

## Отзыв

научного руководителя на диссертационную работу Степанова Михаила Сергеевича на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 — Системы сети и устройства телекоммуникаций на тему: «Разработка и анализ обобщённой модели обслуживания вызовов в перспективных контакт-центрах»

**Структура диссертационной работы.** Диссертационная работа содержит введение, 4 главы, заключение, список литературы из 106 наименований. Основные результаты изложены на 146 страницах. Имеются также два приложения на 7 страницах.

Во введении в соответствии с требованиями к квалификационной работе изложены актуальность темы исследования, степень разработанности темы, цели и задачи работы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методы исследования, основные положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов.

В первой главе дан анализ работ, выполненных по тематике исследования, детальный анализ работы контакт-центров, поставлены задачи диссертационного исследования.

Во второй главе выполнено построение обобщённой математической модели контакт-центра, введены показатели качества обслуживания поступающих заявок, рассмотрены частные случаи модели.

Третья глава посвящена оценке показателей качества обслуживания заявок. В рамках поставленной задачи разработаны точные методы решения поставленной задачи, рассмотрена рекурсивная схема расчётов, выполнен численный анализ сходимости рекурсии.

В четвёртой главе разработана процедура расчёта модели, основанная на применении асимптотических значений характеристик, полученных при стремлении к бесконечности длины интервала времени между последовательными повторными попытками одного абонента. Построенная обобщённая модель относится к классу структурно-сложных моделей, поэтому для получения приближенных алгоритмов использован метод декомпозиции, а для оценки точности алгоритмов использовалась обобщённая модель. Разработанные алгоритмы использовались для оценки требуемых по интенсивности нагрузки числа линий доступа и операторов.

**Актуальность темы диссертации.** Стремительное развитие инфокоммуникационных технологий способствовало снижению стоимости аппаратных и программных средств контакт-центров, но при этом постоянно растёт доля заработной платы операторов в операционных расходах на их содержание.

Основными требованиями к современным контакт-центрам являются: обеспечение высокого качества обслуживания абонентов, особенно в условиях чрезвычайных ситуаций; обеспечение предварительного голосового обслуживания абонентов с помощью автоинформаторов (IVR); разделение персонала, обслуживающего абонентов, на операторов и консультантов; возможность обслуживания потока повторных заявок в условиях чрезвычайных ситуаций; возможность обслуживания заявок, поступающих по каналам Интернет. В предшествующих научных работах учитывались отдельные из этих требований. Учёт всех требований в одной математической модели обусловил актуальность темы диссертации.

**Целью диссертационной работы** являлась разработка математической модели, учитывающей совместное влияние всех основных факторов, определяющих функционирование контакт-центра, а также исследование степени влияния отдельных факторов на качество обслуживания абонентов с целью разработки приближенных методов оценки требуемых ресурсов – линий доступа, а также числа рабочих мест операторов и консультантов.

**Основные новые научные результаты:**

- с использованием аппарата марковских процессов построена обобщённая модель обслуживания заявок в контакт-центре, учитывающая три этапа обслуживания заявок (IVR, операторы и консультанты), наличие ограничения на время пребывания заявки на ожидании, возможность повторения заблокированной заявки;
- в рамках поставленной задачи построена система уравнений статистического равновесия и разработан алгоритм её решения;
- получены соотношения между основными параметрами модели, предложены формулы для косвенной оценки величины интенсивности поступления первичных вызовов в потоке из первичных и повторных вызовов;
- разработаны приближенные процедуры расчёта основных характеристик обобщённой модели с применением асимптотических значений характеристик и с декомпозицией обобщённой модели;

– предложена двухэтапная процедура расчёта числа операторов и линий доступа. Качество обслуживания оценивается долей потерянных заявок и средней величиной задержки начала обслуживания.

**Практическая значимость работы.** Получены программные реализации разработанных в диссертации алгоритмов, на основании которых предложена методика оценки необходимого числа операторов в справочно-информационных службах. Методика использована в ПАО МГТС, что подтверждено соответствующим актом. Отдельные результаты диссертации использованы в учебном процессе на кафедре Сетей связи и систем коммутации МТУСИ.

**Степень достоверности и апробации результатов.** Достоверность результатов подтверждается корректным применением аппарата марковских процессов, проведением численных расчётов, реализацией результатов с последующими измерениями на реальных контакт-центрах.

Результаты работы докладывались на научно-технических конференциях «Телекоммуникационные и вычислительные системы» (Москва, 2009 – 2015 гг.), на отраслевых научно-технических конференциях «Технологии информационного общества» (Москва, 2009-2014 гг.), Всероссийских конференциях с международным участием «Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем» (Москва, 2012, 2015 гг.), на кафедре Сети связи и системы коммутации МТУСИ.

Результаты работы опубликованы в 18 печатных работах, в том числе 7 – в рецензируемых периодических изданиях, входящих в перечень ВАК. Из 18 печатных работ 13 – без соавторов.

Первые работы в соавторстве Степанов М.С. опубликовал, будучи студентом. Общая продолжительность исследований по теме диссертации заняла 7 лет. В процессе обучения в аспирантуре Степанов М.С. показал себя самостоятельным исследователем, способным ставить и решать достаточно сложные задачи из области телекоммуникаций, проявил высокую активность и заинтересованность в достижении конечных результатов, продемонстрировал хорошее владение современным математическим аппаратом и умение применять полученные теоретические результаты при выполнении расчетов на ЭВМ. Работа, содержащая отдельные результаты диссертации, была отмечена грамотой Президиума центрального совета РНТОРЭС имени А.С. Попова на Всероссийском конкурсе научных работ студентов по радиоэлектронике и связи за 2010 год. Степанов М.С. также был награжден именной стипендией компании Huawei за успехи в учебной и

профессиональной деятельности за 2014 год. После окончания работы над диссертацией Степанов М.С. продолжает исследования и публикацию результатов по тематике контакт-центров.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций (пункты 4, 5, 12 и 14).

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Считаю, что диссертационная работа соответствует требованиям ВАК к кандидатским диссертациям и Степанов Михаил Сергеевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Заведующий кафедрой «Сети связи и системы коммутации» МТУСИ, к.т.н., профессор

 Пшеничников А.П.  
21.03.2016 г.

Ордена Трудового Красного Знамени федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский технический университет связи и информатики» (МТУСИ). Адрес: ул. Авиамоторная, д.8а, Москва, 111024.

Пшеничников Анатолий Павлович, заведующий кафедрой «Сети связи и системы коммутации», к.т.н. по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций, профессор, Заслуженный работник связи Российской Федерации, телефон: 8-916-677-86-68, e-mail: pshenichnikov@mtuci.ru.

Подпись Пшеничникова А.П. заверяю.

Учёный секретарь Учёного совета МТУСИ



Т.В. Зотова