

ОТЗЫВ

официального оппонента – заведующего лабораторией Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН» (Москва), доктора технических наук, старшего научного сотрудника Фархадова Маиса Паша Оглы на диссертацию Фёдоровой Екатерины Александровны «Исследование математических моделей RQ-систем в условии большой загрузки», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Актуальность. В связи с активным развитием информационных технологий большое значение приобретают исследования различных систем массового обслуживания с повторными вызовами, являющихся адекватными математическими моделями сетей мобильной связи, call-центров, телекоммуникационных систем, управляемых протоколами случайного множественного доступа.

Следует отметить, что системы массового обслуживания с повторными вызовами (RQ-системы) – новые модели теории массового обслуживания и наиболее исследованы RQ-системы с простейшим входящим потоком и экспоненциальным законом обслуживания. Многочисленные исследования телекоммуникационных потоков показали существенную неадекватность модели пуассоновского потока реальным данным.

Таким образом, диссертационная работа Фёдоровой Е.А., посвященная исследованию различных систем с повторными заявками, в том числе и с входящим MMPP-потоком, является актуальным научным исследованием.

Характеристика диссертационной работы по главам.

В первой главе предлагается развитие метода асимптотического анализа для исследования систем с повторными вызовами в условиях большой загрузки. Исследуется RQ-система $M|M|1$ и RQ-система $MMPP|GI|1$. Доказано, что для рассматриваемых RQ-систем асимптотическая характеристическая функция распределения вероятностей числа заявок в источнике повторных

вызовов имеет вид характеристической функции гамма-распределения (параметры которой связаны соотношением, $\alpha=1+\frac{1}{\sigma b}\beta$ где b – среднее время обслуживания заявок) и определяются ее параметры.

Во второй главе предлагается расширение области применимости исследований в виде разработки метода асимптотического анализа второго порядка для исследования RQ-систем в условии большой загрузки. Для каждой из рассматриваемых систем сформулированы и доказаны теоремы о виде асимптотической характеристической функции распределения вероятностей числа заявок в источнике повторных вызовов.

В третьей главе предложены методы квазигеометрической и гамма аппроксимаций, основанные на известных моментах первого и второго порядков распределения вероятностей в RQ-системах. Проведено численное сравнение результатов аппроксимаций с допредельным распределением. Выполнен анализ применимости методов и составлена таблица принятия решения о выборе типа аппроксимации в зависимости от параметров системы.

В четвертой главе предложены численные алгоритмы исследования систем с повторными вызовами, в том числе «мегаматричный» метод вычисления распределения вероятностей числа заявок в источнике повторных вызовов в RQ-системе MMPP|M|1, и описаны программы, реализующие асимптотические методы, разработанные автором.

Полученные в диссертации результаты обобщают ранее известные, и существенно развивают теорию случайных процессов и теорию массового обслуживания.

Новизна результатов проведенных исследований. Новизна результатов диссертационной работы Фёдоровой Е.А. заключается в том, что:

- впервые получены «квaziточные» формулы для вычисления начальных моментов в RQ-системах с входящим MMPP-потокom;
- разработана специальная модификация метода асимптотического анализа, а также методы гамма и квазигеометрической

аппроксимаций для исследования RQ-систем в условии большой загрузки, с помощью которых выполнено исследование RQ-систем различной сложности (в том числе с входящим MMPP-потокком и неэкспоненциальным обслуживанием заявок на приборе), что позволяет применить полученные результаты к оптимизации реальных процессов, возникающих в телекоммуникационных системах;

- впервые предложены квазигеометрическая и гамма аппроксимации распределения вероятностей числа заявок в ИПВ («источник повторных вызовов»), что позволило расширить область применимости исследований не только для систем с большой загрузкой, но и для неперегруженных систем.

Достоверность полученных результатов подтверждается строгими математическими выкладками, проведенными в работе с использованием математического аппарата теории вероятностей и случайных процессов, численных методов, теории дифференциальных уравнений и др., а также согласованностью результатов диссертации с результатами, полученными ранее другими учеными для некоторых частных случаев.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в развитии направления теории массового обслуживания, посвященного исследованию RQ-систем, а именно – развитие асимптотических методов анализа RQ-систем в условии большой загрузки. Описанные в диссертации методы существенно расширяют круг решаемых задач, позволяя использовать результаты диссертационной работы для построения и анализа математических моделей реальных сетей сотовой связи, различных информационно-коммуникационных систем, управляемых протоколами случайного множественного доступа.

Полнота опубликования результатов работы. Все основные результаты диссертации были опубликованы в 23 работах, в том числе имеется 5 научных публикаций в журналах, рекомендованных ВАК. Основные

результаты диссертации неоднократно докладывались на международных и всероссийских конференциях и встретили одобрение не только российских, но и зарубежных специалистов в области теории массового обслуживания.

Содержание автореферата достаточно полно отражает диссертационную работу.

Замечания. В ходе ознакомления с диссертацией возникли следующие замечания:

1. Не всегда строго определены границы применимости моделей и методов.

2. Недостаточно ясно определены некоторые качественные показатели систем с повторными заявками.

3. В конце автореферата желательно было бы привести в явном виде основные научные и практические результаты работы.

Указанные недостатки не являются определяющими и не оказывают существенного влияния на научную и практическую значимость полученных в диссертации результатов.

Общее заключение.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научная проблема по исследованию RQ-систем, являющихся математическими моделями реальных телекоммуникационных систем, call-центров, сетей сотовой связи и др. Совокупность разработанных новых моделей и методов применимы для исследования систем с повторными заявками в условиях большой загрузки, внедрение которых вносит вклад в развитие науки. А также имеет важное социально-экономическое значение.

Полученные результаты соответствуют п.2 «Развитие качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей», п. 4 «Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента», п. 6 «Разработка новых математических методов и алгоритмов проверки адекватности математических моделей

объектов на основе данных натурального эксперимента» паспорта специальности 05.13.18. – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Диссертационная работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, а Фёдорова Е.А. заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент,
заведующий лабораторией
автоматизированных систем массового
обслуживания и обработки сигналов
ИПУ РАН (Москва),
доктор технических наук,
старший научный сотрудник



Фархадов Маис Паша Оглы

Фархадов Маис Паша оглы, д.т.н. по специальности – 05.13.15
«Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети»,
E-mail: mais@ipu.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН,
Адрес: 117997, Москва, ул. Профсоюзная, дом 65,
тел. +7 495 334 8910, e-mail: snv@ipu.ru, Сайт: www.ipu.ru

27 февраля 2015 г.



Фархадов Маис Паша Оглы