

Результаты публичной защиты

Дата защиты: 16 января 2020 г.

Соискатель: **Иоаннисиан Михаил Викторович**.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему: «Решение уравнения переноса нейтронов на основе модели трехмерной многозонной кинетики с применением метода Монте-Карло».

Специальность 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

На заседании председательствует – Председатель диссертационного совета, академик РАН, д.ф.-м.н., профессор Б.Н. ЧЕТВЕРУШКИН.

Ученый секретарь – к.ф.-м.н. М.А. КОРНИЛИНА.

На заседании из 25 членов диссертационного совета присутствовали 20 чел., из них 7 докторов по профилю рассматриваемой диссертации:

1.	ЧЕТВЕРУШКИН Б.Н.	д.ф.-м.н.	05.13.18
2.	ТИШКИН В.Ф.	д.ф.-м.н.	01.01.07
3.	КАЛИТКИН Н.Н.	д.ф.-м.н.	01.02.05
4.	КОРНИЛИНА М.А.	к.ф.-м.н.	05.13.18
5.	АНДРЕЕВ В.Б.	д.ф.-м.н.	01.01.07
6.	ВАСИЛЕВСКИЙ Ю.В.	д.ф.-м.н.	01.01.07
7.	ГАСИЛОВ В.А.	д.ф.-м.н.	01.02.05
8.	ДОЛГОЛЕВА Г.В.	д.ф.-м.н.	01.01.07
9.	ЕЛИЗАРОВА Т.Г.	д.ф.-м.н.	01.01.07
10.	ЗМИТРЕНКО Н.В.	д.ф.-м.н.	01.02.05
11.	КАРАМЗИН Ю.Н.	д.ф.-м.н.	01.01.07
12.	КОВАЛЕВ В.Ф.	д.ф.-м.н.	05.13.18
13.	КОЗЛОВ А.Н.	д.ф.-м.н.	01.02.05
14.	КУЛЕШОВ А.А.	д.ф.-м.н.	05.13.18
15.	ЛУЦКИЙ А.Е.	д.ф.-м.н.	01.02.05
16.	МАЖУКИН В.И.	д.ф.-м.н.	05.13.18
17.	МИХАЙЛОВ А.П.	д.ф.-м.н.	05.13.18
18.	ПЕТРОВ И.Б.	д.ф.-м.н.	01.02.05
19.	ШПАТАКОВСКАЯ Г.В.	д.ф.-м.н.	05.13.18
20.	ЯКОВОВСКИЙ М.В.	д.ф.-м.н.	05.13.18

По результатам публичной защиты диссертационный совет принял следующее заключение:

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.024.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИНСТИТУТ
ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ ИМ. М.В. КЕЛДЫША РАН»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 16.01.2020 № 1

О присуждении **Иоаннисиану Михаилу Викторовичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Решение уравнения переноса нейтронов на основе модели трехмерной многозонной кинетики с применением метода Монте-Карло», представленная на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите 17 октября 2019 года (протокол заседания №9/пз) диссертационным советом Д002.024.03 на базе Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук», 125047, Москва, Миусская пл., д. 4. Диссертационный совет утвержден приказом Минобрнауки России №105/нк от 11 апреля 2012 года. В связи с заменой оппонента решением совета от 24.10.2019 г. (протокол № 9/зпд), первоначальная дата защиты была перенесена.

Соискатель **Иоаннисиан Михаил Викторович** 1986 года рождения, в 2008 году окончил Московский инженерно-физический институт (ГУ) по специальности «Ядерные реакторы и энергетические установки» с присвоением квалификации инженер-физик.

В 2011 году окончил очную аспирантуру НИЦ "Курчатовский Институт" по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». В настоящее время соискатель работает в должности старший научный сотрудник в НИЦ "Курчатовский Институт".

Диссертация выполнена в НИЦ "Курчатовский Институт".

Научный руководитель – Быков Вячеслав Парфеньевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, начальник лаборатории новых объектов НИЦ "Курчатовский Институт".

Официальные оппоненты:

Аристова Елена Николаевна, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, главный научный сотрудник Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН;

Селезнев Евгений Федорович, доктор технических наук, старший научный сотрудник (уч. звание), главный научный сотрудник лаборатории физики реактора Института проблем безопасного развития атомной энергетики РАН

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Акционерное общество «Ордена Ленина Научно-исследовательский и конструкторский институт энерготехники имени Н. А. Доллежала» (АО «НИКИЭТ»), г. Москва, в своем **положительном** отзыве, составленным **Лопаткиным Александром Викторовичем**, доктором технических наук, заместителем генерального директора по НИОКР, **Рождественским Михаилом Ивановичем**, начальником отдела физических исследований и анализа ядерной безопасности и **Баловневым Алексеем Владимировичем**, кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником отдела физических исследований и анализа ядерной

безопасности, и утвержденным **Каплиенко Андреем Владимировичем**, доктором технических наук, профессором, генеральным директором, указала, что 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 физике 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 её автор, Иоаннисиан Михаил Викторович, достоин присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Соискатель имеет 19 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 13 работ, из них в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК опубликовано 7 работ:

1. Иоаннисиан М.В. Расчет коэффициентов связи для уравнений многоточечной кинетики // ВАНТ. Сер. Физика ядерных реакторов, 2012, вып. 1. Стр 27-33.
2. Иоаннисиан М.В. Определение потока нейтронов на основе метода многоточечной кинетики // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Физика ядерных реакторов, 2018, вып. 1, с. 10–23.
3. Давиденко В.Д., Иоаннисиан М.В. Тестовые задачи для верификации нестационарных программных комплексов // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Ядерно-реакторные константы, вып. 1, 2018, стр. 137-149.
4. Гольцев А.О., Гомин Е.А., Давиденко В.Д., Зинченко А.С., Иоаннисиан М.В., Ковалишин А.А. Тестовая задача ВВЭР-ВН для

верификации нестационарных программных комплексов // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Физика ядерных реакторов, 2018, вып. 1, с. 36–42.

5. Иоаннисиан М.В., Гомин Е.А., Давиденко В.Д. Моделирование нейтронной кинетики активной зоны реактора КЛТ-40С с применением метода Монте-Карло // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Физика ядерных реакторов, 2018, вып. 1, с. 24–35.
6. Иоаннисиан М.В., Давиденко В.Д. Расчетное моделирование кинетических процессов с использованием метода Монте-Карло // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Ядерно-реакторные константы, вып. 1, 2018, стр. 47-56.
7. Иоаннисиан М.В., Быков В.П., Закиров С.Ю., Дьячков И.И. Верификация метода многозонной кинетики на примере численного бенчмарк-теста // Атомная энергия, 2019, том 126, номер 2, с. 116-119.

Общий объем публикаций в изданиях из перечня ВАК – 7.4 усл. печ. л., авторский вклад соискателя 4.6 усл. печ. л. Две статьи написаны соискателем полностью самостоятельно.

Работа [1] соискателя посвящена описанию уравнений многозонной кинетики, алгоритмов определения обменных коэффициентов и их верификации на модельной задаче и валидации на экспериментальных данных по системе из двух взаимодействующих гомогенных реакторов. Работа [2] посвящена выводу уравнений для групповой плотности потока нейтронов, описанию численных алгоритмов решения уравнений многозонной кинетики, описанию программного комплекса расчета нейтронной кинетики MRNK и апробации комплекса на модельной задаче. Работы [3-4] посвящены верификации комплекса MRNK на серии тестовых задач ВВЭР-ВН, ВВЭР-КР и ВВЭР-ВВ. В работах [5-6] представлены результаты кросс-верификационных расчетов нестационарных процессов в модельной полномасштабной активной зоне КЛТ-40С. В работе [7] представлены результаты верификации комплекса расчета динамики

MRNK+КЕДР-Д на примере бенчмарк-теста PWR MOX/UO₂ transient benchmark.

Научные статьи отражают основные результаты диссертационного исследования. Недостоверных сведений в тексте диссертации об опубликованных соискателем работах нет.

На автореферат и диссертацию поступили отзывы ведущей организации, отзывы оппонентов, также поступило 4 отзыва на автореферат. Отзывы содержат ряд замечаний:

В отзыве ведущей организации АО «НИКИЭТ»:

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 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 комплексу программ MRNK+КЕДР-Д.

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

В отзыве официального оппонента д.ф.-м.н. Аристовой Е.Н.:

1. Система уравнений многозонной кинетики применима к моделированию поведения ядерных энергетических установок на сравнительно небольших промежутках времени, т.к. не учитывает процессы выгорания топлива и изменение нейтронно-физических констант вследствие этого.
2. Подписи к рисункам и таблицам грешат излишней краткостью, так что иногда приходится догадываться, какая именно величина представлена. В качестве примера можно привести Таблицу 4.2 на стр. 100, в которой становится ясно, что таблица приведена для варианта АРО, только по признаку превышения единицы величины Кэфф, или рисунки на стр. 74, где приведены плотности потока в относительных единицах, и, опять же, приходится догадываться, что нормировка проводится на полный интеграл плотности по высоте. Примером излишней краткости является еще и то, что в работе не указано, с каким числом $N_{эксп}$ проводились многочисленные расчеты, только в случае сравнения с результатами точечной кинетики очевидно, что это число равно 1.
3. В диссертации проводятся многочисленные сравнения с результатами работы других программ, и это очень хорошо. Для большинства программ сравнения есть краткое описание и ссылки, однако одна из основных программ сравнения КИР не описана никак.

В отзыве также отмечается наличие в тексте опечаток, а также грамматических и пунктуационных ошибок. Однако, указано, что несмотря на это, диссертация написана хорошим научным языком и производит хорошее впечатление.

В отзыве официального оппонента д.т.н. Селезнева Е.Ф.:

1. Автор утверждает, что «задача организации решения уравнения переноса с пространственно-временной зависимостью еще не решена» (с.4), с чем категорически не согласен из-за существования множества программ решающих эту задачу, да и сам автор сравнивает свои решения не с экспериментом, а с результатами расчетов по программе КИР, где эта задача решена на базе того же метода Монте-Карло, без использования каких-либо приближений;
2. Автор использует «приближение, что в течение рассматриваемого динамического процесса в пределах каждой выделенной области для скоростей генерации нейтронов допустимо разделение пространственной и временной зависимостей» (с.15) ничем его не обосновывая, однако известно, что в подобластях реактора, а не в подобластях слабосвязанных систем, как у предшественников автора, форм-функция может изменяться значительно, достаточно посмотреть на изменение формы поля вблизи сброшенного стержня СУЗ;
3. Вводя понятие «ядер перехода» нейтронов из одной области в другую автор оперирует отдельными ядрами перехода для мгновенных и для запаздывающих нейтронов и если анализировать равенства (1.8)-(1.9), (2.3)-(2.4) в совокупности с (1.7) и (2.2), то с автором можно согласиться, но из авторского описания этих ядер перехода (с.16) следует, что речь идет о ядрах перехода мгновенных и запаздывающих нейтронов из одной подобласти в другую, где их взаимодействие со средой приводит к появлению мгновенных и запаздывающих нейтронов соответственно, что математической записи не соответствует;
4. Совершенно не согласен с утверждением автора о том, что «высокая достоверность описываемых процессов достигается определением коэффициентов уравнений многозонной кинетики в результате моделирования полномасштабной геометрической модели реактора» (с.19).

5. Расхождение результатов расчета в точечной кинетике при приравнивании спектров запаздывающих нейтронов спектрам мгновенных нейтронов (тест ВВЭР-ВН, рис 3.12) с другими расчетами без такого объединения вызывает вопрос в связи с получением в расчетах с объединением спектров самого низкого значения плотности потока нейтронов, т.е. как бы в этом случае из-за равенства спектров в реактор введена дополнительная отрицательная реактивность, раскрытия причин этого эффекта в работе нет;
6. Объяснение автора о расхождении результатов расчетов по программам КИР и MRNK в задаче с перемещением групп стержней (рис. 3.26) по причине «недостаточной подробности задания положений стержней СУЗ при описании их движения» (с. 86) совершенно неубедительно, т.к. причиной может быть метод решения, основанный на предварительном расчете ядер перехода и предположении о неизменности форм-функции на временном отрезке, из-за того, что на краю активной зоны поведение мгновенных и запаздывающих нейтронов может существенно различаться, в том числе и по форме;
7. В диссертации не представлено ни одного сравнения расчетов с экспериментальными данными;
8. При описании результатов расчетных тестов автором не представлено ни одного объяснения физических причин поведения расчетных функционалов;

В отзыве также отмечается ряд грамматических и стилистических ошибок.

В положительном отзыве на автореферат д.т.н. Ельшина А.В. и к.т.н. Артемова В.Г., ФГУП «Научно-исследовательский технологический институт имени А.П. Александрова»:

1. Для корректного расчета «обменных коэффициентов» необходима хорошая статистика. «Обменные коэффициенты» для далеко расположенных друг от друга зон могут вычисляться с большой погрешностью даже при миллиардах историй нейтронов. Имеются ли

какие-либо соотношения между обменными коэффициентами, которые позволяли бы проверить правильность расчетов (как для вероятностей в методе вероятностей первых столкновений).

2. На рисунке 3 автореферата на оси абсцисс приведен «поток нейтронов». Необходимо пояснить, плотность потока каких нейтронов приведена на рисунке – тепловых, быстрых, интегральная по энергии? На рисунке приведены результаты расчета по программе TRIPOLI, которые сильно отличаются от MRNK и KIR. С какой целью они приведены, если комментарии по поводу сильных отличий в автореферате отсутствуют.
3. Хотелось бы видеть в автореферате комментарии по поводу увеличивающихся отличий результатов расчета по MRNK и KIR после 17-й секунды переходного процесса на рисунках 11 и 12.
4. Почему на рис. 10 отклонения положения стержней от критического одного знака, если по условиям теста стержни перемещаются в разные стороны?
5. Диссертант грамотно и последовательно излагает материал, но при этом имеются отпечатки в тексте (несогласованности падежей, например, на стр 9)

В положительном отзыве на автореферат д.ф.-м.н. Кухарчука О.Ф., АО «Государственный научный центр Российской Федерации – Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского»:

1. Проведенные автором результаты были практически получены без определения погрешностей обменных коэффициентов по методу Монте-Карло и их анализа влияния на нестационарные функционалы.
2. Отсутствуют критерии детальности разбиения топливного пространства на подобласти. Хотя автор привел результаты расчета с разным числом подобластей, но при этом не сформулировал рекомендации по выбору сетки в произвольном реакторе.

В положительном отзыве на автореферат к.ф.-м.н. Иванова И.Е., Акционерное Общество «Всероссийский научно-исследовательский институт по эксплуатации атомных электростанций»

1. В обзоре литературы недостаточно внимания уделяется истории развития метода, отсутствуют важные работы Колесова В.Ф. по динамике импульсных реакторов.
2. На странице 12 автореферата: «Далее в параллельном или последовательном режиме по разработанному модулю REC для программы MCU-TR проводится расчет серии вариантов в стационарном режиме». Исходя из изложенного не вполне ясно как реализуется расчет библиотеки обменных коэффициентов на основе программы MCU-TR в многопроцессорных системах и нужно ли проводить их пересчет на каждом временном интервале.

В отзыве на автореферат д.ф.-м.н. Косова М.В., ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова»:

1. Обменные коэффициенты для всех нейтронов, включая и запаздывающие нейтроны, рассчитываются подмодулем REC (Registration of Exchange Coefficients), созданным для Монте-Карло программы MCU-TR (FORTRAN 95). В этой части работы могла быть заключена физико-математическая ценность, однако в автореферате качество описания соответствующих экспериментальных данных не демонстрируется. По-видимому, это обусловлено тем, что ничего нового при описании экспериментальных данных получено не было. Остается предположить, что подмодуль REC был написан лишь для вывода результатов MCU-TR моделирования в формате, необходимом для последующего использования в MRNK моделировании.
2. Можно отметить, что не совсем понятно утверждение о том, что «максимальное отклонение расчетов от экспериментальных данных составляет 0.25% при погрешности расчета по программе MCU-TR 0,5%».

3. В дополнение к приведенным программам Dynamic Tripoli, TDMCC и КИР можно упомянуть такие универсальные программы как MCNP и Geant4.
4. К сожалению, ни сравнение по времени счета, например, с Монте-Карло программой КИР (сравниваются только результаты расчета), ни улучшение качества описания экспериментальных данных по сравнению с нодальными программами не приводится.
5. В автореферате не упоминается ни о каких преимуществах программы MRNK. Не видно значимости программы и в аспекте импортозамещения.
6. Диссертация вполне соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на звание кандидата технических наук, но для соответствия требованиям к диссертации на звание кандидата физико-математических наук требуется существенная доработка в аспекте валидации, то есть сравнения с экспериментальными данными, а не только в аспекте верификации – сравнения с результатами других кодов.

В целом в присланных отзывах отмечается, что основные результаты работы в достаточной мере отражены в публикациях и изданиях, рекомендованных ВАК для публикации научных результатов, прошли апробацию на многочисленных международных и всероссийских конференциях и семинарах. Работа написана хорошим научным языком. По актуальности решаемой проблемы, научной новизне, практической значимости, а также достоверности научных результатов диссертация удовлетворяет требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата наук.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широко известной компетенцией в вопросах физики ядерных реакторов с точки зрения численного решения уравнения переноса

нейтронов, в том числе и моделировании нестационарных процессов с учетом обратных связей по теплофизическим свойствам материалов, и в разработке соответствующих комплексов программ, что подтверждается многочисленными научными публикациями, такими как:

1. Платонов И.В., **Лопаткин А.В.**, Ларионов И.А., Долгов Ю.А. Использование параллельных вычислений на многоядерных ЭВМ для ускорения счета программного комплекса PRISET-MBIR // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика ядерных реакторов. – 2015. – Вып. 2. – С. 98-105.
2. **Аристова Е.Н.**, Астафуров Г.О. Характеристическая схема для решения уравнения переноса на неструктурированной сетке с барицентрической интерполяцией // Математическое моделирование, 2018, т.30, № 9, с. 33–50.
3. **Селезнев Е.Ф.**, Березнев В.П., Чернова И.С., Белов А.А. Использование парциальных уравнений для анализа кинетики реакторов на быстрых нейтронах. Вопросы Атомной Науки и Техники (ВАНТ), Сер. Ядерно-реакторные константы, 2019, вып. 3, с. 153-162.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- 1) **Разработана** расширенная математическая модель многозонной кинетики с возможностями вычисления групповой плотности потока нейтронов в выделенных областях системы и учета обратных связей по теплофизическим свойствам материалов.
- 2) Для решения уравнений многозонной кинетики **разработана оригинальная** двухэтапная методика, в которой обменные коэффициенты для всех типов рожденных нейтронов, в том числе и запаздывающих нейтронов, вычисляются на основе метода Монте-Карло с применением современной многопроцессорной вычислительной техники, а решение дифференциальных уравнений

проводится с использованием быстродействующей адаптированной неявной численной схемы, входящей в семейство методов Розенброка.

- 3) На основе разработанных алгоритмов и численных схем **созданы** комплексы программ расчета нейтронно-физических процессов MRNK и расчета динамических процессов MRNK+КЕДР-Д. **Комплексы были верифицированы применительно к активным зонам реакторов водо-водяного** типа на основе результатов решения тестовых и модельных задач нейтронной кинетики, а также расчета динамического процесса международного бенчмарк-теста PWR MOX/UO₂ core transient benchmark.
- 4) **Показана эффективность** использования модели многозонной кинетики для решения представленных в работе задач, связанных с моделированием нейтронной кинетики, в частности, продемонстрирована высокая точность результатов, сопоставимая с точностью прямого моделирования методом Монте-Карло, но с использованием меньших вычислительных ресурсов.

Теоретическая значимость работы заключается в построении новой математической модели для описания кинетических и динамических процессов в ядерных реакторах. Модель дает возможность определения изменения групповой плотности потока в выделенных областях, что особенно важно для задач, в которых требуется моделирование показаний детекторов в точках нейтронного контроля.

Результаты адаптации численной схемы класса Розенброка для решения уравнений модели можно использовать для аналогичных уравнений и схем этого класса.

На примере решения тестовых задач по разработанному автором комплексу программ показано, что модель многозонной кинетики позволяет уточнить результаты по сравнению с моделью классической точечной кинетики, в которой вычисление интегральных коэффициентов уравнений проводится без нормировки на ценность нейтронов.

Практическое значение результатов исследования подтверждается тем, что на основе построенной соискателем математической модели разработаны комплексы программ для определения пространственно-временного изменения нейтронно-физических и теплогидравлических характеристик активных зон водо-водяного типа любой конструкции. Разработанные комплексы программ открывают возможность решать задачи, связанные с исследованием запуска реакторов, обоснованием их безопасности, расчетом аварийных режимов и переходных процессов. Результаты, полученные на основе комплексов, могут быть использованы в качестве реперных для отладки и верификации программ инженерного класса.

Достоверность научных положений и практических результатов, полученных в диссертационной работе, подтверждена 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.

Личный вклад соискателя состоит в выводе уравнений для групповой плотности потока нейтронов, реализации вычислительных алгоритмов определения обменных коэффициентов, адаптации численной схемы неявного метода для решения уравнений многозонной кинетики, создании комплекса программ расчета нейтронной кинетики, объединении комплекса с теплогидравлической программой для расчета динамических процессов с учетом обратных связей, разработке всех компьютерных моделей, проведении расчетов и анализа численных экспериментов.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация соискателя Иоаннисиана Михаила Викторовича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую решение актуальных практических задач на основе использования современных

методов прикладной математики и информационной техники и вносящую существенный вклад в развитие методов моделирования нестационарных процессов в ядерных реакторах. По актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости диссертация соответствует требованиям Положения «О порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. По своему содержанию диссертация отвечает паспорту специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

На заседании 16 января 2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Иоаннисиану Михаилу Викторовичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них - 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 19, против – нет, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель

диссертационного совета Д 002.024.03

Б.Н. Четверушкин

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 002.024.03

М.А. Корнилина

16 января 2020 года