

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Измайловой Яны Евгеньевны

«Исследование математических моделей RQ-систем с вытеснением заявок», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Актуальность темы

Модели RQ-систем могут быть использованы в качестве моделей реальных информационных систем и сетей связи. В литературе, касающейся изучения систем с повторными вызовами предлагаются математические модели, в которых не присутствует эффект вытеснения в то время как в реальных технических системах данный факт наблюдается.

Таким образом, диссертационная работа Измайловой Я.Е., посвященная исследованию математических моделей RQ-систем с вытеснением заявок является актуальным научным исследованием.

Содержание работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения. Общий объем работы 148 страниц, список литературы включает 105 наименований.

Во введении описана актуальность работы, поставлены цели и задачи, теоретическая и практическая значимость изложена.

В первой главе исследуются RQ-системы $M|GI|1$ с вытеснением заявок. Для RQ-систем $M|GI|1$ и экспоненциальной задержкой заявок в ИПВ найдена пропускная способность данной системы. Разработан численный алгоритм нахождения двумерного стационарного распределения вероятностей числа заявок на орбите и состояний прибора. Система исследована методом асимптотического анализа в предельном условии большой задержки заявок в источнике повторных вызовов. Получена асимптотическая характеристическая, которая позволяет найти аппроксимацию второго порядка распределения вероятностей числа заявок в ИПВ. Получена функция, с помощью которой построена аппроксимация третьего порядка.

RQ-система $M|GI|1$ с вытеснением заявок и гиперэкспоненциальным распределением времени между повторами обращения заявок из ИПВ также

исследована методом асимптотического анализа. Показано, что асимптотическая характеристическая функция имеет вид двумерного нормального распределения с параметрами, определенными в диссертации.

Во второй главе, с помощью метода асимптотического анализа в предельном условии большой задержки, выполнена диффузионная аппроксимация распределения вероятностей числа заявок в источнике повторных вызовов.

Получена локальная диффузионная аппроксимация распределения вероятностей числа заявок в источнике повторных вызовов с коэффициентами переноса и диффузии, определенными в диссертации. Локальная диффузионная аппроксимация позволяет получить аппроксимацию распределения, полученного реализацией численного алгоритма, в окрестностях каждой из точек стабилизации, то есть как гауссовская и аппроксимации третьего порядка применяется в случае, когда график распределения вероятностей является одномодальным. Используя локальную диффузионную аппроксимацию, было получено распределение, которое позволяет получить глобальную диффузионную аппроксимацию исходного распределения вероятностей. С помощью глобальной диффузионной аппроксимации удастся выполнить аппроксимацию исходного распределения вероятностей, полученного реализацией численного алгоритма, в случае, когда график распределения вероятностей является двумодальным.

В третьей главе проводится исследование RQ-системы $M^{(2)} | B(x)^{(2)} | 1$ с g -настойчивым вытеснением альтернативных заявок и двумя источниками повторных вызовов методом асимптотического анализа в предельном условии большой задержки. Исследование RQ-системы выполнено предлагаемым методом асимптотического анализа в условии большой задержки.

В четвёртой главе представлены численные результаты исследований, и примеры для различных функций распределения времени обслуживания и различных интенсивностях входящего потока. В первой главе показано, что пропускная способность RQ-системы может принимать конечное ненулевое значение, равняться нулю или быть неограниченной, то есть равняться бесконечности. В качестве примера времени обслуживания была рассмотрена взвешенная сумма гамма и экспоненциального распределений, так как при определенных значениях параметров, она охватывает все случаи пропускной

способности. Был приведен численный анализ RQ-системы типа $M | GI | 1$ с вытеснением заявок в условии конечной ненулевой пропускной способности системы. Выполнен численный анализ RQ-системы с вытеснением заявок в условии неограниченной пропускной способности. Проведен численный анализ RQ-систем с вытеснением заявок и ограничением на объем ИПВ. Определена область стабильного функционирования нестационарных RQ-систем с вытеснением заявок. Также в Главе 4 приведены примеры численной реализации диффузионной аппроксимации. Показано, что эта аппроксимация является точной, так как значение величины, равной расстоянию Колмогорова для функций распределения, при указанных в диссертации значениях параметров составляет 0,03. Представлено описание комплекса проблемно-ориентированных программ и алгоритмов расчетов характеристик, исследуемых процессов. Выполнено имитационное моделирование RQ-систем типа $M^{(2)} | B(x)^{(2)} | 1$ с вытеснением альтернативных заявок и типа $M | GI | 1$ с гиперэкспоненциальной задержкой заявок в ИПВ и вытеснением заявок. Также проведена оценка области применимости асимптотических результатов.

В Заключении сформулированы основные результаты и выводы, полученные в диссертации.

Научная новизна диссертации заключается в:

- построении математических моделей RQ-систем с вытеснением заявок пуассоновским входящим потоками экспоненциальной задержкой заявок в ИПВ, RQ-систем $M | GI | 1$ с вытеснением и гиперэкспоненциальной задержкой заявок в источнике повторных вызовов, RQ-систем с двумя входящими потоками и вытеснением альтернативных заявок;
- модификации метода асимптотического анализа в предельном условии большой задержки заявок в ИПВ для исследования, предложенных систем;
- модификации метода асимптотического анализа для RQ-системы с вытеснением заявок и экспоненциальной задержкой заявок в ИПВ для нахождения диффузионной аппроксимации распределения вероятностей числа заявок в ИПВ и состояний прибора;
- разработки комплекса проблемно-ориентированных программ и алгоритмов для имитационного моделирования и численного анализа RQ-систем с вытеснением заявок.

Обоснованность результатов, выводов и рекомендаций

подтверждается строгими математическими выкладками, корректным использованием математического аппарата теории вероятностей, теории случайных процессов, дифференциального и интегрального исчисления. Достоверность научных результатов подтверждается численным анализом, совпадением результатов, полученных разными методами.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в построении математических моделей RQ-систем с вытеснением заявок и разработке методов их исследования. Предложенные в диссертации модели могут быть применены для анализа реальных объектов в областях телекоммуникации, сетей связи, транспорте. Полученные формулы и разработанные алгоритмы могут быть использованы для расчета вероятностно-временных характеристик систем. Разработанные в диссертации методы расширят круг решаемых задач в области теории массового обслуживания.

Полнота опубликования результатов работы

Основное содержание диссертации отражено в 21 печатной работе, из которых 3 статьи в журналах из перечня российских рецензируемых журналов, 3 печатные работы входят в базы цитирования SCOPUS и Web of Science, 15 в сборниках материалов конференции.

Замечания по диссертации:

1. При численной реализации в диссертации полагается, что число заявок на орбите не может быть более некоторого конечного числа N , в то время как в теории рассматриваются с неограниченным числом заявок на орбите. Каким образом выбирается значение N ?
2. Почему в численных примерах диффузионной аппроксимации выбрано другое распределение, а не такое как при гауссовской? Для чего интенсивность входящего потока задана с точностью до четырех знаков?
3. Хотелось бы получить интерпретацию факта, установленного в диссертации, что пропускная способность S равна бесконечности.
4. Почему на с 114 в Таблице 4.4 пропущены значения?

Несмотря на вышеуказанные замечания, хочу отметить высокий уровень математической подготовки автора и ее умение использовать различные методы исследования.

Общее заключение

Диссертационная работа Измайловой Яны Евгеньевны на тему «Исследование математических моделей RQ-систем с вытеснением заявок» является законченным научно-квалифицированным трудом, посвященным решению актуальной научной задачи. Автореферат полно и точно отображает содержание диссертации. Основное содержание диссертации достаточно полно отражено в публикациях и апробировано на международных и всероссийских научно-практических конференциях.

На основании вышесказанного считаю, что диссертационная работа Измайловой Яны Евгеньевны удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент,
доктор физико-математических наук,
05.13.01- Системный анализ,
управление и обработка информации
(в отраслях информатики, вычислительной техники и автоматизации),
доцент, федеральное государственное
автономное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский
Томский политехнический университет»,
кафедра высшей математики, профессор



Рожкова Светлана Владимировна

«27» марта 2017 г.

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://tpu.ru>

E-mail: rozhkova@tpu.ru

Подпись профессора Рожковой С.В. заверяю
Ученый секретарь ТПУ

