



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ  
И АТОМНОМУ НАДЗОРУ  
(РОСТЕХНАДЗОР)

Федеральное бюджетное учреждение  
«НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР  
ПО ЯДЕРНОЙ И РАДИАЦИОННОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ»  
(ФБУ «НТЦ ЯРБ»)

ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5  
Москва, 107140  
Телефон: (499) 264-00-03, факс: (499) 264-28-59  
E-mail: secnrs@secnrs.ru  
<http://www.secnrs.ru>  
ОГРН 1027739079499  
ИНН/КПП 7725010048/770801001

Ученому секретарю  
диссертационного совета  
Д 002.070.01 ИБРАЭ РАН, к.т.н.

В.Е. Калантарову

Б. Тульская ул., 52, Москва, 115191

23.01.2018 № 18-04/121  
На № 11407/01-1556 от 07.12.2017

Г О направлении отзыва на автореферат Г

Уважаемый Валентин Евграфович!

Направляю отзыв на автореферат диссертационной работы Долгодворова Алексея Павловича «Моделирование поведения продуктов деления в нитридном топливе», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03 – Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации.

Приложение: на 3 л., в 2 экз.

Директор

А.А. Хамаза

А.А. Строганов  
(499) 753-05-41

## Отзыв

на автореферат диссертации Долгодворова Алексея Павловича на тему «Моделирование поведения продуктов деления в нитридном топливе», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03 – Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации

В настоящее время в Российской Федерации тщательно прорабатывается вопрос использования нитридного ядерного топлива (ЯТ) в реакторах на быстрых нейтронах (реакторах типа БН). Так, в активной зоне реактора БН-600 Белоярской АЭС проводится облучение экспериментальных тепловыделяющих сборок, имеющих в своем составе твэлы с нитридным ЯТ. Кроме того, на базе АО «ГНЦ НИИАР» проводятся послереакторные исследования отработавших тепловыделяющих сборок с данным видом топлива. Преимуществом нитридного топлива по сравнению с традиционным оксидным ЯТ является повышенная теплопроводность в области рабочих температур, что улучшает эффективность использования ЯТ. Кроме того, увеличенная плотность нитридного ЯТ способствует росту интегрального по реакторной установке коэффициента воспроизводства. Однако, несмотря на отмеченные преимущества такого подхода, необходимо дальнейшее изучение аспектов безопасности использования нитридного ЯТ. В частности, твэлы, содержащие нитридное ЯТ, характеризуются большим распуханием по сравнению с оксидным топливом вследствие накопления летучих изотопов водорода и гелия, что повышает риск разгерметизации при увеличении глубины выгорания ЯТ. Кроме того, при эксплуатации нитридного топлива образуется существенное количество изотопа  $^{14}\text{C}$ , который может вносить значительный вклад в ухудшение радиационной обстановки на АЭС в случае разгерметизации твэлов.

В связи с вышеизложенным, не возникает сомнений актуальность диссертационной работы Долгодворова А.П., посвященной расчётным исследованиям, направленным на создание модели, описывающей процессы переноса различных изотопов в нитридном ЯТ, а также выхода газообразных продуктов деления в зазор между топливом и оболочкой твэла. С этой целью

автором разработано программное средство, реализующее расчеты равновесного состава нитридного ЯТ в процессе выгорания, а также проведена значительная работа по созданию работоспособной методики оценки распухания нитридного ЯТ.

Научная новизна и практическая значимость работы состоит в том, что автором впервые разработана комплексная модель, описывающая изменение распределения изотопов по радиусу топливной таблетки из нитридного ЯТ, включая выход продуктов деления в газовый зазор твэла, а также оценено образование вторичных фаз азотсодержащих компонентов и рассмотрено изменение давления азота в системе при данных процессах.

Достоверность полученных в работе результатов исследования подтверждается согласием полученных расчетных значений распределения различных изотопов по радиусу топливной таблетки с экспериментальными данными, полученными в ходе эксперимента BORA-BORA, в котором проводилось облучение смешанного уран-плутониевого нитридного ЯТ. Кроме того, автором представлены результаты экспериментов из базы данных IVTANTHERMO, сравнение с которыми в целом подтверждает корректность принципов, заложенных в разработанную автором методику оценки образования различных фаз азотсодержащих компонентов ЯТ.

Законченность и полноту исследования подтверждают 9 научных трудов автора по теме диссертации, три из которых опубликованы в научно-технических рецензируемых журналах, включенных в перечень ВАК, и достаточно широкая апробация результатов работы на 10 международных и российских научно-технических конференциях и семинарах.

В целом анализ представленного автореферата свидетельствует о том, что диссертация Долгодворова А.П. соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и паспорту специальности 05.14.03 (области исследований 1, 6).

Содержание автореферата не дает оснований для замечаний.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа Долгодворова А.П. «Моделирование поведения продуктов деления в нитридном топливе» является законченной научно-квалификационной работой и полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Долгодворов Алексей Павлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03 – Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации.

Заместитель начальника отдела  
общих проблем ядерной и  
радиационной безопасности  
ФБУ «НТЦ ЯРБ», к.ф.-м.н.  
E-mail: [stroganov@secnrs.ru](mailto:stroganov@secnrs.ru)  
+7 (499)-753-05-41



Строганов Анатолий Александрович

Подпись Строганова А.А. удостоверяю  
Ученый секретарь ФБУ «НТЦ ЯРБ»,  
к.т.н.



Гремячкин Владимир Анатольевич

Контактные данные

Федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (ФБУ «НТЦ ЯРБ»)  
107140, г. Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корпус 5.  
Тел.: +7 (499) 264-00-03  
Факс: +7 (499) 264-28-59  
E-mail: [secnrs@secnrs.ru](mailto:secnrs@secnrs.ru)