Утверждаю
Директор ЛЯР ОИЯИ
С.И. Сидорчук

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

“\_\_\_” \_\_\_\_\_\_\_\_ 2022 г.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**
**Научно-технического совета**
**Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ**

по диссертационной работе Исаева Андрея Владимировича “Исследования множественности мгновенных нейтронов спонтанного деления чётно-чётных изотопов трансфермиевых элементов”, представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.15 – физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий.

Диссертационная работа была выполнена в Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н. Флёрова ОИЯИ. В период подготовки диссертации Исаев А.В. являлся сотрудником ОИЯИ и работал в должности младшего научного сотрудника. Результаты работы были представлены Исаевым А.В. на общелабораторном семинаре ЛЯР 24.05.2022 г. По результатам обсуждения представленных материалов было принято следующее заключение:

**Актуальность работы.** Полученные в работе экспериментальные результаты важны для теоретического анализа закономерностей спонтанного деления тяжёлых ядер, параметров распределений по множественности мгновенных нейтронов спонтанного деления и оценки энергетических выходов реакций деления ядер.

**Научная новизна работы.**

1. разработана новая высокоэффективная детектирующая система SFiNx для изучения свойств спонтанного деления тяжёлых ядер на модернизированном сепараторе ядер отдачи SHELS;
2. с использованием пучков тяжёлых ионов ускорителя У-400 в ЛЯР ОИЯИ была проведена серия экспериментов по изучению чётно-чётных изотопов 246Fm, 252,254No и 256Rf;
3. впервые получены данные о выходах мгновенных нейтронов спонтанного деления изотопов 254No и 256Rf (средние числа нейтронов на акт деления, дисперсии распределений нейтронов по множественности и вероятности испускания нейтронов различной кратности);
4. уточнены вероятности испускания различного числа мгновенных нейтронов и средних чисел нейтронов в акте деления изотопов 246Fm и 252No;
5. построены систематики среднего числа нейтронов в акте деления и выполнено сравнение полученных экспериментальных данных о выходах мгновенных нейтронов деления с расчётами в рамках двух моделей деления.

**Личный вклад автора.** Автор принимал активное участие в создании кинематического сепаратора ядер отдачи SHELS, разработке новой детектирующей системы для изучения свойств спонтанного деления SFiNx, в проведении экспериментов по синтезу короткоживущих тяжёлых ядер, создавал программы для анализа экспериментальных данных, обрабатывал данные и интерпретировал полученные результаты.

**Достоверность и обоснованность.** Представленные экспериментальные результаты находятся в хорошем соответствии с теоретическими расчетами и согласуются с существующими систематиками.

**Практическая значимость работы.** Полученные данные о множественности мгновенных нейтронов изотопов 246Fm, 252,254No и 256Rf могут применяться для совершенствования моделей деления атомных ядер, а также пополнят базы ядерных данных. При этом развитые в работе экспериментальные методы могут быть использованы для детального изучения свойств спонтанного деления сверхтяжёлых элементов.

**Полнота изложения материалов диссертации:** соискатель является соавтором 38 научных работ, индекс Хирша h=10 (РИНЦ), в том числе по теме диссертации опубликовано 9 работ, из них 9 – в изданиях, рекомендованных ВАК и включенных в системы цитирования Scopus и/или Web of Science. Основные результаты диссертации докладывались на российских и международных конференциях по ядерной физике, проходивших с участием хорошо известных специалистов в области физики деления.

Некоторые результаты диссертационной работы отмечались премиями ОИЯИ:

1. Первая премия ОИЯИ за научно-методические и научно-технические работы “Создание кинематического сепаратора (фильтра скоростей) SHELS” (2015 г.);
2. Первая премия ОИЯИ за научно-исследовательские экспериментальные работы “Изучение характеристик спонтанного деления короткоживущих изотопов трансфермиевых элементов” (2016 г.);
3. Вторая премия ОИЯИ за научно-исследовательские экспериментальные работы “α,γ-спектрометрия и свойства распада изотопов 249,252,254,256No и 253,254,257Rf” (2021 г.).

Основные результаты работы представлены в следующих публикациях:

1. Isaev, A. V., Mukhin, R. S., Andreev, A. V., Bychkov, M. A., Chelnokov, M. L., Chepigin, V. I., Devaraja, H. M., Dorvaux, O., Forge, M., Gall, B., Hauschild, K., Izosimov, I. N., Kessaci, K., Kuznetsova, A. A., Lopez-Martens, A., Malyshev, O. N., Popeko, A. G., Popov, Y. A., Rahmatinejad, A., Sailaubekov, B., Shneidman, T. M., Sokol, E. A., Svirikhin, A. I., Testov, D. A., Tezekbayeva, M. S., Yeremin, A. V., Zamyatin, N. I. & Zhumadilov, K. S. Prompt neutron emission in the spontaneous fission of 246Fm. *The European Physical Journal A* **58**, 108 (2022).
2. Isaev, A. V., Yeremin, A. V., Zamyatin, N. I., Izosimov, I. N., Kuznetsova, A. A., Malyshev, O. N., Mukhin, R. S., Popeko, A. G., Popov, Y. A., Sailaubekov, B., Svirikhin, A. I., Sokol, E. A., Tezekbayeva, M. S., Testov, D. A., Chelnokov, M. L., Chepigin, V. I., Antalic, S., Mosat, P., Brionnet, P., Gall, B., Dorvaux, O., Kessaci, K., Sellam, A., Lopez-Martens, A. & Hauschild, K. The SFiNx detector system. *Physics of Particles and Nuclei Letters* **19**, 37–45 (2022).
3. Isaev, A. V., Yeremin, A. V., Zamyatin, N. I., Izosimov, I. N., Kuznetsova, A. A., Malyshev, O. N., Mukhin, R. S., Popeko, A. G., Popov, Y. A., Sailaubekov, B., Svirikhin, A. I., Sokol, E. A., Tezekbayeva, M. S., Testov, D. A., Chelnokov, M. L., Chepigin, V. I., Antalic, S., Mosat, P., Brionnet, P., Gall, B., Dorvaux, O., Kessaci, K., Sellam, A., Lopez-Martens, A. & Hauschild, K. Study of spontaneous  fission using the SFiNx system. *Acta Physica Polonica B Proceedings Supplement* **14**, 835–839 (2021).
4. Isaev, A. V., Andreev, A. V., Chelnokov, M. L., Chepigin, V. I., Izosimov, I. N., Kuznetsova, A. A., Malyshev, O. N., Mukhin, R. S., Popeko, A. G., Popov, Y. A., Shneidman, T. M., Sokol, E. A., Svirikhin, A. I., Tezekbayeva, M. S., Yeremin, A. V., Zamyatin, N. I., Brionnet, P., Dorvaux, O., Gall, B., Kessaci, K., Sellam, A., Hauschild, K., Lopez-Martens, A., Antalic, S. & Mosat, P. Comparative study of spontaneous fission characteristics of 252No and 254No isotopes. *Physics of Particles and Nuclei Letters* **18**, 449–456 (2021).
5. Mukhin, R. S., Dushin, V. N., Yeremin, A. V., Izosimov, I. N., Isaev, A. V. & Svirikhin, A. I. Reconstruction of spontaneous fission neutron multiplicity distribution spectra by the statistical regularization method. *Physics of Particles and Nuclei Letters* **18**, 439–444 (2021).
6. Svirikhin, A. I., Yeremin, A. V., Izosimov, I. N., Isaev, A. V., Kuznetsov, A. N., Malyshev, O. N., Popeko, A. G., Popov, Y. A., Sokol, E. A., Chelnokov, M. L., Chepigin, V. I., Andel, B., Asfari, M. Z., Gall, B., Yoshihiro, N., Kalaninova, Z., Mullins, S., Piot, J., Stefanova, E. & Tonev, D. Spontaneous fission of 256Rf, new data. *Physics of Particles and Nuclei Letters* **13**, 480–482 (2016).
7. Popeko, A. G., Yeremin, A. V., Malyshev, O. N., Chepigin, V. I., Isaev, A. V., Popov, Y. A., Svirikhin, A. I., Haushild, K., Lopez-Martens, A., Rezynkina, K. & Dorvaux, O. Separator for Heavy ELement Spectroscopy – velocity filter SHELS. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* **376**. Proceedings of the XVIIth International Conference on Electromagnetic Isotope Separators and Related Topics (EMIS2015), Grand Rapids, MI, U.S.A., 11-15 May 2015, 140–143. issn: 0168-583X (2016).
8. Isaev, A. V., Yeremin, A. V., Zamyatin, N. I., Kuznetsov, A. N., Malyshev, O. N., Svirikhin, A. I., Chelnokov, M. L., Chepigin, V. I., Hauschild, K., Lopez-Martens, A. & Dorvaux, O. Application of a double-sided stripped Si detector in the focal plane of the VASILISSA separator. *Instruments and Experimental Techniques* **54**, 37–42. issn: 1608-3180 (2011).
9. Svirikhin, A. I., Isaev, A. V., Yeremin, A. V., Kuznetsov, A. N., Malyshev, O. N., Popeko, A. G., Sokol, E. A., Chelnokov, M. L. & Chepigin, V. I. A detector for studying the characteristics of spontaneous fission of short-lived heavy nuclei. *Instruments and Experimental Techniques* **54**, 644–648 (2011).

Диссертация “ИССЛЕДОВАНИЯ МНОЖЕСТВЕННОСТИ МГНОВЕННЫХ НЕЙТРОНОВ СПОНТАННОГО ДЕЛЕНИЯ ЧЁТНО-ЧЁТНЫХ ИЗОТОПОВ ТРАНСФЕРМИЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ” Исаева Андрея Владимировича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.15 – физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий.

Председатель НТС ЛЯР
В.К. Утенков
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

“\_\_\_” \_\_\_\_\_\_\_\_ 2022 г.