В диссертационный совет 24.2.312.08,
созданный на базе ФГБОУ ВО «Казанский
национальный исследовательский
технологический университет»

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Бахаревой Надежды Федоровны на диссертационную работу Шайдуллиной Натальи Константиновны «Моделирование систем массового обслуживания с ограниченным временем жизни заявок», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Актуальность темы диссертационного исследования

Практически все сферы нашей деятельности связаны с проблемой формирования и использования разного рода потоков: материальных ресурсов, информации и пр., а, следовательно, и с необходимостью эффективного управления ими. Инструментом, наиболее широко применяемым для решения исследовательских и прикладных задач в этой области, является аппарат теории массового обслуживания. Огромные объёмы передаваемого контента, создание мощных коммуникационных систем, управление роботизированными системами, требования пользователей и администраторов к особенностям функционирования поддерживают неослабевающий интерес научного сообщества к разработке математических моделей систем массового обслуживания (СМО) самой разнообразной конфигурации.

Представляют интерес в плане прикладного использования системы, в которых время пребывания заявок ограничено в силу каких-либо технологических или экономических условий, требований безопасности, санитарно-гигиенических норм. Разработке и исследованию математических моделей систем массового обслуживания такого типа посвящена работа Шайдуллиной Н. К.

Структура и содержание диссертации

Диссертация Шайдуллиной Н. К. «Моделирование систем массового обслуживания с ограниченным временем жизни заявок» состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы, в который входит 148

публикаций и приложения. Содержание работы представлено на 141 странице машинописного текста с 48 рисунками и 18 таблицами.

Во введении автор обосновывает актуальность темы диссертационного исследования, очерчивает его цели, выделяет результаты, представляющие научную новизну, теоретическое значение и практическую полезность.

В первой главе приводятся исторические сведения о развитии теории массового обслуживания как самостоятельной научной дисциплины. Значительное внимание уделено математическому моделированию СМО с ограниченным временем жизни заявок. Автор подчеркивает их несомненную прикладную востребованность и грамотно комментирует сложности, возникающие при построении моделей. В завершающем разделе главы описываются общие принципы имитационного моделирования со ссылками на соответствующие публикации.

Вторая глава открывается разделом, посвящённым исследованию математической модели СМО с накопителем неограниченной ёмкости, работающей в условиях пуассоновского потока поступающих заявок, время жизни которых является случайной величиной. Концепция этой модели была разработана около полувека назад советскими учёными Б. В. Гнеденко и И. Н. Коваленко, но не получила развития. Н. К. Шайдуллиной удалось найти аналитическое решение для случая экспоненциально распределённого времени обслуживания и равномерного распределения срока жизни заявок. Поскольку в общем случае интегро-дифференциальное уравнение математической модели не допускает аналитического решения при произвольных функциях распределения времени обслуживания и времени жизни заявок, для исследования таких систем предложен метод имитационного моделирования. Совпадение результатов имитационных экспериментов с аналитическим решением свидетельствует об адекватности построенной имитационной модели.

Третья глава содержит материалы рассмотрения важного частного случая систем с ограниченным временем жизни заявок, когда это время ограничено фиксированным значением, одинаковым для всех заявок. Содержание главы практически полностью сформировано на базе результатов имитационного моделирования СМО с фиксированным ограничением времени жизни заявок. В тексте присутствует описание численных экспериментов, выполненных автором для различных конфигураций систем и входных потоков заявок. Результаты экспериментов подробно прокомментированы и снабжены достаточным количеством

графиков и рисунков. В качестве наиболее значимых результатов по данной главе следует выделить:

1. Все исследованные системы, независимо от типа входного потока заявок, достигают своего стационарного состояния, характеризующегося некоторым предельным значением относительной величины полностью обслуженных заявок. Причём для одинаковых значений средней интенсивности входного потока стационарное значение относительной пропускной способности не зависит от типа потока, хотя темп достижения стационарного состояния для групповых потоков медленнее.

2. Значение величины относительной пропускной способности зависит только от суммарной производительности каналов обслуживания и времени жизни заявок.

В третьей главе также представлена аналитическая модель СМО без накопителя с фиксированным ограничением жизни заявок. Модель полностью оригинальна и привлекает внимание простотой и нестандартной постановкой.

В четвёртой главе исследуется тип систем, в накопители которых заявки поступают большими группами. Время жизни всех заявок в составе группы одинаково, а его продолжительность значительно превосходит среднее время обслуживания одной заявки. Особенности этой задачи были изучены в ходе масштабного имитационного эксперимента. Для обработки результатов этого эксперимента автором был разработан специализированный программный комплекс, зарегистрированный как электронный ресурс № 25476. Это свидетельствует о прикладной полезности диссертационной работы и заслуживает положительной оценки. Выделяя результаты, представляющие наибольший интерес, следует отметить:

1. Установлен класс зависимостей между темпом продаж и соотношением цен, для которых предложенный алгоритм управления неэффективен. Исследованы и указаны границы применимости алгоритма.

2. Оптимальная величина управляющего воздействия (скидки) зависит только от связи между темпом продаж и соотношением цен и не зависит от вида функции темпа продаж при начальной цене товара.

3. Сравнение случайных потоков обслуживания с детерминированным демонстрирует близость результатов в смысле сформулированного критерия управления, что также имеет прямое отношение к области применения алгоритма.

Список литературы содержит 148 источников. В нем в достаточной мере представлены отечественные научные публикации, посвящённые моделированию систем массового обслуживания. Вместе с тем обращает на себя внимание сравнительно небольшой объём ссылок на современные зарубежные источники.

В целом диссертационная работа производит положительное впечатление. Представленный материал изложен грамотно, достаточно подробно и хорошо структурирован. Заслуживает одобрения то, что автор стремится полученные теоретические результаты довести до расчётных схем, пригодных для практического использования.

Научная новизна

В диссертационном исследовании Шайдуллиной Н. К. научной новизной обладают следующие результаты:

1. Найдено аналитическое решение для концептуальной модели Б. В. Гнеденко и И. Н. Коваленко, описывающей СМО с пуассоновским входным потоком заявок, имеющей опцию накопления очереди, и равномерно распределённым ограничением времени жизни заявок.

2. Построена новая математическая модель СМО без накопителя с пуассоновским потоком заявок, время жизни которых ограничено фиксированной величиной.

3. Построена новая математическая модель одноканальной системы массового обслуживания группового входного потока заявок с ограниченным временем жизни с опцией накопления очереди, для определения эффективности функционирования которой введен экономический показатель.

4. Разработаны имитационные модели для СМО с ограниченным временем жизни заявок и специализированный инструмент для их реализации.

5. Установлено, что для СМО с ограниченным временем жизни заявок, доля полностью обслуженных заявок зависит только от времени их жизни и суммарной интенсивности обслуживающих устройств.

Достоверность результатов

Достоверность полученных результатов подтверждается корректностью постановки задач, обоснованностью принятых допущений и корректным применением математического аппарата теории вероятностей, теории марковских процессов, систем массового обслуживания и имитационного моделирования. Корректность разработанных моделей и

алгоритмов обеспечивается проверкой их внутренней непротиворечивости, сопоставлением аналитических и имитационных результатов, а также анализом чувствительности модели к изменению исходных параметров. Полученные результаты согласуются с положениями современной теории массового обслуживания и не противоречат известным научным данным.

Основные положения и результаты диссертационного исследования апробированы в виде докладов на международных и межрегиональных конференциях, а также опубликованы в научных изданиях, включенных в перечень ВАК Российской Федерации. Это свидетельствует об их научной новизне, практической значимости и признании научным сообществом.

Практическая значимость

Практическая значимость диссертационной работы Шайдуллиной Н.К. заключается в возможности использования разработанных математических моделей, алгоритмов и методов имитационного моделирования при проектировании, анализе и совершенствовании систем массового обслуживания с ограниченным временем жизни заявок. Полученные результаты позволяют на этапе проектирования обоснованно выбирать параметры системы, обеспечивающие заданные эксплуатационные характеристики, в том числе требуемую пропускную способность, допустимый уровень потерь заявок, ограничения на время ожидания и рациональную загрузку обслуживающих устройств. В процессе эксплуатации предложенные модели могут применяться для оценки эффективности функционирования системы, прогнозирования ее поведения при изменении входных параметров и выработки решений по оперативному управлению. Их использование способствует повышению качества обслуживания, снижению потерь заявок и более рациональному использованию ресурсов исследуемых систем.

Замечания

По результатам рассмотрения диссертационной работы можно сформулировать следующие замечания:

1. Заголовок первого раздела главы – «Системы массового обслуживания с ограниченным временем жизни заявок» – не соответствует его фактическому содержанию: завершающая часть раздела содержит описание общих принципов имитационного моделирования, что выходит за рамки заявленной темы обзора и размывает его смысловой фокус. Однако, поскольку предметом исследования являются математические и

имитационные модели СМО, включение этого раздела в состав обзора можно признать уместным.

2. В третьей главе вместе с имитационной представлена аналитическая модель СМО без накопителя с фиксированным ограничением жизни заявок. Модель полностью оригинальна и привлекает внимание простотой и нестандартной постановкой. Однако включение этого материала в состав данной главы представляется не слишком удачным, ибо основная её тематика сосредоточена на вопросах имитационного моделирования и обсуждении результатов имитационных экспериментов. Разумеется, высказанное замечание не ставит под сомнение ни оригинальность, ни достоверность модели.

3. Вызывает сожаление то, что в четвертой главе при рассмотрении важного класса систем, у которых заявки поступают большими группами и ждут обслуживания в накопителе, автор ограничился примерами только из сферы торговых операций.

4. В диссертационной работе в достаточной мере представлены отечественные научные публикации, посвящённые моделированию систем массового обслуживания. Вместе с тем обращает на себя внимание сравнительно небольшой объём ссылок на современные зарубежные источники.

Отмеченные недостатки имеют частный характер, не затрагивают основных научных результатов диссертации и не снижают ее общей высокой оценки.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Основным достижением диссертационной работы является разработка комплекса математических моделей, алгоритмов и методов имитационного моделирования, предназначенных для исследования систем массового обслуживания заявок с ограниченным временем жизни. Автором выполнен обстоятельный анализ различных режимов функционирования таких систем с применением современного математического аппарата, методов численного эксперимента и имитационного моделирования.

Основные положения и результаты диссертационного исследования опубликованы в 11 научных работах и апробированы в докладах на ряде научных конференций.

Автореферат в полном объеме, достоверно и без искажений отражает содержание основных положений, научной новизны и результатов диссертации.

Содержание диссертационной работы Шайдуллиной Н.К. соответствует паспорту специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ в пунктах 6. Разработка систем компьютерного и имитационного моделирования, алгоритмов и методов имитационного моделирования на основе анализа математических моделей (технические науки); 8. Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента; 9. Постановка и проведение численных экспериментов, статистический анализ их результатов, в том числе с применением современных компьютерных технологий (технические науки).

В диссертации разработаны системы компьютерного и имитационного моделирования, алгоритмы и методы имитационного моделирования на основе анализа математических моделей (п. 6); выполнены комплексные исследования научных и технических проблем с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента (п. 8); осуществлены постановка и проведение численных экспериментов, а также статистический анализ их результатов с использованием современных компьютерных технологий (п. 9).

Диссертационное исследование Шайдуллиной Натальи Константиновны на тему «Моделирование систем массового обслуживания с ограниченным временем жизни заявок» представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой решена научная задача разработки математического, алгоритмического и программного обеспечения для анализа и повышения эффективности функционирования систем массового обслуживания с ограниченным временем жизни заявок, имеющая значение для развития математического моделирования, численных методов и комплексов программ.

На основании анализа содержания диссертационной работы Шайдуллиной Н. К., ее научной новизны, теоретической и практической значимости, а также полноты и достоверности представленных результатов считаю, что работа соответствует требованиям, установленным пунктом 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в

действующей редакции), для диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

Автор диссертации, Шайдуллина Наталья Константиновна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Официальный оппонент:
профессор кафедры информатики и робототехнических систем ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», доктор технических наук, профессор

Бахарева Надежда Федоровна

«16» октября 2026г.

Подпись Н.Ф.Бахаревой заверяю
Ученый секретарь Ученого совета ПГУТИ
к.э.н. Н.А. Стефанова

Шифр научной специальности, по которой защищена докторская диссертация: 05.13.15 – Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
Адрес: 443010, Российская Федерация, г. Самара, ул. Л. Толстого, 23.
Тел.: +7 (846) 228 00 13. E-mail: n.bahareva@psuti.ru

Вход. № 05-9210
«17» 10 2026 г.
подпись