА СРЕДНИЕ КУТОВЫЕ МОМЕНТЫ
ФРАГМЕНТОВ ФОТОПОДІЛУ ²³⁵U, ²³⁷Np ТА ²³⁹Pu**

Досліджено ізомерні відношення виходів фрагментів фотоподілу ядер ²³⁵U, ²³⁷Np та ²³⁹Pu гальмівними γ -квантами з максимальною енергією 18 МеВ. Отримано нові дані з виходів ізомерних пар ядер ⁸⁴Br, ⁹⁰Rb, ¹³¹Te, ¹³²Sb, ¹³²I, ¹³³Te, ¹³⁴I, ¹³⁵Xe. Ізомерні відношення отримано з відніманням внеску від заселення станів досліджуваних фрагментів від β -розпаду відповідних ізобарних ядер. Визначено середні кутові моменти фрагментів поділу в рамках узагальненої статистичної моделі Хьюзенга - Ванденбоша з використанням коду EMPIRE 3.2.

Ключові слова: фотоподіл, метод ізомерних відношень, середні кутові моменти продуктів поділу.

**И. Н. Вишневский¹, В. А. Желтоножский¹, В. А. Плюйко², А. Н. Саврасов¹,
А. Н. Горбаченко², О. И. Давидовская¹, Е. П. Ровенских²**

¹ *Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ*

² *Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ*

**ИЗОМЕРНЫЕ ОТНОШЕНИЯ И СРЕДНИЕ УГЛОВЫЕ МОМЕНТЫ
ФРАГМЕНТОВ ФОТОДЕЛЕНИЯ ²³⁵U, ²³⁷Np И ²³⁹Pu**

Измерены изомерные отношения выходов фрагментов фотоделения ядер ²³⁵U, ²³⁷Np и ²³⁹Pu тормозными γ -квантами с граничной энергией 18 МэВ. Получены новые данные для выходов изомерных пар ядер ⁸⁴Br, ⁹⁰Rb, ¹³¹Te, ¹³²Sb, ¹³²I, ¹³³Te, ¹³⁴I, ¹³⁵Xe. Изомерные отношения определены с вычетом вклада заселенностей состояний исследуемых фрагментов от β -распада соответствующих изобарных ядер. Определены средние угловые моменты фрагментов деления в рамках обобщенной статистической модели Хьюзенга - Ванденбоша с использованием кода EMPIRE 3.2.

Ключевые слова: фотоделение, метод изомерных отношений, средние угловые моменты продуктов деления.

**I. M. Vyshnevskyi¹, V. O. Zheltonozhskyi¹, V. A. Plujko², A. M. Savrasov¹,
O. M. Gorbachenko², O. I. Davydovska¹, E. P. Rovenskykh²**

¹ *Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv*

ISOMERIC YIELD RATIOS AND MEAN ANGULAR MOMENTA OF PHOTOFISSION FRAGMENTS OF ²³⁵U, ²³⁷Np AND ²³⁹Pu

Isomeric yield ratios for the fragments of photofission ²³⁵U, ²³⁷Np and ²³⁹Pu by bremsstrahlung with end-point energy of 18 MeV are measured. New data for isomeric yield ratios of the fragments ⁸⁴Se, ⁹⁰Br, ¹³¹Te, ¹³²Sb, ¹³²I, ¹³³Te, ¹³⁴I, ¹³⁵Xe are determined. The contributions to the isomeric yield ratios from β -decay of the nuclei of parent isobaric chain were removed. Mean angular momenta of studied nuclei are estimated within the framework of an extended Huizenga - Vandenbosh statistical model with using EMPIRE 3.2 code.

Keywords: photofission, isomeric ratios method, average angular momenta of fission products.

REFERENCES

1. Vandenbosh R., Huizenga J.R. Nuclear Fission. - Academic Press, 1973. - 422 p.
2. Wagemans C. The Nuclear Fission Process. - Ed., CRC Press, Boca Raton (FL), USA, 1995. - 475 p.
3. Ahmad I., Philips W.R. Gamma rays from fission fragments // Rep. Prog. Phys. - 1995. - Vol. 58. - P. 1415 - 1463.
4. Ter-Akopyan G.M., Oganesyan Yu.Ts. Daniel' V.A. et al. // EChAYa. - 1997. - Vol. 28. - P. 1357 - 1388. (Rus)
5. Denisov V.Yu., Reshitko S.V. Mean angular momentum of nuclear-fission fragments // Phys. At. Nucl. - 1999. - Vol. 62. - P. 1806 - 1814.
6. Mikhailov I.N., Quentin P., Briancon Ch. Angular momentum of fission fragments // Ядерная физика. - 2001. - Т. 64. - С. 1185 - 1191.
7. Vishnevskij I.N., Zheltonozhskij V.A., Davidovskaya O.I., Savrasov A.N. // Izv. RAN. Ser. fiz. - 2009. - Vol. 73, No. 6. - P. 782 - 785. (Rus)
8. Besshejko O.A., Vishnevskij I.N., Zheltonozhskij V.A. et al. // Izv. RAN. Ser. fiz. - 2005. - Vol. 69, No. 5. - P. 658 - 662. (Rus)
9. Vyshnevskiy I.M., Zheltonozhskii V.O., Savrasov A.M. et al. Isomer yield ratios of ¹³³Te, ¹³⁴I, ¹³⁵Xe in photofission of ²³⁵U with 17 MeV bremsstrahlung // Ядерна фізика та енергетика. - 2014. - Т. 15, № 2. - С. 111 - 118.
10. Aumann D.C., Guckel W., Nirschl E., Zeising H. Independent isomeric yield ratio of ¹⁴⁸Pm in fission of the moderately excited ²³⁶U compound nucleus as a measure of fragment angular momentum // Phys. Rev. C. - 1977. - Vol. 16. - P. 254 - 265.
11. Jacobs E., Thierens H., De Frenne D. et al. Product yields for the photofission of ²³⁸U with 12-, 15-, 20-, 30-, and 70-Mev bremsstrahlung // Phys. Rev. C. - 1979. - Vol. 19. - P. 422 - 432.
12. Ford G.P., Wolfsberg K., Erdal B.R. Independent yields of the isomers of ¹³³Xe and ¹³⁵Xe for neutron-induced fission of ²³³U, ²³⁵U, ²³⁸U, ²³⁹Pu, and ²⁴²Am^m // Phys. Rev. C. - 1984. - Vol. 30. - P. 195 - 213.
13. Vishnevskiy I.N., Denisov V.Yu., Zheltonozhskiy V.A. et al. Mean angular momenta of fragments from ²³²Th fission // Phys. At. Nucl. - 1998. - Vol. 61. - P. 1452 - 1458.
14. Khomenkov V.P. Atomic-nuclear effects research in the process of internal conversion of gamma rays: Thesis Ph. D. abstract. - Kyiv., 2003. - 19 p. (Rus)
15. Vishnevskij I.N., Davidovskaya O.I., Zheltonozhskij V.A., Savrasov A.N. // Izv. RAN. Ser. fiz. - 2010. - Vol. 74, No. 4. - P. 538 - 541. (Rus)
16. Huizenga J.R., Vandenbosh R. Interpretation of Isomeric Cross-Section Ratios for (n, γ) and (γ , n) Reactions // Phys. Rev. - 1960. - Vol. 120. - P. 1305 - 1312.
17. Vandenbosh R., Huizenga J.R. Isomeric Cross-Section Ratios for Reactions Producing the Isomeric Pair Hg^{197,197m} // Phys. Rev. - 1960. - Vol. 120. - P. 1313 - 1318.
18. Warhalek H., Vandenbosh R. Relative cross-sections for formation of the shielded isomeric pair ^{134m}Cs and ¹³⁴Cs in medium energy fission // J. Inorg. Nucl. Chem. - 1964. - Vol. 26. - P. 669 - 676.
19. Capote R., Herman M., Oblozinsky P. et al. Reference input Parameter Library (RIPL3) // Nuclear Data Sheets. - 2009. - Vol. 110. - P. 3107 - 3214; <http://www-nds.iaea.org/RIPL-3/>.
20. Herman M., Capote R., Carlson B.V. et al., EMPIRE: Nuclear Reaction Model Code System for Data Evaluation // Nuclear Data Sheets. - 2007. - Vol. 108. - P. 2655 - 2716; <http://www.nndc.bnl.gov/empire/>.

21. *Plujko V.A., Gorbachenko O.M., Zheltonozhskii V.O., Rovenskykh E.P.* Average Description of Dipole Gamma-Transitions in Hot Atomic Nuclei // Nuclear Data Sheets. - 2014. - Vol. 118. - P. 237 - 239.
22. *Plujko V.A., Gorbachenko O.M., Bondar B.M., Rovenskykh E.P.* Nuclear level density within extended superfluid model with collective state enhancement // Nuclear Data Sheets. - 2014. - Vol. 118. - P. 240 - 243.
23. *Sarantites D.G., Gordon G.E., Coryell Ch. D., De Frenne D. et al.* Ratios of independent yields of the isomers $\text{Te}^{131-131m}$ and $\text{Te}^{133-133m}$ in fission // Phys. Rev. - 1965. - Vol. 138. - P. B353 - B364.
24. *Thierens H., De Frenne D., Jacobs E. et al.* Product yields for the photofission of ^{235}U and ^{238}U with 25-Mev bremsstrahlung // Phys. Rev. C. - 1976. - Vol. 14. - P. 1058 - 1067.
25. *Alexander J.M., Simonoff G.N.* Excitation functions for ^{149}Tb from reactions between complex nuclei // Phys. Rev. - 1963. - Vol. 130. - P. 2383 - 2387.
26. *Terrell J.* Fission Neutron Spectra and Nuclear Temperatures // Phys. Rev. - 1959. - Vol. 113. - P. 527 - 541.
27. *Madland D.G.* Theory of neutron emission in fission // Proc. Workshop on Nuclear Reaction Data and Nuclear Reactors, ICTP (Trieste, Italy, 23 Feb. - 27 Mar., 1998) / Eds. P. Oblozinsky, A. Gandini. - Singapore: World Scientific, 1999. - P. 46 - 67.
28. *Schmidt K.-H., Jurado B.* Description of the fission probability with the GEF code // JEF/DOC 1423, OECD-NEA, Paris, 2012. 15 p. (www.khs-erzhausen.de).
29. *Chadwick M.B., Oblozinsky P., Herman M. et al.* ENDF/B-VII.0: Next Generation Evaluated Nuclear Data Library for Nuclear Science and Technology // Nuclear Data Sheets. - 2006. - Vol. 107. - P. 2931 - 3060.