

Отзыв официального оппонента

на диссертацию Попова Валентина Геннадьевича на тему: «Разработка модели контакт-центра с учетом дифференциации по типам доступа» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Актуальность темы диссертационного исследования

Контакт-центры прошли эволюцию от узкоспециализированных телефонных справочных служб до мультиканальных платформ, обеспечивающих взаимодействие с клиентами через голосовые вызовы, чаты, мессенджеры и автоматизированные системы самообслуживания. Эта трансформация порождает ряд нетривиальных научно-технических проблем, среди которых ключевое место занимает совместная обработка разнородных типов запросов в условиях ограниченных ресурсов.

Файловые запросы заслуживают особого внимания, так как обладают принципиально иной природой по сравнению с голосовыми вызовами. Они часто поступают группами, имеют случайный размер, а их полезность может быстро снижаться со временем (что характеризуется как «старение» информации). Большинство классических моделей теории телетрафика игнорируют эти особенности или рассматривают файловые запросы как обычные пуассоновские заявки, что приводит к заниженной оценке требуемых ресурсов.

Также, внедрение чат-ботов и голосовых помощников создает гибридную архитектуру, где автоматизированная обработка первого этапа взаимодействует с операторами. При этом чат-боты имеют собственные ограничения с точки зрения ресурса. Отсутствие моделей, одновременно учитывающих эти ограничения и гетерогенность потоков, приводит к неэффективному планированию: либо перерасходу средств на персонал, либо недопустимому росту потерь и времени ожидания.

С учетом продолжающейся цифровизации экономики и роста доли обращений в сервисных центрах телекоммуникационных, финансовых и транспортных компаний, диссертационная работа Попова В.Г. является актуальной.

Структура и основные результаты работы

Структура работы включает введение, четыре раздела, заключение, библиографический список из 120 источников и два приложения. Полный объем диссертации составляет 142 страницы, содержит 27 рисунков и одну таблицу.

Введение включает обоснование актуальности темы, постановку цели и перечень решаемых задач, описание новизны и практической значимости, а также перечень положений и ключевых результатов, выносимых на защиту.

Первая глава содержит развернутый анализ архитектур современных контакт-центров, их структурных элементов и ключевых показателей качества обслуживания (QoS). Автор систематизирует проблемы, возникающие при совместной обработке голосовых и файловых запросов, среди которых: несбалансированность ресурсов, недостаточная адаптация к пиковым нагрузкам, ограниченная интеграция автоматизации и т.д.

Вторая глава посвящена модели контакт-центра с ограниченными ресурсами чат-бота. В отличие от упрощенных представлений, где чат-бот рассматривается как канал с бесконечной пропускной способностью, автор вводит ограничения на число одновременно обрабатываемых сессий и вычислительные ресурсы, в качестве которых могут выступать виртуальный центральный процессор vCPU, память и т.д. Построен марковский процесс, получены аналитические выражения для интенсивностей потоков и переходов между этапами обслуживания, а также потерь запросов. Важно отметить, что модель учитывает то, что поступающие запросы могут

отличаться по сложности и иметь разную вероятность перенаправления к операторам.

Третья глава посвящена модели, в которой чат-бот выполняет роль предварительного фильтра. Он не имеет собственных ресурсных ограничений, а лишь с заданной вероятностью полностью обрабатывает запрос либо передаёт его оператору. Особенность этой модели заключается в том, что автоматизированное обслуживание рассматривается как «бесконечный» ресурс, что позволяет оценить возможный эффект от внедрения чат-бота без учёта его вычислительных лимитов.

В четвертой главе представлена модель совместного обслуживания голосовых и файловых запросов с учетом группового поступления файлов случайного объема, буфера ожидания, экспоненциального закона «старения» информации и приоритета файлов при распределении операторов. Составлена система уравнений равновесия, разработан рекурсивный алгоритм её решения для вычисления стационарных вероятностей модели и оценки характеристик её функционирования. Проведены соответствующие численные эксперименты.

Заключение содержит краткие итоги проведённого исследования, а также перечень ключевых теоретических и практических достижений.

Научная новизна

1. Предложена математическая модель, описывающая смешанную обработку голосовых вызовов и файловых запросов в контакт-центре. Модель учитывает ключевые особенности современных информационно-справочных систем. Среди них можно выделить поступление файлов группами со случайным размером, наличие очереди для файловых запросов и ограничение на время актуальности информации («старение» данных).

2. Разработан рекурсивный вычислительный алгоритм для анализа характеристик разработанной модели. Алгоритм позволяет эффективно

определять ключевые показатели качества обслуживания, такие как вероятность потерь для голосовых и файловых запросов, влияние объёма буфера ожидания на уровень потерь, рациональное соотношение между числом операторов и мест в очереди, а также выгоду от приоритизации файловых запросов при наличии ожидания. Алгоритм базируется на решении системы уравнений равновесия с помощью рекуррентных соотношений между вероятностями состояний модели.

3. Разработан метод определения необходимой численности операторов, основанный на использовании автоматизированных систем (чат-ботов) для снижения нагрузки. Он позволяет аналитически обосновать сокращение операционных затрат, связанное с уменьшением штата операторов, при условии обеспечения заданного уровня сервиса.

Достоверность и обоснованность полученных результатов

Полученные результаты являются достоверными и обоснованными, что обусловлено корректным применением аппарата теории телетрафика, теории вероятностей и теории массового обслуживания.

Практическая ценность

Разработанные модели позволяют проектировщикам и администраторам справочно-информационных служб количественно оценивать требуемое число операторов в зависимости от доли голосовых и файловых запросов и группового характера их поступления. Также предложен метод расчета размера буфера ожидания для файлов с учетом ограниченного времени актуальности, что минимизирует потери ценной информации. Кроме того, показано, что внедрение чат-бота, даже с ограниченными ресурсами, дает измеримый экономический эффект за счет сокращения числа операторов. Наконец, автором сформулированы

рекомендации по выравниванию потерь между голосовыми и файловыми запросами путем изменения дисциплины обслуживания или числа каналов. Все результаты доведены до конкретных инженерных расчетных методик, что подтверждено актами о внедрении в ООО «НТЦ АРГУС» и в учебный процесс МТУСИ.

Апробация работы

Результаты исследования представлены на международных и всероссийских научно-технических конференциях. По материалам диссертации опубликовано 9 печатных работ, включая 2 статьи в изданиях из перечня ВАК, 4 в журналах, индексируемых Scopus, а также получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Указанные публикации и апробация на конференциях подтверждают достаточную степень обсуждения и признания полученных результатов.

Замечания по диссертационной работе

1. Рассмотренные в диссертационной работе модели не учитывают такую важную особенность современных справочно-информационных служб как разделение операторов по квалификации. Сегодня чат-боты в контакт-центрах могут направлять клиентские запросы напрямую операторам, обладающим соответствующими навыками. Учёт данной особенности мог бы сделать результаты более приближенными к практике.

2. Автор обошел вниманием такой фактор, как наличие повторных запросов и их влияние на формирование нагрузки, поступающей в контакт-центр.

3. Во втором разделе для решения системы уравнений равновесия используется итерационный метод Гаусса-Зейделя. Его выбор недостаточно обоснован, кроме того, следовало бы привести сравнение данного метода с другими и показать его преимущество.

4. Было бы полезно провести практические эксперименты с использованием имитационного моделирования или машинного обучения для подтверждения соответствия разработанных моделей реальным контакт-центрам.

5. В ряде разделов работы присутствуют опечатки, стилистические неточности, пропущенные знаки препинания.

Заключение

Представленная Поповым В.Г. диссертация на тему «Разработка модели контакт-центра с учетом дифференциации по типам доступа» является законченным научным трудом, выполненным автором лично и отличающимся глубокой проработкой теоретического материала. В ходе исследования найдено решение актуальной научной проблемы, предложены и изучены математические модели контакт-центра, в которых отражены следующие особенности: дифференциация по видам доступа, совместное обслуживание голосовых вызовов и файловых запросов, групповое поступление данных, учет «старения» информации в файловых запросах, а также интеграция чат-ботов.

Диссертационное исследование Попова В.Г. полностью соответствует области исследований, определённой паспортом специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций по пунктам: №1 «Разработка, и совершенствование методов исследования, моделирования и проектирования сетей, систем и устройств телекоммуникаций», №5 «Исследование путей совершенствования управления информационными потоками», №6 «Развитие и разработка новых методов доступа абонентов к ресурсам сетей, систем и устройств телекоммуникаций». Представленные в работе материалы в полной мере раскрывают содержание диссертации.

Таким образом, работа является завершённым научным трудом и удовлетворяет критериям, установленным п. 9 «Положения о присуждении


учёных степеней» постановление Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. для кандидатских диссертаций. Автор работы, Попов Валентин Геннадьевич, заслуживает присуждения искомой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Официальный оппонент,


Росляков Александр Владимирович,

доктор технических наук, 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций, профессор, 443010, г. Самара, ул. Льва Толстого, 23, a.roslyakov@psuti.ru.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», заведующий кафедрой сетей и систем связи.


А.В. Росляков
20 апреля 2026 г.

Я, Росляков Александр Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Попова Валентина Геннадьевича, и их дальнейшую обработку.


А.В. Росляков
20 апреля 2026 г.

