

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 55.2.002.01
НА БАЗЕ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СВЯЗИ И
ИНФОРМАТИКИ» (подведомственного Министерству цифрового
развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации)
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело N _____

Решение диссертационного совета от 20.05.2026 г. N 159 о присуждении гражданину(ке) *Попову Валентину Геннадьевичу* ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация *«Разработка модели контакт-центра с учетом дифференциации по типам доступа»* по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций принята к защите «26» февраля 2026 г., протокол №147 диссертационным советом 55.2.002.01 на базе ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики» (далее МТУСИ), Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, 111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8а, Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 244/нк от 03 марта 2016 г., изменения в составе утверждены Приказами Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 37/нк от 30.01.2019, № 599/нк от 15.10.2020, №804/нк от 16.12.2020 г., № 331/нк от 12.04.2021г., № 679/нк от 24.06.2022г., № 1215/нк от 12.10.2022г., № 29/нк от 20.01.2025 г., №433/нк от 26.05.2025 г., №910/нк от 25.09.2025, №36/нк от 26.01.2026

Соискатель Попов Валентин Геннадьевич «05» октября 1997 года рождения, в 2025 году окончил аспирантуру МТУСИ по направлению подготовки 11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи». Кандидатские экзамены сданы в МТУСИ (имеется справка о сдаче экзаменов, выданная в 2025 году). Работает в ООО "ИТ1-РЕШЕНИЯ", Старшим программистом.

Диссертация выполнена на кафедре «Сети связи и системы коммутации» (переименована 02.04.2026 в «Интеллектуальные сетевые и облачные технологии») МТУСИ.

Научный руководитель – Степанов Михаил Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Сети связи и системы коммутации» (переименована 02.04.2026 в «Интеллектуальные сетевые и облачные технологии») МТУСИ.

Официальные оппоненты:

1. **Росляков Александр Владимирович** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Сети и системы связи» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики» (ФГБОУ ВО ПГУТИ).

2. **Гайдамака Юлия Васильевна** – доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры «Теория вероятностей и кибербезопасности» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы» (ФГАОУ ВО РУДН).

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» (далее ФГБОУ ВО СПбГУТ), г. Санкт-Петербург в своем положительном заключении, подписанном А.С.А. Мутханна, доктором

технических наук, профессором, профессором кафедры Сетей связи и передачи данных и А.Н. Волковым, доктором технических наук, доцентом кафедры Сетей связи и передачи данных, указала, что диссертация имеет значение для развития телекоммуникационных систем, теории телетрафика и систем массового обслуживания.

Соискатель имеет 9 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 9 работ, из них 2 - работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК, 4 работы, индексируемые в международной базе SCOPUS и 2 публикации в других индексируемых научных журналах и изданиях, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Основные публикации:

1. Stepanov, M.S. The developing of chatbot for university and college admission / M.S. Stepanov, V.G. Popov, N.K. Fedorova, F.S. Kroshin // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2022. – Т. 16. – № 10. – С. 51–56 (личный вклад автора – 70%).
2. Popov, V.G. An overview of models for contact center resource planning / V.G. Popov, M.S. Stepanov // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2024. – Т. 18. – № 10. – С. 55–63 (личный вклад автора – 60%).
3. Ndimumahoro, F. Using the Principles of Mobile Systems Modeling for LoRaWAN Characteristics Estimation / F. Ndimumahoro, M.S. Stepanov, A.R. Muzata, D. Tammam, V.G. Popov // 2022 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on-Board Communications. – 2022. – P. 1–8, doi: 10.1109/IEEECONF53456.2022.9744363 (личный вклад автора – 40%).
4. Stepanov, M.S. The Automation of Client Servicing in University and College Admission Office / M.S. Stepanov, V.G. Popov, N.K. Fedorova, F.S. Kroshin, A.R. Muzata // 2023 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on-Board Communications. – 2023. – Vol. 6. –

- No. 1. – P. 454–460, doi: 10.1109/IEEECONF56737.2023.10092103 (личный вклад автора – 70%).
5. Shishkin, M.O. The Impact of Omnichannel Architecture on Customer Service Characteristics in Modern Contact Centers / M.O. Shishkin, M.S. Stepanov, F.S. Kroshin, V.G. Popov, E.E. Malikova // 2024 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on-Board Communications. – 2024. – Vol. 7. – No. 1. – P. 1–6, doi: 10.1109/IEEECONF60226.2024.10496803 (личный вклад автора – 45%).
 6. Popov, V.G. Construction and Analysis of a Model for Servicing Voice Requests and Files in Modern Contact Centers / V.G. Popov, M.S. Stepanov, Do Xuan Thu, S.N. Stepanov, V.I. Korotkova // 2025 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on-Board Communications. – 2025. – P. 1–8, doi: 10.1109/IEEECONF64229.2025.10948083 (личный вклад автора – 75%).
 7. Попов, В.Г. Использование чат-бота для повышения эффективности работы приемной комиссии университета / В.Г. Попов, М.С. Степанов // Сборник трудов Международной научно-технической конференции «Телекоммуникационные и вычислительные системы». – 2022. – С. 191–194 (личный вклад автора – 60%).
 8. Степанов, М.С. Разработка функциональной модели контакт-центра с использованием комбинированного обслуживания / М.С. Степанов, В.Г. Попов, Н.К. Федорова // Сборник трудов XVI Международной отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества 2022». – 2022. – С. 49–51 (личный вклад автора – 70%).
 9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025689936 Российская Федерация. Программа для вычисления характеристик омниканального контакт-центра, обслуживающего разнородные типы запросов, с учетом использования чат-бота / Попов В.Г., Степанов М.С., Степанов С.Н.; правообладатель ФГБОУ ВО

«Московский технический университет связи и информатики». № 2025686770; заявл. 07.10.2025; зарегистрир. 01.11.2025 (личный вклад автора – 75%).

Недостовверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, отсутствуют.

На диссертацию и автореферат поступило 10 положительных отзывов от официальных оппонентов Рослякова Александра Владимировича, Гайдамаки Юлии Васильевны, ведущей организации ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», ФГАОУ ВО «Научно-исследовательский институт «Высшая школа экономики», ООО «Фирма «СВЕТЕЦ», ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», ООО «НТЦ АРГУС», ФГБУН «Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова» РАН, ООО «Протей СТ», ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО».

Были отмечены следующие недостатки:

1. В диссертации следовало бы рассмотреть, каким образом в разработанных моделях контакт-центров можно учесть возможность осуществления исходящих звонков, поскольку операторы, освобождённые от обработки рутинных запросов, могли бы выполнять данный тип задач.

2. Во всех трех моделях, предложенных автором, случайные величины, определяющие функционирование рассматриваемых систем, имеют экспоненциальное распределение с соответствующим параметром. Было бы полезно оценить это предположение на соответствие реальной практике обслуживания запросов в контакт-центрах. Например, средствами имитационного моделирования.

3. Текст первого раздела выглядит избыточным и мог бы быть сокращен, например, за счет описания стандартных моделей (в частности, моделей Эрланга).

4. В диссертационной работе присутствуют опечатки и стилистические ошибки.

5. 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.

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

7. 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.

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

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

10. Литературный обзор по теме диссертационной работы выполнен на достаточном уровне, чтобы обосновать актуальность работы и отличие ее результатов от известных результатов других авторов. Обзор мог быть расширен за счет работ по системам с повторными вызовами российских и зарубежных авторов, включая Фалин Г.И., Назаров А.А., Wilkinson R.I., Cohen J.W., Artalejo J. R.

11. В диссертационной работе недостаточно полно отражена верификация разработанных моделей. Упоминается, что численные результаты согласуются с ожидаемым поведением системы, однако

отсутствует прямое сравнение с результатами имитационного моделирования или с данными, полученными на реальных контакт-центрах. Такое сравнение повысило бы убедительность полученных выводов.

12. В разделах 2-4 диссертационной работы среди прочих показателей качества обслуживания клиентов получены аналитические выражения для вероятностей потери клиентского запроса по той или иной причине. На схемах системных моделей контакт-центров (рис. 2.1, 3.1, 4.1) и описывающих их математических моделей (рис. 2.2, 3.2, 4.2) желательно показать пунктирными стрелками и подписать вероятности потери клиентского запроса по каждой из возможных причин.

13. В моделях разделов 2 и 3 вероятности поступления запроса каждой категории (p_1, \dots, p_n) и вероятности успешного завершения обслуживания запроса каждой категории на этапе чат-бота (f_1, \dots, f_n) предполагается заданными. Желательно уточнить, как получить эти значения.

14. В разделе 3, где разработан алгоритм нахождения минимального числа операторов контакт-центра, желательно строго сформулировать задачу оптимизации – целевая функция, ограничения.

15. В разделе 4, посвященном совместному обслуживанию голосовых и файловых запросов, вводится предположение об экспоненциальном распределении времени устаревания информации. В тексте не обсуждается, насколько это допущение соответствует реальным условиям функционирования контакт-центров, где время актуальности файлов может определяться детерминированными или иными законами распределения.

16. Также в четвертом разделе приоритет в обслуживании отдается файловым запросам. Было бы полезно привести примеры из практики, которые обосновывали бы указанное предположение.

17. В работе имеется ряд опечаток и стилистических неточностей. Например, для исчисляемых существительных желательно вместо термина

«количество» использовать термин «число» - «число операторов», «число мест ожидания» и т.п.

18. Из графиков видно, что введение буфера ожидания снижает потери файлов, но увеличивает потери голосовых запросов. Было бы целесообразно дополнить исследование анализом чувствительности этих показателей к изменению приоритетов обслуживания, чтобы определить область компромиссных значений, удовлетворяющих требованиям качества для обоих типов трафика.

19. В тексте автореферата отсутствует оценка вычислительной сложности разработанных алгоритмов. Данная информация могла бы быть полезной для потенциальных пользователей разработанного программного обеспечения.

20. На рис.1 и рис.2 перепутаны обозначения вероятностей f_i — следует поменять вероятности f_i , на $1 - f_i$, и наоборот, $1 - f_i$, на f_i , $i = 1, \dots, n$.

21. В модели раздела 2 не введен параметр c , а также указано, что w — длина очереди, т.е. случайная величина (СВ), хотя это — максимальное значение длины очереди (емкость буферного накопителя (БН)), что следует из формулы (1) и задания $w=5$ в численном примере на стр.12 автореферата.

22. В модели раздела 2 судя по формуле (3) рассматривается случай ухода из очереди БН (нежелание клиента ждать), лишь когда БН полностью занят. Следует пояснить, в таком случае, зачем вводится интенсивность σ выхода из очереди, поскольку не рассмотрен случай частичной занятости буферного накопителя.

23. Следует пояснить, что имел в виду диссертант в модели раздела 2 на стр.11 в утверждении, что все СВ, реализованные в модели, имеют экспоненциальное распределение, и как это распространяется на СВ $i_k(t)$, $i(t)$?

24. В модели раздела 3 следовало бы описать процесс обслуживания на первом этапе чат-ботом, а также детально раскрыть отличие второй

модели от первой. Два графика рисунка 4 следовало бы изобразить на одном для простоты сравнения.

25. Следует объяснить следующий факт: в модели раздела 4 на стр.16 автореферата указано, что $b=v+w$, а в численном эксперименте на стр.19 приняты противоречащие этому значения $b=3$ и $v=20$, при изменении w от 0 до 10.

26. Автор во всех моделях использует пуассоновские потоки, никак не комментируя их выбор. Также следовало бы обосновать выбор экспоненциального распределения для описания времени обслуживания и времени ожидания.

27. На стр 10 при описании четвертого раздела утверждается, что «Время обслуживания у робота моделируется с помощью случайной величины ξ с функцией распределения $B(x)$ и средним значением h . Но в этом случае исследуемый процесс немарковский? В автореферате не приведены системы уравнений равновесия для искомого распределения вероятностей, поэтому сложно оценить правильность выводов. Не понятно, как влияет значение среднего времени обработки чат-ботом на характеристики система.

28. В работе используются вероятностные характеристики входных потоков, однако из автореферата неясно, насколько предложенные модели устойчивы к возможной нестационарности реальной нагрузки и каким образом можно адаптировать разработанные алгоритмы для работы в условиях изменяющейся интенсивности.

29. Из текста автореферата не вполне ясно, каким образом учитывается взаимодействие между различными типами запросов при распределении ресурсов контакт-центра, и как выбранные приоритеты обслуживания влияют на показатели качества для каждого типа трафика.

30. При описании разработанных моделей было бы полезно привести качественное обоснование границ применимости предложенных алгоритмов, в частности, зависимость вычислительной сложности от структурных

параметров системы — числа операторов, размера буфера, количества категорий запросов.

31. При построении моделей используется предположение о независимости входящих потоков голосовых и файловых запросов. В реальных системах эти потоки могут быть коррелированы, например, в периоды рекламных кампаний или чрезвычайных ситуаций. Хотелось бы понять, насколько критично данное допущение и существуют ли пути его ослабления в рамках предложенного подхода.

32. Оформление, используемое в Рисунке 5, затрудняет его восприятие. Следовало выбрать другую цветовую гамму и сделать шрифт крупнее.

33. На странице 10 вводится гипотеза о пуассоновском потоке запросов. Эта гипотеза подтверждается результатами измерений трафика, поступающего в контакт-центры?

34. Для формулы (6) на странице 18 следовало бы привести ограничение на суммируемые величины, так как формально результат (доля потерянных запросов) может стать больше единицы.

35. В автореферате следовало бы более подробно обосновать выбор экспоненциального распределения для описания времени обслуживания и времени ожидания, поскольку для файлового трафика и процессов взаимодействия с чат-ботами реальные распределения могут иметь иную форму. Целесообразно оценить чувствительность полученных результатов к отклонениям от принятых допущений.

36. Из текста автореферата не вполне ясно, каким образом разработанные модели могут быть адаптированы для учета повторных обращений клиентов, которые являются характерной особенностью реальных контакт-центров и могут существенно влиять на нагрузку системы.

37. При описании разработанных алгоритмов было бы полезно привести качественное сравнение их вычислительной эффективности с

известными подходами к решению подобных задач, что позволило бы более наглядно продемонстрировать преимущества предложенных методов.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты и представители ведущей организации имеют значительное количество публикаций, близких к теме диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– Разработана математическая модель совместного обслуживания голосовых и файловых запросов в контакт-центре, учитывающая особенности современных справочно-информационных систем: групповое поступление файлов случайного размера, возможность ожидания обслуживания для файлов и время старения информации;

– Разработан рекурсивный алгоритм для оценки характеристик модели, позволяющий эффективно вычислять ключевые показатели качества обслуживания, таких как, доля потерянных голосовых и файловых запросов, зависимость потерь файлов от размера буфера ожидания, оптимальное соотношение между числом операторов и местами ожидания, а также эффект приоритетности файлов при использовании механизма ожидания;

– Разработан подход к оценке числа операторов контакт-центра, основанный на внедрения автоматизации для снижения нагрузки;

– Разработаны практические рекомендации по применению модели для решения задач и планирования ресурсов контакт-центра, включая определение минимально необходимого числа операторов, мест ожидания, оценку влияния чат-ботов на снижение нагрузки и создание условий для дифференцированного обслуживания запросов.

Теоретическая значимость исследования обоснована разработкой семейства моделей контакт-центра учитывающая дифференциацию по типам доступа, совместное обслуживание голосовых и файловых запросов, группового характера поступления файлов, ограниченности ресурсов,

возможности ожидания запроса в очереди, старения передаваемой информации, автоматизированного обслуживания (чат-бот), а также разработкой алгоритмов оценки ключевых показателей качества обслуживания.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что основные результаты диссертации использованы в учебном процессе на кафедре «Сети связи и системы коммутации» (переименована 02.04.2026 в «Интеллектуальные сетевые и облачные технологии») МТУСИ и внедрены в компании ООО «НТЦ АРГУС», что подтверждается актами о внедрении.

Достоверность результатов диссертационной работы обеспечивается использованием корректных математических методов теории телетрафика, совпадением результатов, полученных аналитическими расчетами и численным моделированием, а также апробацией основных результатов на профильных научных конференциях и их публикацией в рецензируемых изданиях.

Личный вклад соискателя состоит в апробации результатов исследования в научно-исследовательских и педагогических процессах, выполнении аналитического обзора состояния вопроса, построении математических моделей контакт-центра с дифференциацией по типам доступа и автоматизированным обслуживанием, выводе систем уравнений равновесия и аналитических выражений для ключевых характеристик качества обслуживания, разработке рекурсивных алгоритмов численной оценки характеристик, проведении численных экспериментов и анализе полученных результатов, формулировании практических рекомендаций по планированию ресурсов контакт-центров.

Диссертация Попова Валентина Геннадьевича является научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научной задачи – разработки и анализа семейства математических моделей современного многоканального контакт-центра, позволяющая оценивать

ключевые показатели качества обслуживания и обосновывать эффективное распределение ресурсов для повышения производительности и снижения операционных затрат.

По новизне, уровню научной проработки и практической значимости полученных результатов работа отвечает требованиям п.п. 9-10 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013г. № 842, а ее автор Попов Валентин Геннадьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

На заседании «20» мая 2026 г. диссертационный совет принял решение присудить Попову Валентину Геннадьевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного электронного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 10 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 18, против 1.

Председатель
диссертационного совета



[Signature]
А.С. Аджемов

Ученый секретарь
диссертационного совета

[Signature]
М.В. Терешонок

Заключение совета составлено «20» мая 2026 г.