**РЕГИСТРАЦИОННАЯ ФОРМА НА УЧАСТИЕ В**

**XI-Й РОССИЙСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**«РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА И РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ЯДЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ»**

**26-29 ОКТЯБРЯ 2021 г.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **п/п** | **Наименование поля регистрационной формы (основного докладчика)** | **Шаблон заполнения** |
|  | ФИО | Казиева Сабина Темергалиевна |
|  | Гражданство | РФ |
|  | Ведомственная принадлежность организации | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации |
|  | Наименование организации | ИБРАЭ РАН |
|  | Почтовый адрес организации | Россия, 115191, г. Москва, Большая Тульская ул., д. 52 |
|  | Должность | м.н.с. |
|  | Ученая степень | - |
|  | Контактный телефон | + 7 985 342-79-65 |
|  | Адрес электронной почты | kazieva@ibrae.ac.ru |
|  | Формат участия: | Очное, с устным докладом |
|  | Тематика Конференции (для доклада) | Тематика № 2 - Расчетные коды для обоснования РЗ и РБ |

**Кросс-Верификация и валидация программы TRACT на основе экспериментальных данных реакторов ВВЭР-440 и ВВЭР-1000**

###### А.И. Блохин, П.А. Блохин, С.Т. Казиева

*ИБРАЭ РАН, г. Москва,*

*эл. почта:* [*kazieva@ibrae.ac.ru*](mailto:kazieva@ibrae.ac.ru)

В соответствии со статьей 26 Федерального закона № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» [1] при обосновании безопасности ОИАЭ должны быть использованы аттестованные в Ростехнадзоре программные средства. В ИБРАЭ РАН разрабатывается программа нуклидной кинетики TRACT [2, 3] для оценки радионуклидных составов и радиационных характеристик ОЯТ и РАО. Для численного решения системы дифференциальных уравнений, представляющих собой математическую модель нуклидной кинетики, используется метод матричной экспоненты Дж. Сиделла [4]. Для обеспечения моделирования изменения радионуклидных составов и радиационных характеристик ОЯТ и РАО в результате ядерных реакций при нейтронном облучении и вследствие радиоактивного распада нестабильных изотопов отобраны и протестированы ядерно-физические константы, входящие в международные и национальные библиотеки ядерно-физических данных (EAF-2010 [5], БРОНД-3/А [6], JEFF-3.3 [7], ENDF/B-VII [8] и т.д.) [2].

Для подготовки программы TRACT к подаче на аттестацию осуществляется её кросс-верификация и валидация. Для валидации выполнен анализ реакторных экспериментов для ОЯТ ВВЭР-440 [9] и ВВЭР-1000 [10], выполненных в рамках проекта Международного научно-технического центра [11, 12]. С помощью программы TRACT проведены расчеты накопления продуктов деления и актинидов при различных уровнях выгорания топлива ВВЭР-440 и ВВЭР-1000 и выполнено сравнение полученных результатов расчетов с экспериментальными данными.

Для большинства изотопов U, Pu, актинидов и продуктов деления отклонение расчетных и измеренных данных лежит в пределах до 15%, т.е. в пределах погрещнрости эксперимента. Для изотопов Np-237 и Cm-244, а также стабильных и долгоживущих продуктов деления с малым выходом (изотопы Ag-109, Cs-134 и Gd-155) наблюдаются различия от 40% до 60%. Полученные результаты расчетов коррелируют с аналогичными расчетными результатами, полученными по зарубежным программам HELIOS и SCALE-4.4 [13, 14].

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Федеральный закон от 21 ноября 1995 г. N 170-ФЗ "Об использовании атомной энергии".
2. Блохин А. И., Блохин П. А., Сипачев И. В. Возможности расчетного кода TRACT для решения задач характеризации радионуклидного состава РАО и ОЯТ // Радиоактивные отходы. — 2018. — № 2 (3). — С. 95—104.
3. «Программа для оценки радионуклидных составов и радиационных характеристик ОЯТ и РАО (TRACT). Блохин А.И., Блохин П.А., Сипачев И.В. Свидетельство о государственной регистрации № 2020613540 ИБРАЭ РАН, ГК Росатом.
4. Sidell J. EXTRA - A digital computer program for the solution of stiff sets of ordinary value, first order differential equations. – AEEW-R-799. – 1972.
5. J.-Ch. Sublet, L. W. Packer, J. Kopecky, R. A. Forrest, A. J. Koning and D. A. Rochman. The European Activation File: EAF-2010 neutron-induced cross section library. Report CCFE-R (10) 05, 2010 EAF.
6. Блохин А.И., Блохин Д. А., Манохин В. Н., Сипачев И. В. Оценка сечений пороговых реакций для библиотеки активационных данных БРОНД-3/А: Препринт ФЭИ–3226. — Обнинск, ГНЦ РФ — ФЭИ, 2012. — 28 с.
7. Plompen, Arjan & Cabellos, O. & De Saint Jean, Cyrille & Fleming, Michael & Algora, Alejandro & Angelone, M. & Archier, Pascal & Bauge, E. & Bersillon, O. & Blokhin, Russia & Cantargi, Florencia & Chebboubi, A. & Díez, C.J. & Duarte, H. & Dupont, Emmeric & Dyrda, J. & Erasmus, B. & Fiorito, Luca & Fischer, U. & Žerovnik, Gašper. (2020). The joint evaluated fission and fusion nuclear data library, JEFF-3.3. The European Physical Journal A. 56. 10.1140/epja/s10050-020-00141-9.
8. ENDF/B-VII.0: Next Generation Evaluated Nuclear Data Library for Nuclear Science and Technology // M.B. Chadwick [et al.] // Nuclear Data Sheets. - 2006. - Vol. 107. - Pp. 2931-3060.
9. Workshop on the Need for Post-irradiation Experiments to Validate Fuel Depletion Calculation Methodologies, 11-12 May 2006, Nuclear Research Institute Rez, plc Rez, Czech Republic. Report NEA/NSC/DOC(2006)31, 23-Jan-2007. Электронный ресурс: https://www.oecd-nea.org/science/docs/2006/nsc-doc2006-31.pdf.
10. B. D. Murphy, J. Kravchenko, A. Lazarenko, A. Pavlovitchev, V. Sidorenko, A. Chetverikov. Simulation of Low-Enriched Uranium (LEU) Burnup in Russian VVER Reactors with the HELIOS Code Package Report ORNL/TM-1999/168, March 2000.
11. A. P. Chetverikov et al. Investigation of Burn-up and Nuclide Composition of Spent Nuclear Fuel for Use when Solving “Burn-up Credit” Tasks - RIAR Experience. IAEA, 29th August 2005 to 2nd September 2005, London, Acsess mode: http://www.llnl/tid/pdf/documents/pdf/319467.pdf- Free.
12. A.N. Pleshakov, V.P. Smirnov, M.N. Svyatkin, A.L. Petelin. SSC RF RIAR's Experimental Possibilities Concerning Investigation of Irradiated Nuclear Fuel for Verification of Burn-up Credit Calculations. Report NEA/NSC/DOC(2006)31, - 23-Jan-2007. - p.203-214.
13. B. D. Murphy, J. Kravchenko, A. Lazarenko, A. Pavlovitchev, V. Sidorenko, A. Chetverikov. Simulation of Low-Enriched Uranium (LEU) Burnup in Russian VVER Reactors with the HELIOS Code Package Report ORNL/TM-1999/168, March 2000
14. Nikolay Mihaylov, Maria Manolova, Margarita Peeva. Validation of SCALE depletion module against VVER experimental data. Acsess mode: http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/\_Public/38/071/38071940.pdf - Free.