

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 21 июня 2018 года публичной защиты диссертации Лисовской Екатерины Юрьевны «Асимптотические методы исследования ресурсных СМО с непуассоновскими входящими потоками» по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Присутствовали 16 из 21 членов диссертационного совета, из них 6 докторов наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (физико-математические науки):

1. Поддубный В. В., председатель диссертационного совета, доктор технических наук, профессор, 05.13.18 (технические науки);
2. Скворцов А. В., ученый секретарь диссертационного совета, доктор технических наук, профессор, 05.13.11 (технические науки);
3. Бубенчиков А. М., доктор физико-математических наук, профессор, 05.13.18 (физико-математические науки);
4. Воробейчиков С. Э., доктор физико-математических наук, доцент, 05.13.18 (физико-математические науки);
5. Горцев А. М., доктор технических наук, профессор, 05.13.18 (технические науки);
6. Горчаков Л. В. – доктор физико-математических наук, профессор, 05.13.18 (физико-математические науки);
7. Дмитриев Ю. Г., доктор физико-математических наук, доцент, 05.13.18 (физико-математические науки);

8. Домбровский В. В., доктор технических наук, профессор, 05.13.18 (технические науки);
9. Замятин А. В., доктор технических наук, профессор, 05.13.11 (технические науки);
10. Кистенёв Ю. В., доктор физико-математических наук, профессор, 05.13.18 (физико-математические науки);
11. Костюк Ю. Л., доктор технических наук, профессор, 05.13.18 (технические науки);
12. Нагорский П. М., доктор физико-математических наук, профессор, 05.13.18 (физико-математические науки);
13. Назаров А. А., доктор технических наук, профессор, 05.13.11 (технические науки);
14. Смагин В. И., доктор технических наук, профессор, 05.13.18 (технические науки);
15. Тарасенко В. Ф., доктор технических наук, профессор, 05.13.11 (технические науки);
16. Янковская А. Е., доктор технических наук, профессор, 05.13.18 (технические 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 Е. Ю. Лисовской ученую степень кандидата физико-математических наук.

**Заключение диссертационного совета Д 212.267.08,
созданного 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 21.06.2018 № 187

О присуждении **Лисовской Екатерине Юрьевне**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **«Асимптотические методы исследования ресурсных СМО с непуассоновскими входящими потоками»** по специальности **05.13.18** – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ принята к защите 12.04.2018 (протокол заседания № 185) 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 **Лисовская Екатерина Юрьевна**, 1992 года рождения.

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

С 2015 года соискатель очно обучается в аспирантуре 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 физико-математических наук, **Моисеева Светлана Петровна**, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», институт экономики и менеджмента, заместитель директора (в период подготовки соискателем диссертации – кафедра теории вероятностей и математической статистики, профессор; в настоящее время занимает данную должность по совместительству).

Официальные оппоненты:

Гайдамака Юлия Васильевна, доктор физико-математических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов», кафедра прикладной информатики и теории вероятностей, доцент

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 образовательное учреждение высшего образования «**Казанский национальный исследовательский технологический университет**», г. Казань, в своем положительном отзыве, подписанном **Кирпичниковым Александром Петровичем** (доктор физико-математических наук, кафедра интеллектуальных систем и управления информационными ресурсами, заведующий кафедрой) и **Титовцевым Антоном Сергеевичем** (кандидат технических наук, кафедра интеллектуальных систем и управления информационными ресурсами, доцент), указала, что разработка общих подходов к исследованию немарковских ресурсных систем массового обслуживания является актуальной научной задачей, решение которой

позволит значительно расширить возможности исследований в области теории массового обслуживания и круг решаемых с ее помощью инженерно-технических задач. Е. Ю. Лисовской разработана модификация метода многомерного динамического просеивания, позволяющая выполнять исследование многофазных ресурсных систем массового обслуживания (СМО) с непуассоновскими входящими потоками, неограниченным числом приборов и неэкспоненциальным обслуживанием; впервые применен метод асимптотического анализа в условии растущего времени обслуживания для исследования моделей ресурсных систем массового обслуживания с непуассоновскими входящими потоками, в том числе – многомерных моделей; с использованием обозначенных методов получены выражения для стационарных асимптотических распределений вероятностей чисел заявок и суммарных объемов занятых ресурсов в системах с неограниченным числом приборов, неэкспоненциальным обслуживанием и различными типами входящих непуассоновских потоков, в том числе – для многофазных ресурсных СМО; разработан комплекс проблемно-ориентированных программ и алгоритмов для численного анализа и имитационного моделирования ресурсных систем массового обслуживания с неограниченным числом приборов, с помощью которого определяется точность полученных асимптотических результатов. Разработанная соискателем модификация метода многомерного динамического просеивания для ресурсных СМО в совокупности с методом асимптотического анализа, а также полученные с ее помощью конкретные формулы позволяют производить анализ и расчет характеристик реальных технических систем, адекватными моделями которых являются ресурсные системы массового обслуживания. Разработанный автором комплекс проблемно-ориентированных программ и алгоритмов моделирования процессов массового обслуживания может использоваться для выполнения расчетов соответствующих характеристик реальных систем.

Соискатель имеет 38 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 27 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 2 работы (в том числе 1 статья в российском научном журнале, индексируемом Scopus), в зарубежных изданиях, индексируемых Web of Science и Scopus, опубликовано 4 работы, в сборниках материалов международных и всероссийских научных и научно-практических конференций, школы-конференции опубликовано

20 работ, получено 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Общий объем публикаций – 13,37 а.л., авторский вклад – 5,47 а.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. **Лисовская Е. Ю.** Асимптотический анализ немарковской бесконечнолинейной системы обслуживания требований случайного объема с входящим рекуррентным потоком / Е. Ю. Лисовская, С. П. Моисеева // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2017. – № 39. – С. 30–38. – DOI: 10.17223/19988605/39/5. – 1,05 / 0,52 а.л.

2. **Lisovskaya E.** Study of the MMPP/GI/ ∞ queueing system with random customers' capacities / E. Lisovskaya, S. Moiseeva, M. Pagano, V. Potatueva // Информатика и ее применение. – 2017. – Т. 11, вып. 4. – С. 109–117. – DOI: 10.14357/19922264170414. – 1,05 / 0,26 а.л.

Scopus: **Lisovskaya E.** Study of the MMPP/GI/ ∞ queueing system with random customers' capacities / E. Lisovskaya, S. Moiseeva, M. Pagano, V. Potatueva // Informatika i ee Primeneniya. – 2017. – Vol. 11, is. 4. – P. 109–117.

Статьи в зарубежных изданиях, индексируемых Web of Science и Scopus:

3. **Lisovskaya E.** The total capacity of customers in the infinite-server queue with MMPP arrivals / E. Lisovskaya, S. Moiseeva, M. Pagano // Communications in computer and information science. – 2016. – Vol. 678. – P. 110–120. – DOI: 10.1007/978-3-319-51917-3_11. – 1,1 / 0,37 а.л. (*Scopus*)

4. **Lisovskaya E.** Infinite-server tandem queue with renewal arrivals and random capacity of customers / E. Lisovskaya, S. Moiseeva, M. Pagano // Communications in computer and information science. – 2017. – Vol. 700. – P. 201–216. – DOI: 10.1007/978-3-319-66836-9_17. – 1,6 / 0,53 а.л. (*Scopus*)

5. Moiseev A. Infinite-server queueing tandem with MMPP arrivals and random capacity of customers / A. Moiseev, S. Moiseeva, **E. Lisovskaya** // 31st European conference on modelling and simulation (ECMS 2017) : proceedings. – 2017. – P. 673–679. – 0,7 / 0,23 а.л (*Web of Science*)

На автореферат поступило 10 положительных отзывов. Отзывы представили:

1. **И. Е. Тананко**, канд. физ.-мат. наук, доц., заведующий кафедрой системного анализа и автоматического управления Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, *без замечаний*.
2. **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 замечанием*: следовало бы предоставить объяснение того факта, что на рисунке 3Б так явно различается высота пиков у кривых плотностей распределения, полученных асимптотическими методами, и в ходе вычислительного эксперимента.
3. **А. И. Зейфман**, д-р физ.-мат. наук, проф., заведующий кафедрой прикладной математики Вологодского государственного университета, *с замечаниями*: на с. 12–13 приведено асимптотическое стационарное распределение чисел занятых приборов и суммарных объемов занятых ресурсов на фазах двухфазных ресурсных СМО, а на рис. 2 изображено двумерное распределение вероятностей числа заявок и суммарного объема занятого ресурса на второй фазе системы, было бы интересно посмотреть двумерные распределения вероятностей суммарных объемов занятых ресурсов на обеих фазах обслуживания, а также сравнить точность соответствующих аппроксимаций; основное содержание работы заслуживает более подробного описания с конкретными формулировками основных результатов.
4. **В. В. Рыков**, д-р физ.-мат. наук, проф., профессор кафедры прикладной математики и компьютерного моделирования Российского государственного университета нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И. М. Губкина, г. Москва, *с замечаниями*: модели обслуживания, требующие помимо приборов еще и дополнительных ресурсов, рассматривались ранее в работах Б. В. Гнеденко; метод динамического просеивания в автореферате не описан, поэтому вряд ли будет понят непросвещенным читателем; используемые автором чрезмерно объёмные предложения и сложные синтаксические конструкции

воспринимаются с трудом. 5. **А. С. Родионов**, д-р техн. наук, доц., заведующий лабораторией системного моделирования и оптимизации Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, г. Новосибирск, *с замечаниями*: во вводной части автореферата и в разделе о теоретической и практической значимости говорится о «большей адекватности» рассматриваемых моделей для исследования некоторых классов реальных систем, в частности инфокоммуникационных систем и суперкомпьютеров, но не оговорены условия, при которых можно переходить к неограниченному числу приборов; не приведены примеры реальных систем из предложенных приложений, адекватно описываемых двухфазными ресурсными СМО с неограниченным числом обслуживающих приборов на каждой из фаз; в результирующей части отсутствует исследование, хотя бы на имитационных моделях, влияния ограничения числа приборов на результат, равно как и влияния конкретного вида распределений $B(\tau)$ и $V(y)$, соответствующих возможным приложениям, на скорость сходимости к представленным асимптотическим значениям; в тексте присутствуют опечатки и оформительские погрешности. 6. **Е. В. Панкратова**, канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник лаборатории автоматизированных систем массового обслуживания и обработки сигналов Института проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, г. Москва, *с замечанием*: из текста автореферата неясно, что происходит с объемом занимаемого ресурса требования, когда оно переходит с первой фазы обслуживания на вторую. 7. **М. Пагано**, профессор факультета информационной инженерии Университета г. Пиза, Италия, *без замечаний*. 8. **К. Ю. Войтиков**, канд. техн. наук, доц., доцент кафедры дискретной математики Московского физико-технического института (государственного университета), г. Долгопрудный, *с замечанием*: в автореферате приведены, но не подкреплены конкретными примерами сферы использования предлагаемых моделей на практике. 9. **В. И. Клименок**, д-р физ.-мат. наук, проф., главный научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории прикладного вероятностного анализа Белорусского государственного университета, г. Минск, *с замечаниями*: в автореферате сказано, что в диссертации рассматриваются системы с непуассоновскими входящими потоками, для которых получены асимптотические вероятностные характеристики, но на с. 10 приведена точная характеристическая

функция распределения вероятностей числа заявок и суммарного объема занятого ресурса в однофазной СМО с простейшим входящим потоком, неясно, с какой целью была рассмотрена такая модель; в автореферате имеются опечатки.

10. **О. М. Тихоненко**, д-р техн. наук, проф., профессор факультета математики и естественных наук Университета Кардинала Стефана Вышинского в Варшаве, Польша, *с замечаниями*: возникает сомнение в необходимости исследования совместного распределения числа требований и суммарного объема, что, судя по автореферату, имеет место в главах 1 и 2 работы; на с. 12 указано, что «...переходя на вторую фазу, требование мгновенно освобождает занимаемый ресурс на первой фазе и занимает на второй», однако не поясняется, что сложность анализа поведения системы существенным образом зависит от того, разыгрывается ли заново объем требования при поступлении его на вторую фазу, или требование на второй фазе характеризуется тем же объемом, что и на первой; фразы «поступающие запросы на эти ресурсы являются случайными величинами», «разработана модификация метода <...>, которая позволяет выполнить анализ суммарного объема занятого ресурса», «численный анализ L -фазных ресурсных систем» требуют уточнения, а выражение «автор лично участвовал...» видится стилистически неточным (следует писать «участвовала»).

Авторы отзывов отмечают, что актуальность темы исследования обусловлена широкой областью применения исследуемых моделей в реальных задачах, возникающих в инфокоммуникационных системах, кредитно-депозитных организациях и суперкомпьютерах. Е. Ю. Лисовской предложен модифицированный метод динамического просеивания для исследования двухфазных моделей, а также новые для данного класса модели с непуассоновскими входящими потоками и неэкспоненциальным обслуживанием, которые, при выполнении некоторых условий, более адекватно описывают реальные технические и социально-экономические системы; получены аппроксимации распределений вероятностей чисел занятых приборов и суммарных объемов занятых ресурсов в системах; для определения точности аппроксимаций проведено имитационное моделирование исследуемых систем и численные эксперименты; разработано программное обеспечение для определения области применимости полученных асимптотических результатов. Полученные результаты

представляют существенный вклад в развитие теории массового обслуживания, а разработанные программные средства имеют важное практическое значение для решения задач проектирования и оптимизации функционирования и использования широкого класса информационно-вычислительных систем.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что **Ю. В. Гайдамака** является известным ученым в области теории вероятностей и теории случайных процессов; **Д. В. Семенова** является высококвалифицированным специалистом в области теории вероятностей и ее приложений; на базе **Казанского национального исследовательского технологического университета** 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 важная научная задача анализа ресурсных моделей массового обслуживания, в том числе – многофазных ресурсных моделей обслуживания, выходящих за рамки классических, с непуассоновскими входящими потоками и произвольным временем обслуживания;

предложена модификация метода многомерного динамического просеивания, предназначенного для исследования L -фазных ресурсных систем массового обслуживания с неограниченным числом приборов, которая позволяет выполнять анализ суммарного объема занятого ресурса в системе;

предложено развитие метода асимптотического анализа для асимптотического условия растущей интенсивности входящего потока, что позволяет проводить исследование ресурсных систем массового обслуживания с непуассоновскими входящими потоками и неограниченным числом обслуживающих приборов различной конфигурации, в том числе многофазных систем.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

предложены модели ресурсных систем массового обслуживания с неограниченным числом приборов, непуассоновскими входящими потоками и неэкспоненциальным обслуживанием, позволяющие существенно расширить круг решаемых задач в теории массового обслуживания;

предложен модифицированный метод многомерного динамического просеивания для исследования процесса изменения суммарного объема занятого ресурса в ресурсных системах массового обслуживания с неограниченным числом приборов, что является вкладом в развитие методов, используемых для анализа систем массового обслуживания.

Значение полученных соискателем результатов для практики подтверждается тем, что:

получены конкретные формулы расчета параметров распределений, которые могут использоваться для анализа функционирования любых реальных систем, адекватными математическими моделями которых являются ресурсные СМО с неограниченным числом приборов;

разработан программный комплекс имитационного моделирования и численного анализа, позволяющий выполнять расчет параметров вероятностных законов распределений для числа заявок в системе, получать соответствующие эмпирические распределения, построенные на основе результатов имитационного моделирования.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования. Результаты работы могут быть использованы для проектирования инфокоммуникационных систем, видеокарт и суперкомпьютеров, а также для проведения научных исследований в более широком классе ресурсных моделей массового обслуживания по сравнению с классическими подходами. Выводы и разработанное программное обеспечение могут применяться в учебном процессе в институте прикладной математики и компьютерных наук Национального исследовательского Томского государственного университета.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Достоверность результатов исследования обеспечивается корректностью выводов и доказательств теорем, согласованностью результатов, полученных для разных моделей, как между собой, так и с известными в теории массового обслуживания результатами, а также многочисленными экспериментами с применением имитационного моделирования и численного анализа;

качественным и количественным совпадением авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по исследованию частных случаев рассматриваемых моделей массового обслуживания.

Личный вклад соискателя состоит в: совместной с научным руководителем постановке цели и задач исследования; самостоятельном получении всех результатов, изложенных в работе: выводе всех формул, формулировке и доказательстве всех представленных в диссертации теорем, разработке комплекса проблемно-ориентированных программ и алгоритмов моделирования процессов массового обслуживания, проведении статистического и численного анализа полученных результатов; формулировке выводов по проделанной работе; подготовке публикаций и личном участии в апробации работы.

Диссертация отвечает критериям, установленным 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 ресурсных систем массового обслуживания, имеющей значение для развития теории массового обслуживания.

На заседании 21.06.2018 диссертационный совет принял решение присудить **Лисовской Е. Ю.** 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, проголосовали: за – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета

Ученый секретарь

диссертационного совета

21.06.2018



Поддубный Василий Васильевич

Скворцов Алексей Владимирович