

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Станкевич Елены Петровны

«Математическое моделирование сетей массового обслуживания с групповыми переходами требований и распределением потоков» на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Актуальность темы диссертации. Развитие компьютерных, беспроводных, мобильных сетей связи порождает потребность создания новых технических решений, позволяющих обеспечить оптимальное использование и управление данными ресурсами. В условиях постоянного роста требований к эффективности устройств, применяемых в системах передачи и обработки информации, к сокращению сроков исследования и разработки новых телекоммуникационных сетей и систем актуально их исследование с помощью построения математических моделей. Случайный характер процессов формирования, обработки и передачи данных обуславливает необходимость применения стохастических моделей, в качестве которых широко используются модели массового обслуживания в виде систем и сетей массового обслуживания различной конфигурации. В современных условиях, когда в мультисервисных сетях передается информация с различными требованиями к потерям, задержкам, определяющими приоритеты при передаче трафика разных типов, актуальными являются задачи управления дискретными стохастическими системами с сетевой структурой с целью улучшения характеристик качества функционирования сетей путем перераспределения требований в процессе эволюции сетей.

Решению задачи построения и исследования математических моделей сетей массового обслуживания и методов распределения потоков требований в сетях посвящена диссертационная работа Станкевич Е.П.

Характеристика диссертационной работы по главам.

Диссертационная работа включает в себя введение, четыре главы, заключение, список литературы из 128 наименований.

Во введении обоснована актуальность избранной темы, сформулирована цель исследований, перечислены задачи, которые необходимо решить для ее достижения, обоснована научная новизна полученных результатов.

В первой главе диссертации приводятся основные результаты, полученные в теории сетей массового обслуживания с групповыми переходами требований с непрерывным и дискретным временем, а также методы анализа таких сетей.

Во второй главе диссертации описывается структура и принципы функционирования замкнутых сетей массового обслуживания с переходами групп требований и предлагаются методы анализа замкнутых сетей массового обслуживания с несколькими классами требований, основанные на использовании матриц вероятностей перехода сети и мультипликативной формы стационарного распределения сети.

Существенное внимание уделяется получению мультипликативной формы стационарного распределения вероятностей состояний сетей. Приводятся два способа вычисления стационарного распределения сетей – с использованием матрицы вероятностей перехода модельной цепи Маркова и с применением мультипликативной формы стационарного распределения. Предлагается метод вычисления основных стационарных характеристик сетей, являющийся приложением метода «анализа средних значений» сетей массового обслуживания с одиночными переходами требований.

В третьей главе рассмотрены модели замкнутых сетей массового обслуживания с групповыми переходами требований и распределением потоков с помощью изменения маршрутизации требований или вероятностей завершения обслуживания требований в слоте в узлах.

Предложен метод распределения потоков, основанный на изменении маршрутизации групп требований в сетях массового обслуживания с групповыми переходами требований, который является развитием метода изложенного в работах Митрофанова Ю.И.

Для математической модели сетей массового обслуживания с групповыми переходами требований, узлы которых сгруппированы в непересекающиеся кластеры решена задача распределения потоков при условии, чтобы число тре-

бований в определенном кластере не превосходило некоторого фиксированного числа. Получено стационарное распределение вероятностей состояний сетей обслуживания с распределением потоков требований посредством изменения вероятностей завершения обслуживания требований в слоте в зависимости от состояния кластеров узлов.

Предложена математическая модель сети массового обслуживания с групповыми переходами требований и блокировками, когда распределение потоков производится посредством отказа в переходе сети в такие состояния, в которых число требований в узлах превышает заданные ограничения. Для сетей такого класса приведена мультипликативная форма стационарного распределения.

В четвертой главе представлен комплекс программ для моделирования и численного анализа рассматриваемых в диссертации сетей массового обслуживания. Проведено исследование влияния вариации основных параметров системы на характеристики качества функционирования сетей при различных методах распределения потоков в сетях.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы по диссертационной работе.

Научная новизна результатов работы. В диссертационной работе получены следующие наиболее существенные новые научные результаты:

- предложены математические модели сетей массового обслуживания позволяющие учитывать эффект групповых переходов требований;
- предложены математические модели сетей массового обслуживания с групповыми переходами требований и распределением потоков посредством изменения маршрутизации групп требований между узлами и кластерами, изменения вероятностей завершения обслуживания требований в зависимости от состояния кластеров, блокировки переходов и изменения интенсивностей обслуживания в узлах сети;
- разработаны существенные модификации методов распределения потоков в замкнутых сетях массового обслуживания с одиночными переходами требований для сетей обслуживания с групповыми переходами требований;
- разработан комплекс программ и алгоритмов, который позволяет производить численный анализ замкнутых сетей массового обслуживания с групповыми переходами требований и распределением потоков.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность.

Достоверность основных положений, выводов и рекомендаций подтверждается строгим использованием математического аппарата, включающего методы теории вероятностей, марковских случайных процессов, теории массового обслуживания, матричного анализа и дискретной математики. Все теоретические результаты, полученные автором, подтверждаются их сравнением с уже известными результатами и экспериментами с применением методов численного анализа.

Практическая значимость результатов работы

Результаты работы могут быть практически использованы во всех приложениях для построения, анализа и оптимизации показателей эффективности функционирования реальных систем, в том числе, сетей телекоммуникационных операторов, а также на этапах разработки и проектирования сетей профильными научными и проектными организациями.

Разработанный автором комплекс проблемно-ориентированных программ и алгоритмов для анализа сетей массового обслуживания с групповыми переходами требований и распределением потоков может использоваться для выполнения расчётов соответствующих характеристик реальных систем.

Полнота опубликованных научных результатов и апробация. По материалам диссертации опубликовано 13 работ, из них 5 статей в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, получено 2 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ. Результаты работы докладывались на 5 научных конференциях международного уровня и на десятом всероссийском симпозиуме по прикладной и промышленной математике. Все материалы диссертационного исследования достаточно полно отражены в опубликованных работах.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Автореферат логически выстроен, хорошо структурирован, правильно и в достаточной мере отражает содержание диссертационной работы. Как часть вы-

полненной научной работы автореферат отражает компетентность автора в области проводимых исследований и хорошее владение используемыми математическими методами.

Замечания по диссертационной работе.

1. В последнее время очень большое внимание уделяется практическим приложениям математических моделей. О примерах применения исследуемых моделей в диссертации указано только в общем виде для транспортных сетей. Было бы интересно рассмотреть конкретные примеры телекоммуникационных (технических) систем, для изучения которых можно успешно использовать разработанные автором модели.

2. В работе приводятся примеры и расчеты для сетей с небольшим числом требований и узлов ($L=4$). Интересно посмотреть на работу сети при большей загрузке.

3. Основные результаты и выводы вынесены автором в вводную часть глав, логично было бы их перенести в раздел «Выводы по Главе».

4. В работе имеются стилистические погрешности.

Отмеченные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Е.П. Станкевич, в которой решена актуальная научная задача, отличающаяся научной новизной и практической значимостью полученных в работе результатов.

Общее заключение.

Диссертационная работа Станкевич Е.П. является законченной научно-исследовательской работой, посвященной актуальной научной задаче исследования математических моделей сетей массового обслуживания с групповыми переходами требований и распределением потоков. По своему содержанию работа соответствует паспорту специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

На основании вышесказанного считаю, что диссертация Елены Петровны Станкевич «Математическое моделирование сетей массового обслуживания с групповыми переходами требований и распределением потоков» соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сен-

тября 2013 г. № 842, и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, а её автор, Елена Петровна Станкевич, заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата физико-математических наук по указанной специальности.

Официальный оппонент, доктор физико-математических наук, 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», отделение математики и информатики, профессор

Рожкова Светлана Владимировна

20.05.2019

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 30

Тел: 7 (3822) 60-63-33, сайт: <http://www.tpu.ru>

E-mail: rozhkova@tpu.ru

Подпись С. В. Рожковой удостоверяю

Ученый секретарь Ученого совета НИ ТПУ



О. А. Ананьева