

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ПГУТИ

доктор технических наук, профессор

Мишин Д.В.

2021 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
на диссертацию Мохаммеда Омара Ахмеда Абдулвасеа
«Разработка метода повышения пропускной способности системы экстренных служб»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

1. Актуальность темы исследования

Общая тенденция централизации ресурсов экстренных служб в рамках «Системы 112» и единых дежурно-диспетчерских служб разного назначения способствует переводу этих служб на новый, более высокий технологический уровень для повышения качества обслуживания экстренных вызовов.

Вместе с тем, обеспечение устойчивой работы экстренных служб при возникновении чрезвычайных ситуаций (ЧС) представляет собой сложную задачу. Объем возникающего трафика экстренных вызовов в зоне ЧС может в несколько раз превышать проектную пропускную способность центра обслуживания вызовов (ЦОВ-ЧС).

Необходимость ограничения трафика экстренных вызовов, обсуждается в работах таких ученых как А. К. Леваков и Н. А. Соколов. Возможно направление значительной части экстренных вызовов в систему интерактивного голосового меню. Проблематика такой маршрутизации исследуется в работах ряда отечественных и зарубежных ученых. Недостатком указанных подходов является возможность утраты контроля над развитием ЧС, а также развитие паники среди населения.

В диссертационной работе Мохаммеда Омара Ахмеда Абдулвасеа предлагается минимизировать воздействие перегрузки ЦОВ-ЧС путем направления избыточного трафика к другим ЦОВ, объединенным в систему экстренных служб. Таким образом, если в момент поступления экстренного вызова все операторы ЦОВ-ЧС будут заняты, то такой вызов может передаваться на обслуживание операторам другого ЦОВ экстренных служб, который не испытывает перегрузок в текущий момент времени.

Современные средства управления потоками трафика позволяют регулировать распределение избыточного трафика между ЦОВ экстренных служб. В диссертации исследованы возможности использования различных методов управления потоками вызовов, которые рекомендованы МСЭ-Т, применительно к управлению потоками экстренных вызовов.

Исследование характеристик работы системы экстренных служб позволило учесть особенности распределения трафика при разработке математической модели,

Вход. № 37/21
«16» 04 2021.
подпись

описывающей ее функционирование. Автором разработаны рекомендации по использованию комбинации методов управления трафиком с учетом особенностей построения системы экстренных служб и особенностей использования объединенного ресурса операторов. Разработанный в диссертации метод повышения пропускной способности системы экстренных служб позволяет решать широкий перечень задач по выбору структуры, конкретных методов управления и маршрутизации трафика экстренных вызовов.

Новой задачей исследований является обеспечение оперативного контроля за развитием ситуации в зоне ЧС средствами профессиональной радиотелефонной связи с привлечением беспилотных летательных аппаратов. Актуальны разработанные рекомендации по использованию режимов дуплекса и полудуплекса, по передаче мультимедийного трафика.

Таким образом, тема диссертационной работы Мохаммеда О.А.А. является актуальной и вносит вклад в теорию и практику построения экстренных служб связи на базе современных инфокоммуникационных технологий.

2. Структура и основные результаты работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка литературы и семи приложений.

Во **введении** обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследования, определены научная и практическая ценность работы, описана структура диссертации.

В **первом разделе** проведен сравнительный анализ вариантов организации системы экстренных служб, систематизированы методы расчета ее пропускной способности. Разработаны функциональные модели перенаправления избыточной нагрузки в системе экстренных служб, учитывающие особенности таких методов управления потоками трафика как: метод управления маршрутом SKIP, применяемый для распределения избыточного трафика между ЦОВ системы учетом емкости и доступности операторских подсистем; метод управления трафиком ORR, который предлагается применять для формирования цепочек маршрутизации избыточного трафика.

Впервые вводится понятие «оперативный резерв рабочих мест операторов», который будет доступен только для жителей конкретной зоны (района) обслуживания. Цель формирования такого резерва - сохранение высокого качества обслуживания жителей, в которые направляется избыточный трафик от ЦОВ-ЧС.

Во **втором разделе** рассматриваются возможности применения метода RDA, широко используемого в теории телетрафика, для оценки устойчивости ЦОВ-ЧС и всей системы экстренных служб в целом к перегрузкам.

Метод RDA позволяет оценить характеристики потока избыточного трафика на выходе ЦОВ-ЧС, и сравнивать варианты его распределения между ЦОВ, объединённых в систему экстренных служб.

Формализованное представление системы экстренных служб в виде совокупности систем массового обслуживания (СМО) выполнено с привлечением метода декомпозиции. Автором разработаны программы, позволившие при помощи метода итерации решать систему уравнений равновесия, связывающих ненормированные вероятности состояний системы.

В частности, разработана диаграмма переходов случайного процесса, описывающего динамику изменения состояний модели с резервированием ресурса

рабочих мест операторов в каждом из ЦОВ системы. Имеется упоминание, что схожая модель была предложена Степановым С.Н. для систем мобильной связи с учетом эстафетной передачи вызовов. К исследованию систему экстренных служб такой подход применен впервые.

Рассмотрен вариант использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) как средства защиты от перегрузок. Оценку дополнительного ресурса каналов БПЛА в системе TETRA предлагается производить на основании метода RDA. Используется возможность предоставления БПЛА статуса направления связи. На него может направляться избыточный трафик (вызовы) от базовых станций системы TETRA.

Третий раздел посвящен исследованию подходов к эффективному использованию ресурсов системы обслуживания экстренных вызовов. Целью исследований является выявление наиболее перспективного и эффективного варианта организации обслуживания избыточного трафика, который позволит обеспечить хорошее качество обслуживания вызовов и уменьшить влияние перегрузок в режиме ЧС. Впервые введено и используется понятие «коэффициент потенциальной устойчивости ЦОВ ЧС к перегрузкам».

Проведенные расчеты на ЭВМ и исследование возможностей оперативного управления трафиком в системе экстренных служб позволили сравнить различные методы управления трафиком, а также оценить потенциальную устойчивость системы экстренных служб к перегрузкам с учетом возможности исключения ЦОВ из цепочки маршрутизации. Установлено, что крупные центры обслуживания вызовов в большей степени подвержены снижению потенциальной устойчивости при уменьшении числа доступных ЦОВ, но обладают большей устойчивостью к перегрузкам в ЧС.

Исследованы особенности использования ресурсов выделенного ЦОВ оперативного реагирования (ЦОВ ОР), на который могут направляться избыточные вызовы от различных ЕДДС в режиме ЧС. Целью организации ЦОВ ОР обработка поступающей информации в случае возникновения ЧС в одном или в нескольких районах.

Исследована организации центра реагирования, ресурсы которого распределены по отдельным центрам обслуживания вызовов. Для описания его функционирования использованы результаты расчетов по методу RDA, а также результатами оценки влияния оперативного резерва.

Для проведения аналитических расчетов характеристик обслуживания вызовов в радиоинтерфейсе базовой станции стандарта TETRA была разработана программа, позволяющая учесть групповой характер поступления и обслуживания вызовов. Результаты расчетов представлены в виде графиков и таблиц с учетом различного соотношения в общем потоке дуплексных, полудуплексных и мультимедийных вызовов. Исследован вариант использования БПЛА в качестве дополнительного ресурса для повышения пропускной способности радиоинтерфейса базовых станций системы TETRA.

В **четвертом разделе** диссертации представлены основные результаты работы. Разработаны рекомендации по организации функционирования системы экстренных вызовов с учетом выделения оперативного резерва.

Предложена оригинальная методика объединения ресурсов центров обслуживания вызовов в систему экстренных служб позволяющая по известному числу ЦОВ, ресурс которых объединяется в систему взаимопомощи, и заданному коэффициенту устойчивости к перегрузкам производить оценку необходимого числа рабочих мест в центрах обслуживания экстренных вызовов.

Разработан оригинальный метод объединения и эффективного использования ресурсов системы экстренных служб. Исходными позициями для реализации метода

являются следующие факторы: наличие материально -технического ресурса; определение числа ЦОВ экстренных служб в системе; наличие данных статистики по экстренным службам данного региона или территориального образования, характеризующих трафик экстренных служб (в том числе, предполагаемый уровень трафика в режиме ЧС). Основной функционал метода включает 6 этапов.

Для перспективного варианта организации системы экстренных служб было выполнено моделирование процесса обслуживания вызовов с учетом выделения оперативного резерва. Результаты проведенного моделирования показали совпадение с результатами аналитических расчетов с привлечением метода RDA с доверительной вероятностью 0,95.

В заключении сформулированы основные результаты диссертации.

3. Научная новизна работы

Научная новизна результатов исследования состоит в следующем.

Исследование методов распределения избыточного трафика позволило сопоставить варианты объединения ресурса центров обслуживания вызовов в систему экстренных служб с позиции повышения пропускной способности в режиме ЧС.

Разработан метод повышения пропускной способности системы экстренных служб в режиме ЧС, предполагающий объединение операторских подсистем и учитывающий наличие оперативного резерва.

Разработана математическая модель функционирования системы профессиональной радиотелефонной связи, позволяющая учесть использование БПЛА в качестве дополнительного ресурса, а также особенности предоставления канального ресурса при полудуплексной, дуплексной и мультимедийной связи;

4. Теоретическая значимость работы заключается в разработке математической модели, позволяющей учесть влияние на пропускную способность системы экстренных служб особенностей управления избыточным трафиком, различных подходов к формированию цепочки маршрутизации, формирования оперативного резерва операторов, возможности привлечения ресурсов сторонних операторов связи

5. Практическая значимость работы заключается в следующем:

разработана методика, позволяющая оценить потенциальную устойчивость ЦОВ-ЧС к перегрузкам с учетом емкости операторских подсистем и числа центров обслуживания экстренных вызовов в системе;

разработаны рекомендации по комбинированному использованию методов управления избыточным трафиком;

разработаны рекомендации по использованию БПЛА и частотного ресурса системы TETRA для организации эффективного взаимодействия спасательных служб при ликвидации последствий ЧС.

6. Личный вклад

Все результаты, сформулированные в основных положениях, выносимых на защиту, получены автором самостоятельно. Из работ, опубликованных в соавторстве, в диссертацию включена та их часть, которая получена автором лично.

7. Достоверность результатов, полученных в ходе работы над диссертацией, обеспечена корректностью применения выбранных математических методов и

подтверждается соответствием результатов, полученных путем аналитических расчетов и моделирования на ЭВМ.

8. Методология и методы исследования

В работе использованы методы теории телетрафика, теории вероятности и статистического моделирования.

9. Апробация и публикация результатов

По материалам исследования всего опубликовано 15 научных трудах. Основные результаты диссертационной работы изложены: в 4 статьях, в журнале T-COMM - рецензируемом издании из списка ВАК при Минобрнауки РФ; в одной статье в журнале SUNHROINFO JOURNAL – INSTITUTE OF RADIO AND INFORMATION SYSTEMS - IRIS (Австрия); две статьи в журнале «Методические вопросы преподавания инфокоммуникаций в высшей школе», входящем в систему РИНЦ; одна статья в сборнике, индексируемом Scopus. Из 15 публикаций 6 опубликованы без соавторов. Материалы диссертации были изложены и одобрены на пяти научно-технических конференциях.

10. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Основные результаты и выводы диссертации рекомендуется использовать в работе «Системы 112» и аналогичных служб в Российской Федерации и за рубежом, и, в частности, – для организации работы службы спасения в Республике Йемен, а также в учебном процессе при подготовке выпускных квалификационных работ бакалавров и магистерских диссертаций.

11. Соответствие положений, выносимых на защиту, выбранной специальности

Выносимые на защиту положения диссертационной работы соответствуют формуле специальности «05.12.13. Системы, сети и устройства телекоммуникаций», в части утверждения:

«Комплексное решение научных и технических проблем, задач и вопросов организации сетей, систем и устройств телекоммуникаций состоит в создании новых принципов и методов информационного обмена...».

Положения относятся к определённым в паспорте специальности 05.12.13 областям исследований, а именно: «Исследование путей совершенствования управления информационными потоками»; «Разработка методов эффективного использования сетей, систем и устройств телекоммуникаций в различных отраслях народного хозяйства».

12.Замечания по диссертационной работе

1. Один из вариантов построения системы экстренных служб предполагает использование «центра оперативного реагирования» (стр.76). Перспективность и возможность использования ЦОВ ОР отражены в ряде документов МСЭ-Т и правительства РФ. Автор впервые исследовал возможность исключения из системы взаимопомощи части операторов в каждом из центров обслуживания экстренных вызовов, они получили название «оперативный резерв». Во избежание неправильного толкования следует использовать название «резерв операторов».

2. Автором использовал при статистическом моделировании массивы данных

разного назначения, подробное описание которых приведено в начале Приложения 6. Поскольку – это оригинальный и новый подход, можно было бы представить описание структуры массивов в основной части работы, например – в подразделе 4.4.2. И в то же время, описание известного метода итерации и последовательности выполнения итерационных шагов при решении системы уравнений равновесия из подраздела 2.2.2 можно было бы перенести в соответствующее приложение.

3. Отмечаем недостатки в оформлении диссертационной работы (возможно, связанную с тем, что соискатель – иностранец, гражданин Республики Йемен), а именно: название подразделов 3.6.1 и 3.6.3 дано с маленькой буквы; в названии подраздела 4.4.2 два слова отображены слитно; на стр.110 в словах «символ е» допущен перенос одной буквы «е» на новую строку.

13. Общее заключение по диссертационной работе

Перечисленные замечания не снижают ценность и положительную оценку выполненной диссертационной работы. Диссертационная работа Мохаммеда Омара Ахмеда Абдулвасаеа обладает целостностью и научной новизной и удовлетворяет требованиям ВАК при Минобрнауки России, предъявляемым к квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук и соответствует пунктам 4 и 12 паспорта специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Автор диссертации Мохаммед Омар Ахмед Абдулвасаеа заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Отзыв обсужден на расширенном заседании (с привлечением членов диссертационного совета) кафедры «Сети и системы связи» Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики 14 апреля 2021года, протокол № 4.

Заведующий кафедрой «Сети и системы связи»
доктор технических наук, профессор
(специальность 05.12.13)
«14» апреля 2021 года


Росляков Александр Владимирович

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Поволжский государственный университет телекоммуникаций
и информатики»
Адрес: 443910, г. Самара, ул. Льва Толстого, 23
Сайт: <http://www.psuti.ru> Телефон +7-846-333-58-56
E-mail: info@psuti.ru

Собственноручную (ые) подпись (и) 	
заверяю: начальник ОДО ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»  И.В. Волкова	
_____ 20 ____ г.	