

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационного совета Д 520.009.06 по диссертации Иоаннисиана М.В. на тему:  
«Решение нестационарного уравнения переноса нейтронов на основе многозонного представления с использованием метода Монте-Карло»  
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1) **разработаны** алгоритмы решения нестационарного уравнения переноса нейтронов на основе многозонной кинетики для задач кинетики ядерных реакторов, которые были реализованы в виде программ MRNK и REC;

**представлены** результаты верификации этих программ на основе тестовых задач RPCEU235, ВВЭР-ВН, ВВЭР-ВВ, ВВЭР-КР и моделирования кинетики полномасштабной модели активной зоны реактора КЛТ-40С;

**создана** итерационная схема объединения программы MRNK и теплогидравлической программы КЕДР-Д для решения задач динамики ядерных реакторов с учетом обратных связей по теплофизическим свойствам материалов.

**представлены** результаты верификации созданного комплекса MRNK+КЕДР-Д на примере бенчмарка PWR MOX/UO<sub>2</sub>.

2) **Теоретическая значимость** проведенных исследований обоснована тем, что впервые были разработаны и получены обладающие научной новизной:

– алгоритмы вычисления обменных коэффициентов для запаздывающих нейтронов на основе метода Монте-Карло;

– итерационная схема объединения нейтронно-физической и теплогидравлической программ, которая была реализована в виде программного комплекса MRNK+КЕДР-Д;

– серия численных бенчмарк тестов, имеющих характеристики, близкие к реакторам ВВЭР, и продемонстрирована эффективность созданных программ для решения задач такого класса;

– результаты верификации комплекса на примере численного бенчмарк-теста PWR MOX/UO<sub>2</sub>, посвященному решению задач динамики ядерных реакторов.

3) **Практическая значимость** полученных соискателем результатов исследования подтверждается тем, что:

– разработанное программное обеспечение модуль REC, программа MRNK и комплекс MRNK+КЕДР-Д дает возможность предсказывать изменение пространственных

характеристик, таких как мощность энерговыделения или плотность потока нейтронов, и не имеет ограничений по сложности геометрии рассматриваемой системы;

– показана практическая применимость этих программ для моделирования нестационарных процессов в полномасштабных гетерогенных активных зонах на примере реактора КЛТ-40С и бенчмарк-теста PWR MOX/UO<sub>2</sub>;

– совместно с авторами программы КИР были разработаны пространственно-временные численные бенчмарк-тесты, которые могут использоваться для верификации программ с любыми методами решения нестационарного уравнения переноса нейтронов.

**4) Достоверность** научных положений, выводов и практических результатов, полученных в диссертационной работе, подтверждена:

– сравнением с результатами расчета кинетики нейтронов по реперной программе КИР в численных тестах и полномасштабной активной зоны КЛТ-40С;

– сравнением с результатами расчета бенчмарка PWR MOX/UO<sub>2</sub> по зарубежным программам, использующим другие методы решения;

– публикацией в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ.

**5) Личный вклад** соискателя состоит в:

– получении уравнений для группового потока нейтронов на основе метода многозонной кинетики;

– адаптации численной схемы для решения системы дифференциальных уравнений многозонной кинетики;

– программной реализации решения уравнений многозонной кинетики с использованием метода Монте-Карло;

– верификации алгоритмов расчета коэффициентов связи в стационарных задачах;

– непосредственном участии в разработке тестов ВВЭР-ВН, ВВЭР-ВВ и ВВЭР-КР;

– разработке всех представленных в работе моделей программы MRNK для расчета кинетики нейтронов, за исключением модели теста ВВЭР-ВН;

– выполнении всех расчетов по разработанной программе MRNK, с последующим анализом результатов и их сопоставлением с опорными данными;

– непосредственном участии автора в разработке комплекса расчета динамики реакторов MRNK+КЕДР-Д;

– выполнении расчета численного бенчмарка PWR MOX/UO<sub>2</sub> и проведении анализа полученных результатов.

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК и международные реферативные базы данных, и были представлены на ряде научных конференций и семинаров.

\* \* \*

На заседании 18 сентября 2018 г. диссертационный совет Д 520.009.06 принял решение присудить Иоаннисиану Михаилу Викторовичу ученую степень кандидата технических наук по специальности «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (05.13.18).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек (из 26 человек, входящих в состав совета), из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, проголосовал: за – 19, против - 0, недействительных бюллетеней – 0.