

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 Бронер Валентины Игоревны «Методы исследования стохастических моделей систем релейного управления ресурсами» по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Присутствовали 14 из 21 членов диссертационного совета, из них 4 доктора 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. Сущенко С. П., заместитель председателя диссертационного совета, доктор технических наук, профессор, 05.13.11 (технические науки);

3. Скворцов А. В., ученый секретарь диссертационного совета, доктор технических наук, профессор, 05.13.11 (технические науки);

4. Бубенчиков А. М., доктор физико-математических наук, профессор, 05.13.18 (физико-математические науки);

5. Горчаков Л. В. – доктор физико-математических наук, профессор, 05.13.18 (физико-математические науки);

6. Дмитриев Ю. Г., доктор физико-математических наук, доцент, 05.13.18 (физико-математические науки);

7. Домбровский В. В., доктор технических наук, профессор, 05.13.18 (технические науки);

8. Замятин А. В., доктор технических наук, профессор, 05.13.11 (технические науки);

9. Костюк Ю. Л., доктор технических наук, профессор, 05.13.18 (технические науки);

10. Лившиц К. И., доктор технических наук, профессор, 05.13.18 (технические науки);

11. Нагорский П. М., доктор физико-математических наук, профессор, 05.13.18 (физико-математические науки);

12. Назаров А. А., доктор технических наук, профессор, 05.13.11 (технические науки);

13. Смагин В. И., доктор технических наук, профессор, 05.13.18 (технические науки);

14. 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 – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет) диссертационный совет принял решение присудить В. И. Бронер 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 21.06.2018 № 188

О присуждении **Бронер Валентине Игоревне**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **«Методы исследования стохастических моделей систем релейного управления ресурсами»** по специальности **05.13.18** – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ принята к защите 12.04.2018 (протокол заседания № 186) диссертационным советом Д **212.267.08**, созданным 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 **Бронер Валентина Игоревна**, 1991 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 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:

Войтишек Антон Вацлавович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория стохастических задач, ведущий научный сотрудник

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 **Фархадovým Маисом Паша оглы** (доктор технических наук, лаборатория № 17 автоматизированных систем массового обслуживания и обработки сигналов, заведующий лабораторией), указала, что разработка новых и модификация известных методов исследования стохастических моделей систем релейного управления ресурсами является актуальной научной проблемой, решение которой позволит значительно расширить возможности исследований в области теории управления запасами и круг решаемых с ее помощью задач. В. И. Бронер впервые предложены: модификации стохастических моделей систем релейного управления ресурсами, в которых, в отличие от существующих моделей,

и скорость поступления ресурса, и интенсивность случайного потока потребления представляют собой кусочно-постоянные функции с двумя значениями; метод характеристических чисел, позволяющий найти в явном виде решение интегродифференциальных уравнений Колмогорова для стационарной плотности распределения вероятностей значений объемов накопленных запасов в системе управления ресурсами с релейным управлением и m -фазными гиперэкспоненциальными, эрланговскими и РН-распределениями объемов потребления; впервые предложен метод неявной аппроксимации; метод явной аппроксимации третьего, четвертого и пятого порядков решения интегродифференциального уравнения с кусочно-постоянными коэффициентами с двумя значениями; модификация метода преобразования Фурье для решения интегродифференциальных уравнений с кусочно-постоянными коэффициентами с двумя значениями. Исследование вносит вклад в развитие аналитических методов исследования стохастических систем управления ресурсами. Разработанные соискателем методы имеют самостоятельное значение и позволяют исследовать различные математические модели: теории массового обслуживания, в частности при исследовании телекоммуникационных и информационных систем; актуарной математики, в том числе при исследовании капитала фондов социального страхования; теории управления запасами и других областей.

Соискатель имеет 34 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 16 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы (из них 1 статья в российском научном журнале, переводная версия которого индексируется Web of Science), в зарубежных изданиях, индексируемых Scopus, опубликованы 4 работы, в сборниках материалов международных и всероссийских научных и научно-практических конференций опубликовано 9 работ. Общий объем публикаций – 10,23 а.л., авторский вклад – 5,26 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. Назаров А. А. Исследование потоковых моделей управления запасами методом R -аппроксимации / А. А. Назаров, **В. И. Бронер** // Информационно-управляющие системы. – 2016. – № 5 (84). – С. 91–97. – DOI: 10.15217/issn1684-8853.2016.5.91. – 0,81 / 0,41 а.л.

2. Назаров А. А. Управление ресурсами физических экспериментов в модели Крамера-Лундберга / А. А. Назаров, **В. И. Бронер** // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2016. – Т. 59, № 7. – С. 99–108. – 1,16 / 0,58 а.л.

в переводной версии журнала:

Nazarov A. A. Resource Control for Physical Experiments in the Cramer–Lundberg Model / A. A. Nazarov, **V. I. Broner** // Russian Physics Journal. – 2016. – Vol. 59, is. 7. – P. 1024–1036. – DOI: 10.1007/s11182-016-0869-6. (*Web of Science*).

3. Назаров А. А. Система управления запасами с гиперэкспоненциальным распределением объемов потребления ресурсов / А. А. Назаров, **В. И. Бронер** // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2016. – № 1 (34). – С. 43–49. – DOI: 10.17223/19988605/34/5. – 0,81 / 0,41 а.л.

На автореферат поступили 10 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 замечаниями*: в автореферате нет выражений для расчета вероятностных характеристик исследуемых моделей, а именно вероятности превышения порогового значения и ухода в отрицательную область; нет иллюстрации результатов вычислительных экспериментов графиками.
2. **А. З. о. Меликов**, д-р техн. наук, проф., чл.-корр. НАН Азербайджана, заведующий лабораторией теории телетрафика Института систем управления НАН Азербайджана, г. Баку, *с замечаниями*: было бы интересно наряду с моделями с мгновенным обслуживанием потребителей рассмотреть также модели с положительным временем обслуживания; в работе мало внимание уделено проблеме оптимизации схемы организации обслуживания потребителей.
3. **Я. Штрик**, профессор кафедры Информационные системы и сети Университета Дебрецена, Венгрия, *с замечанием*: в тексте автореферата не приводится сравнение точностей явной и неявной аппроксимаций.
4. **А. П. Кирпичников**, д-р физ.-мат. наук, проф., заведующий

кафедрой интеллектуальных систем и управления информационными ресурсами Казанского национального исследовательского технологического университета, *с замечаниями*: в разделе об актуальности исследования подробно описаны модели систем управления запасами, однако было бы интересно привести также информацию о мировом опыте исследования многопороговых систем управления запасами; из текста автореферата недостаточно ясно, явную аппроксимацию какого порядка предпочтительнее использовать при исследовании соответствующих математических моделей.

5. **М. Пагано**, профессор факультета информационной инженерии Университета г. Пиза, Италия, *с замечанием*: для оценки точности предложенных аппроксимаций было использовано только расстояние Колмогорова, а было бы интересно сравнить распределения при помощи других метрик, таких как, например, расстояние Хеллингера и квазирасстояние Кульбака-Лейблера.

6. **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*: не ясно, имеет ли используемый в работе термин «частичное решение» уравнения какое-либо отношение к понятию «частного решения», или оно означает просто решение уравнения в некоторой области его определения; приведенную формулу в теореме 6 лишь с большой натяжкой можно назвать «полным решением задачи», скорее, эта формула должна служить стимулом для ее дальнейшего исследования или численного решения.

7. **С. В. Березин**, канд. физ.-мат наук, старший научный сотрудник лаборатории виртуально-имитационного моделирования Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, *с замечаниями*: формула, приведенная в заключении теоремы 6 на стр. 15, содержит ряд опечаток в коэффициенте перед фигурной скобкой, а также в показателях всех трех экспонент (коэффициент перед фигурной скобкой должен совпадать с выражением для S из формулы (9), вместо $-j_{us}$ должно быть $j_u(S-s)$, а вместо j_{ux} должно быть $-j_{ux}$); требует пояснения утверждение о том, что применение $R(x)$ в качестве аппроксимации допустимо, даже если $R(x)$ не является функцией распределения, если только погрешность такой аппроксимации, вычисляемая далее как равномерное расстояние между эмпирической функцией распределения,

полученной с помощью метода Монте-Карло, и функцией $R(x)$, достаточно мала; на стр. 16 и 17 в качестве меры близости распределений используется равномерное расстояние, которое само по себе является малоинформативной характеристикой, более естественным было бы использование указанного расстояния в качестве статистики соответствующего критерия согласия для проверки гипотезы о равенстве эмпирической и аппроксимирующей функций распределения, а меру близости вычислять с помощью достигнутого уровня значимости (p-value).

8. **И. А. Гудкова**, канд. физ.-мат. наук, доц., доцент кафедры прикладной информатики и теории вероятностей Российского университета дружбы народов, г. Москва, *с замечаниями*: из текста автореферата не ясна область применимости метода явной аппроксимации; было бы интересно рассмотреть системы релейного управления запасами с пуассоновскими потоками поступления и потребления ресурса.

9. **Р. В. Разумчик**, канд. физ.-мат. наук, доц., ведущий научный сотрудник отдела 62 Института проблем информатики Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, г. Москва, *с замечаниями*: может сложиться впечатление, что автор делит науку на отечественную и зарубежную, что является, по крайней мере, странным; непонятно, почему рассматриваемое в работе управление было решено назвать релейным, а не пороговым; непонятно, что такое «j» в теореме б; раздел «Основное содержание работы» следовало формулировать так, чтобы читающему было понятно, что сделано, а не будет сделано или делается.

10. **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*.

В отзывах указано, что актуальность диссертационной работы В. И. Бронер обусловлена существующей потребностью в создании новых методов исследования систем релейного управления ресурсами, которые используются при моделировании работы водохранилищ, страховых компаний, банков и других систем. Соискателем разработаны методы, позволяющие найти точно или приближенно стационарную плотность распределения вероятностей значений уровня запасов, накопленных в системе, являющуюся решением интегро-дифференциального уравнения Колмогорова с кусочно-постоянными коэффициентами; разработаны методы явной и неявной аппроксимации решения интегро-дифференциального уравнения

Колмогорова с кусочно-постоянными коэффициентами для случая произвольного распределения объемов потребления, с помощью преобразования Фурье получено точное решение указанного уравнения для произвольного распределения объемов потребления; разработан комплекс проблемно-ориентированных программ и алгоритмов для исследования стохастических моделей систем релейного управления ресурсами; получены численные решения задачи и проведен анализ результатов вычислений. Результаты исследования могут применяться в области задач теории массового обслуживания, теории управления запасами, теории виброударных систем, актуарной математике и т.п.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что **А. В. Войтишек** является высококвалифицированным специалистом в области теории вероятностей и методов Монте-Карло; **Д. В. Семенова** является известным специалистом в области теории вероятностей и ее приложений; 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:

предложены модификации стохастических моделей систем релейного управления запасами;

предложен метод характеристических чисел для решения интегро-дифференциальных уравнений Колмогорова с m -фазными гиперэкспоненциальными, эрланговскими и РН-распределениями объемов потребления;

предложены методы неявной и явной аппроксимаций решения интегро-дифференциального уравнения с кусочно-постоянными коэффициентами с двумя значениями;

предложена модификация метода преобразования Фурье для исследования интегро-дифференциальных уравнений с кусочно-постоянными коэффициентами с двумя значениями при произвольном распределении объемов потребления.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

предложенные аналитические методы расширяют возможности исследования стохастических систем управления ресурсами;

разработанные методы позволяют находить стационарные плотности распределения вероятностей значений объемов накопленных запасов в системах релейного управления ресурсами, а также проводить исследование различных математических моделей теории массового обслуживания, актуарной математики, теории управления запасами.

Значение полученных соискателем результатов для практики подтверждается тем, что:

получены точные выражения для стационарного распределения вероятностей значений процесса объемов накопленных запасов в системе управления ресурсами с кусочно-постоянными скоростью поступления и интенсивностью случайного потока объемов потребления, позволяющие получить вероятностные характеристики исследуемого процесса;

разработан комплекс проблемно-ориентированных программ и алгоритмов для имитационного моделирования и численного анализа стохастических систем релейного управления запасами, который позволяет выполнять расчет параметров вероятностных законов распределений процесса объемов накопленных запасов, получать соответствующие эмпирические распределения, построенные на основе результатов имитационного моделирования.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования. Предложенные модификации стохастических моделей управления ресурсами являются достаточно общими, что позволяет применять их к различным реальным системам, в которых предполагается релейное управление ресурсами. К таковым можно отнести процессы изменения воды в водохранилище, капитала фонда социального страхования, выпуск книг в издательстве и другие процессы изменения ресурсов. Полученные результаты могут быть использованы для проведения научных исследований в различных системах релейного управления запасами и в учебном процессе в институте прикладной математики и компьютерных наук Национального исследовательского Томского государственного университета.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Достоверность результатов исследования обеспечивается математической корректностью выводов и доказательств теорем; согласованностью результатов, полученных для разных моделей между собой, а также с результатами

многочисленных компьютерных экспериментов с применением имитационного моделирования и численного анализа; качественным и количественным совпадением авторских результатов с результатами, полученных разными методами, численными экспериментами и имитационным моделированием, а также совпадением с результатами, полученными другими авторами в частных случаях.

Личный вклад соискателя состоит в: совместной с научным руководителем постановке цели и задач исследования; самостоятельном получении теоретических результатов, формулировке и доказательстве всех представленных в диссертации теорем; разработке комплекса проблемно-ориентированных программ и алгоритмов моделирования систем релейного управления запасами, проведении численного анализа полученных результатов; формулировке выводов по проделанной работе; подготовке публикаций и апробации результатов 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, заключающейся в разработке новых и модификации известных методов исследования стохастических моделей систем релейного управления и имеющей значение для развития теории управления запасами.

На заседании 21.06.2018 диссертационный совет принял решение присудить **Бронер В. И.** ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 4 доктора 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 – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета

Ученый секретарь

диссертационного совета

21.06.2018



Поддубный Василий Васильевич

Скворцов Алексей Владимирович