



ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

Акционерное общество «Ордена Ленина  
Научно-исследовательский и конструкторский институт  
энерготехники имени Н. А. Доллежала»  
(АО «НИКИЭТ»)  
а/я 788, Москва, 101000  
Телетайп: 611569 МОМЕНТ,  
Тел. (499) 263-73-88, факс (499) 788-20-52  
E-mail: nikiet@nikiet.ru, www.nikiet.ru

23 АЕК 2019

№

022-04/16013

На №

от

О направлении отзыва  
ведущей организации

Председателю  
диссертационного совета Д 002.024.03  
ИМП им. М.В. Келдыша РАН  
академику Б.Н. Четверушкину

Миусская пл., д.4, г. Москва, 125047

Направляю Вам отзыв ведущей организации на диссертационную работу  
Иоаннисиана Михаила Викторовича «Решение уравнения переноса нейтронов  
на основе модели трехмерной многозонной кинетики с применением метода  
Монте-Карло», представленную на соискание ученой степени кандидата  
физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое  
моделирование, численные методы и комплексы программ.

Приложение: отзыв на 4 листах в 2 экз.

Ученый секретарь

А.В.Джалавян

Акционерное общество «Орден Ленина  
Научно-исследовательский и конструкторский институт  
энерготехники имени Н. А. Доллежала»  
(АО «НИКИЭТ»)  
а/я 788, Москва, 101000  
Телетайп: 611569 МОМЕНТ,  
Тел. (499) 263-73-88, факс (499) 788-20-52  
E-mail: nikiet@nikiet.ru, www.nikiet.ru



УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

А.В. Каплиенко

2019 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации АО «НИКИЭТ» на диссертационную работу Иоаннисиана Михаила Викторовича «Решение уравнения переноса нейтронов на основе модели трехмерной многозонной кинетики с применением метода Монте-Карло», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Диссертация Иоаннисиана М.В. посвящена разработке вычислительных алгоритмов и комплексов программ для решения нестационарных задач реакторной физики на основе математической модели пространственной многозонной кинетики. Проведена верификация программного комплекса применительно к моделированию нейтронной кинетики активной зоны реактора водо-водяного типа на основе решения численных тестов и задач. Иоаннисианом М.В. разработана итерационная схема объединения нейтронно-физического программного комплекса с теплогидравлической программой КЕДР-Д, созданной в НИЦ «Курчатовский институт», и проведена ее реализация в виде комплекса программ расчета динамики с учетом обратных связей по теплофизическим свойствам материалов.

Работа Иоаннисиана М.В. направлена на решение **актуальной проблемы** разработки комплекса программ основанных на методе Монте-Карло для моделирования нейтронной кинетики и динамических процессов в ядерном реакторе без введения каких-либо существенных приближений.

В результате проведенных исследований:

- впервые получены уравнения для вычисления групповой плотности потока нейтронов, обеспечивающие в математической модели многозонной кинетики возможность моделирования распределения групповой плотности потока по выделенным областям;



- впервые разработаны и реализованы обобщенные алгоритмы вычисления обменных коэффициентов для запаздывающих нейтронов на основе метода Монте-Карло. Использование в модели этих коэффициентов уточняет результаты моделирования нестационарных процессов;

- проведена адаптация неявной численной схемы (3,2) метода для решения системы дифференциальных уравнений многозонной кинетики. Новая адаптированная схема позволяет эффективно решать задачи с высокой детализацией разбиения системы на подобласти.

Каждая из перечисленных решенных задач обладает несомненной **научной новизной**.

Полученные в работе результаты имеют высокую **практическую значимость**. Разработаны комплексы программ для моделирования нейтронной кинетики и динамических процессов. На их основе можно определять пространственно-временное изменение нейтронно-физических и теплогидравлических характеристик активных зон реакторов водородного типа. Программные комплексы открывают возможность решать задачи, связанные с исследованием запуска реакторов, обоснованием их безопасности, расчетом аварийных режимов и переходных процессов. Время моделирования процессов с помощью разработанных комплексов значительно меньше, чем при использовании прямого моделирования переноса нейтронов на основе метода Монте-Карло. При этом результаты, полученные на основе разработанных комплексов, хорошо согласуются другими программными средствами.

**Личный вклад** Иоаннисиана М.В. в диссертационную работу состоит в следующем:

- вывод уравнений для групповой плотности потока нейтронов, реализация вычислительных алгоритмов определения обменных коэффициентов, и адаптация численной схемы (3,2) метода;

- создание комплексов программ расчета нейтронно-физических и теплогидравлических процессов;

- разработка компьютерных моделей для расчетов, а также обработка и интерпретация результатов.

**Достоверность** представленных в диссертации результатов, полученных при непосредственном участии автора, подтверждается используемой строгой математической моделью, проверкой корректности созданных алгоритмов, численных схем на основе опубликованных экспериментальных и расчетных данных, а также сравнением результатов расчета тестовых и модельных задач по разработанным комплексам программ с результатами программ, использующих другие математические модели.

По теме диссертации опубликовано 7 работ в научных журналах, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией для опубликования основных научных результатов диссертаций, или входящих в одну из международных баз данных и систем цитирования Scopus, Web of Science. Результаты работы прошли достаточную апробацию в 5 докладах автора на научных конференциях и семинарах.

Автореферат соответствует основному содержанию и выводам диссертации. Тема диссертационной работы и ее содержание соответствуют пунктам областей исследования 3 и 4 паспорта специальности 05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Отдавая должное большому объему выполненной работы, научной и практической ценности полученных результатов, необходимо сделать следующие замечания:

1. В практической значимости представленной работы сказано о возможности использования результатов, полученных на основе разработанных автором программных комплексов, в качестве реперных для верификации программ с произвольными методами решения уравнения переноса нейтронов, в том числе и для отладки программ инженерного класса. Однако точность полученных результатов в значительной мере зависит от настройки модели, используемой в расчете, и числа зон на которые она разбивается. В результате для получения достоверных результатов требуется сравнение с экспериментальными данными или с другими программными средствами, что осложняет самостоятельное использование разработанных автором программных комплексов в качестве реперных.

2. В материалах работы отсутствует сравнение расчетов по разработанным программным средствам с результатами экспериментов.

3. В четвертой главе представлены результаты расчета по комплексу программ MRNK+КЕДР-Д, объединяющему комплекс MRNK с нестационарным теплогидравлическим кодом КЕДР-Д. При этом не представлена погрешность расчетов по КЕДР-Д. Кроме того, отсутствует анализ вклада погрешности теплогидравлического кода в результаты расчета по комплексу программ MRNK+КЕДР-Д.

4. В работе отсутствуют сведения по апробации разработанных методик и программных средств при расчете действующих РУ.

Следует отметить, что эти замечания не снижают научную значимость и практическую полезность выполненной работы. Диссертация Иоаннисиана М.В. является самостоятельным законченным научно-квалификационным исследованием, в котором решена задача разработки вычислительных алгоритмов и комплексов программ для решения



нестационарных задач реакторной физики на основе математической модели пространственной многозонной кинетики.

Представленная работа по форме и содержанию отвечает требованиям, предъявляемым ВАК Минобрнауки России к кандидатским диссертациям, удовлетворяет критериям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» », утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, а ее автор, Иоаннисиан Михаил Викторович, достоин присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.


Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании отдела физических исследований и анализа ядерной безопасности АО «НИКИЭТ», протокол от 11 декабря 2019 г.

Заместитель генерального директора по НИОКР АО «НИКИЭТ»,  
доктор технических наук

  
16.12.19

Лопаткин Александр Викторович  
тел.: +7(499)263-73-18  
e-mail: lopatkin@nikiet.ru

Начальник отдела физических исследований и анализа ядерной безопасности  
АО «НИКИЭТ»

  
16.12.19

Рождественский Михаил Иванович  
тел.: +7 (499)788-20-34  
e-mail: rmi@nikiet.ru

Старший научный сотрудник отдела физических исследований и анализа ядерной безопасности АО «НИКИЭТ», кандидат физико-математических наук

  
16.12.19

Баловнев Алексей Владимирович  
тел.: +7 (499)763-04-57  
e-mail: balovnev@nikiet.ru

Акционерное общество «Ордена Ленина  
Научно-исследовательский и конструкторский  
институт энерготехники имени Н.А. Доллежала» (АО «НИКИЭТ»)  
а/я 788, Москва, 101000  
тел. +7 (499) 263-73-37  
e-mail: nikiet@nikiet.ru

Подписи Лопаткина А.В., Рождественского М.И., Баловнева А.В. заверяю

Ученый секретарь АО «НИКИЭТ»

