

## **СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ**

Диссертационный совет Д 212.267.08, созданный на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», извещает о результатах состоявшейся 27 апреля 2017 года публичной защиты диссертации Измайловой Яны Евгеньевны «Исследование математических моделей RQ-систем с вытеснением заявок» по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

На заседании присутствовали 16 из 21 утверждённых членов диссертационного совета, в том числе 6 докторов наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (физико-математические науки):

1. Поддубный В.В., доктор технических наук, профессор, 05.13.18 (техн. науки), председатель диссертационного совета
2. Сушенко С.П., доктор технических наук, профессор, 05.13.11 (техн. науки) заместитель председателя диссертационного совета
3. Скворцов А.В., доктор технических наук, профессор, 05.13.11 (техн. науки) учёный секретарь диссертационного совета
4. Бубенчиков А.М., доктор физико-математических наук, профессор, 05.13.18 (физ.-мат. науки)
5. Горцев А.М., доктор технических наук, профессор, 05.13.18 (техн. науки)
6. Горчаков Л.В., доктор физико-математических наук, профессор, 05.13.18 (физ.-мат. науки)
7. Дмитриев Ю.Г., доктор физико-математических наук, доцент, 05.13.18 (физ.-мат. науки)
8. Кистенев Ю.В., доктор физико-математических наук, профессор, 05.13.18 (физ.-мат. науки)
9. Костюк Ю.Л., доктор технических наук, профессор, 05.13.18 (техн. науки)
10. Кошкин Г.М., доктор физико-математических наук, профессор, 05.13.18 (физ.-мат. науки)
11. Лившиц К.И., доктор технических наук, профессор, 05.13.18 (техн. науки)
12. Матросова А.Ю., доктор технических наук, профессор, 05.13.11 (техн. науки)
13. Нагорский П.М., доктор физико-математических наук, ст. науч. сотр., 05.13.18 (физ.-мат. науки)
14. Назаров А.А., доктор технических наук, профессор, 05.13.11 (техн. науки)
15. Смагин В.И., доктор технических наук, профессор, 05.13.18 (техн. науки)
16. Тарасенко В.Ф., доктор технических наук, профессор, 05.13.11 (техн. науки)

**Заседание провел председатель диссертационного совета доктор технических наук, профессор Поддубный Василий Васильевич.**

По результатам защиты диссертации тайным голосованием (результаты голосования: за присуждение ученой степени – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет) диссертационный совет принял решение присудить Я.Е. Измайловой учёную степень кандидата физико-математических наук.

**Заключение диссертационного совета Д 212.267.08**  
**на базе федерального государственного автономного образовательного**  
**учреждения высшего образования**  
**«Национальный исследовательский Томский государственный университет»**  
**Министерства образования и науки Российской Федерации**  
**по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук**  
аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 27.04.2017, № 178

О присуждении **Измайловой Яне Евгеньевне**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **«Исследование математических моделей RQ-систем с вытеснением заявок»** по специальности **05.13.18** – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ принята к защите 17.02.2017, протокол № 177, диссертационным советом Д 212.267.08 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации (634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, приказ о создании диссертационного совета № 105/нк от 11.04.2012).

Соискатель **Измайлова Яна Евгеньевна**, 1992 года рождения.

В 2015 году соискатель окончила федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

В 2017 году соискатель очно окончила аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

Работает в должности ассистента кафедры теории вероятностей и математической статистики в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре теории вероятностей и математической статистики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, **Назаров Анатолий Андреевич**, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», кафедра теории вероятностей и математической статистики, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

**Рожкова Светлана Владимировна**, доктор физико-математических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», кафедра высшей математики, профессор

**Семенова Дарья Владиславовна**, кандидат физико-математических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», кафедра высшей и прикладной математики, доцент

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки **Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук**, г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном **Фархадовым Маисом Паша оглы** (доктор технических наук, лаборатория № 17 автоматизированных систем массового обслуживания и обработки сигналов, заведующий лабораторией), указала, что системы с повторными вызовами (RQ-системы) широко применяются для проектирования и оптимизации информационно-коммуникационных систем различного уровня, в сетях сотовой связи, для оптимизации работы транспортных систем и во многих других областях. Однако RQ-системы не учитывают эффект реально наблюдаемого в транспортных и телекоммуникационных системах вытеснения требований. Поэтому построение и исследование математических моделей RQ-систем с вытеснением заявок является

актуальной научной проблемой. Я.Е. Измайловой получены новые научные результаты в области исследования RQ-систем с вытеснением заявок, разработаны новые модели и методы исследования. RQ-системы с вытеснением заявок могут быть использованы в качестве математических моделей реальных телекоммуникационных и транспортных систем и при проектировании сетей нового поколения для создания новых протоколов случайного множественного доступа и модификации уже существующих в телекоммуникационных системах, а также при разрешении коллизий при проезде перекрестков автономно управляемыми системами транспортных потоков и при разработке планировщиков в компьютерных операционных системах.

Соискатель имеет 24 опубликованных работы, в том числе по теме диссертации – 21 работа, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 3, в сборниках материалов международных и всероссийских научных и научно-практических конференций – 18 (из них 3 публикации в сборниках материалов конференций, индексируемых Web of Science и Scopus). Общий объём публикаций – 7,85 п.л., авторский вклад – 4,71 п.л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значительные работы по теме диссертации, опубликованные в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. Назаров А. А. Исследование RQ-системы  $M/GI/1$  с вытеснением в условии большой задержки / А. А. Назаров, **Я. Е. Черникова (Измайлова)** // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 323, № 5. – С. 16–20. – 0,6 / 0,3 п.л.

2. Назаров А. А. Исследование двумерной RQ-системы  $M^{(2)}/M^{(2)}/1$  с г-настойчивым вытеснением альтернативных заявок / А. А. Назаров, **Я. Е. Черникова (Измайлова)** // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2015. – Т. 58, № 11/2. – С. 211–214. – 0,24 / 0,12 п.л.

3. Назаров А. А. Исследование RQ-системы  $M^{(2)} / B^{(2)}(x) / 1$  с  $g$ -настойчивым вытеснением альтернативных заявок / А. А. Назаров, **Я. Е. Измайлова** // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. – 2016. – Т. 17, № 2. – С. 328–334. – 0,7 / 0,35 п.л.

На автореферат поступило 9 положительных отзывов. Отзывы представили:

1. **А.Н. Дудин**, д-р физ.-мат. наук, проф., заведующий научно-исследовательской лабораторией прикладного вероятностного анализа Белорусского государственного университета, г. Минск, *с замечанием*: используемый автором англо-русский термин RQ-система не является общепринятым в литературе на русском и английском языках.
2. **М.А. Матальцкий**, д-р физ.-мат. наук, проф., профессор кафедры стохастического анализа и эконометрического моделирования Гродненского государственного университета им. Янки Купалы, Республика Беларусь, *без замечаний*.
3. **И.А. Гудкова**, канд. физ.-мат наук, доц., доцент кафедры прикладной информатики и теории вероятностей Российского университета дружбы народов, г. Москва, *с замечаниями*: не пояснено, почему для оценки точности аппроксимаций выбрано расстояние Колмогорова. Близость распределений было бы лучше проиллюстрировать на рисунках; при обосновании практической значимости результатов следовало бы прокомментировать, для расчета каких показателей эффективности телекоммуникационных/транспортных систем могут быть применимы полученные аппроксимации.
4. **Г.Ш. Цициашвили**, д-р физ.-мат. наук, проф., главный научный сотрудник научно-исследовательской группы вероятностных методов и системного анализа Института прикладной математики ДВО РАН, г. Владивосток, *с вопросом* о применимости гауссовской аппроксимации не только для рассмотренной в диссертации системы обслуживания с пуассоновскими входящими потоками, но и для систем с потоками более общего вида; *и с замечанием*: судя по используемым обозначениям, формула для преобразования Лапласа-Стилтьеса распределения времени обслуживания на с. 16 автореферата больше напоминает формулу для плотности или хвоста этого распределения.
5. **А.З.о. Меликов**, д-р техн. наук, проф., чл.-корр. НАНА, заведующий лабораторией теории телетрафика Института систем управления

Национальной академии наук Азербайджана, г. Баку, *с замечанием* об отсутствии применения полученных результатов к реальным системам. 6. **Янош Sztrik**, д-р техн. наук, проф., профессор кафедры Информационные системы и сети Университета Дебрецена, Венгрия, *с замечаниями*: вместо аббревиатуры ИПВ (источник повторных вызовов) следует использовать термин «орбита», который более часто используется в современной литературе; в автореферате отсутствует описание комплекса программ и алгоритмов, не приведена оценка области применимости асимптотических результатов для RQ-систем с вытеснением заявок, двумя входящими потоками и RQ-систем с вытеснением заявок и неэкспоненциальной задержкой заявок в ИПВ. 7. **Т.В. Любина**, канд. физ.-мат. наук, начальник организационно-технического отдела филиала Кемеровского государственного университета в г. Анжеро-Судженске, *с замечанием*: не очевидным образом выделены значения погрешностей аппроксимаций второго и третьего порядков в таблице 1 на странице 15. 8. **Е.С. Семенкин**, д-р техн. наук, проф., профессор кафедры системного анализа и исследования операций Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск, *с замечанием*: в таблице 1, представленной в автореферате, принятие решения об области применимости асимптотических результатов оценено по значениям расстояния Колмогорова для конкретных параметров, но при этом неясно, применим ли этот метод для других значений и определены ли границы применимости метода. 9. **К.Ю. Войтиков**, канд. техн. наук, доц., доцент кафедры дискретной математики Московского физико-технического института (государственного университета), *с замечанием*: в качестве распределения времени задержки заявок было взято гиперэкспоненциальное распределение, а не более общее распределение – распределение фазового типа.

В отзывах указано, что актуальность диссертационной работы Измайловой Яны Евгеньевны обусловлена тем, что математические модели RQ-систем адекватно описывают реальные телекоммуникационные, экономические, транспортные системы. Предложенный автором новый класс RQ-систем позволит расширить возможность решения ряда научных проблем, связанных с

исследованием систем массового обслуживания. Разработанные методы исследования RQ-систем с вытеснением заявок позволяют выполнять анализ более широкого класса систем с повторами, что является существенным вкладом в развитие теории массового обслуживания.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что **С.В. Рожкова** является высококвалифицированным специалистом в области теории вероятностей и ее приложений; **Д.В. Семенова** является авторитетным ученым в области теории вероятностей и случайных процессов; на базе **Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН** создана научная школа по математическому моделированию и методам интеллектуализации современных социальных, экономических, медико-биологических, экологических систем.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований получены следующие новые научные результаты:**

*решена* задача анализа RQ-систем с вытеснением заявок;

*найденa* пропускная способность RQ-систем с вытеснением заявок;

*предложена* модификация метода асимптотического анализа для нахождения распределения вероятностей состояний обслуживаемого прибора и числа заявок в источнике (источниках) повторных вызовов;

*разработан* оригинальный численный алгоритм для вычисления двумерного распределения вероятностей числа заявок в ИПВ и состояний прибора RQ-системы с вытеснением обслуживаемых заявок.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

Предложенный новый класс RQ-систем с вытеснением заявок существенно расширяет возможности решения ряда научных проблем, связанных с исследованием систем массового обслуживания аналитическими и численными методами.

Разработанные методы:

*модификация метода* асимптотического анализа в виде асимптотических семиинвариантов в предельном условии большой задержки заявок в ИПВ, из которой получены предельно точные центральные моменты;

*модификации метода* асимптотического анализа в предельном условии большой задержки заявок в ИПВ, из которых получены аппроксимация второго порядка и диффузионная распределения вероятностей числа заявок в источнике повторных вызовов, позволяют выполнять анализ более широкого класса систем с повторными вызовами, который является важным разделом теории массового обслуживания.

**Значение полученных соискателем результатов для практики подтверждается тем, что:**

*получены* конкретные формулы параметров распределений, которые могут использоваться для анализа функционирования реальных систем, адекватными математическими моделями которых являются RQ-системы с вытеснением заявок;

*разработан* программный комплекс имитационного моделирования и численного анализа, который позволяет выполнять расчет параметров вероятностных законов распределений для числа заявок в источнике повторных вызовов, получать соответствующие эмпирические распределения, построенные на основе результатов имитационного моделирования.

**Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования.** Результаты работы могут быть использованы при проектировании телекоммуникационных систем, при разработке планировщиков в компьютерных системах. Также актуальным представляется использование RQ-систем в качестве математических моделей транспортных систем. Теоретические результаты могут быть использованы для проведения научных исследований в более широком классе моделей RQ-систем по сравнению с представленными в диссертации. Полученные результаты можно использовать в учебном процессе на факультете прикладной математики и кибернетики Национального исследовательского Томского государственного университета.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

*математическую корректность* выводов и доказательств теорем;

*согласованность* результатов, полученных для разных моделей между собой, а также с результатами многочисленных компьютерных экспериментов с применением имитационного моделирования и численного анализа;

*качественное и количественное совпадение* авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по исследованию частных случаев рассматриваемых моделей массового обслуживания;

*высокую* точность применяемого асимптотического метода для различных значений управляющих параметров рассматриваемых систем.

**Личный вклад соискателя состоит в:** получении теоретических результатов: формулировке и доказательстве всех представленных в диссертации теорем; разработке комплекса проблемно-ориентированных программ и алгоритмов моделирования процессов массового обслуживания, проведении численного анализа полученных результатов; формулировке выводов по проделанной работе; подготовке публикаций и личном участии в апробации работы.

Диссертация отвечает критериям, предусмотренным Положением о присуждении ученых степеней для диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, и, в соответствии с пунктом 9 Положения, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи исследования математических моделей RQ-систем с вытеснением заявок, имеющей значение для развития теории массового обслуживания.

На заседании 27.04.2017 диссертационный совет принял решение присудить **Измайловой Я.Е.** ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 6 докторов наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (физико-математические науки), из 21 человека, входящего в состав совета, проголосовал: за – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета

Ученый секретарь

диссертационного совета

27.04.2017



*В.Модуль*

*А.Скворцов*

Поддубный Василий Васильевич

Скворцов Алексей Владимирович