

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Левакова Андрея Кимовича «Модели и принципы функционирования
сети связи следующего поколения в чрезвычайных ситуациях»,
представленную на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 05.12.13 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

Актуальность темы диссертации

Модернизация сетей связи общего пользования осуществляется на основе концепции построения сети связи следующего поколения (Next Generation Network, NGN). Данная концепция обеспечивает возможность предоставления пользователям широкого набора как традиционных, так и новых услуг с требуемым качеством и реализуется за счет унификации сетевых решений на базе открытых стандартов путем построения универсальной сетевой инфраструктуры.

Вместе с тем в настоящее время важной задачей является обеспечение качества обслуживания и устойчивости функционирования (надежности, живучести) сети NGN в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС). Существенными характеристиками ЧС, оказывающими влияние на функционирование сети NGN, являются возможности выхода из строя узлов связи и телекоммуникационного оборудования, сокращение доступных сетевых ресурсов, возрастание объемов передачи информации, в том числе критически важной для ликвидации последствий ЧС. В соответствии с этим при ликвидации последствий ЧС может существенным образом меняться порядок обслуживания мультисервисного трафика. Это требует уточнения существующих моделей обслуживания мультисервисного трафика с учетом особенностей функционирования сети NGN в условиях ЧС.

Таким образом, тема диссертационного исследования Левакова Андрея Кимовича является актуальной и практически значимой. Она направлена на решение важной народно-хозяйственной задачи, заключающейся в разработке моделей и принципов функционирования сети NGN в чрезвычайных ситуациях.

Экз. № 186/18
«11» 2018 г.
Подпись

Структура диссертации и основные результаты

Диссертация включает введение, пять глав, заключение, список литературы из 259 источников, список сокращений и три приложения. Общий объем диссертации составляет 305 страниц.

Первая глава включает описание архитектуры сетей связи на основе концепции NGN, преимуществ по возможности передачи мультисервисного трафика на основе технологии коммутации пакетов и недостатков данной технологии, обусловленных возможным снижением качества обслуживания и надежности (на этапе сосуществования сетей старого и нового поколения с коммутацией каналов и коммутацией пакетов), угрозами информационной безопасности. На основе концепции NGN рассмотрены процессы конвергенции, интеграции и консолидации сетей, важные с точки зрения обеспечения качества обслуживания и надежности данных сетей, особенно, в условиях ЧС.

Проведен анализ стратегий и сценариев перехода к NGN, обеспечивающих возможность решения задач формирования принципов функционирования сети NGN в условиях ЧС или разработки принципов перехода к NGN, обеспечивающих функционирование сети, как в штатных условиях эксплуатации, так и при ЧС.

В общем виде представлена модель сети NGN, обеспечивающая возможность взаимоувязанного решения научных задач двух классов: исследования процессов обслуживания мультисервисного трафика, а также обеспечение надежности и живучести сети в условиях ЧС. В соответствии с этим формализуется задача разработки моделей обслуживания трафика для ЧС, которая для различных уровней иерархии сети NGN, а также масштабов последствий ЧС учитывает необходимость обеспечения норм качества обслуживания на основе:

- восстановления связности и/или пропускной способности сети, в том числе с использованием резервных элементов;
- изменения дисциплины обслуживания: ограничения поступающего трафика и обеспечения гарантированности (приоритетности) доставки критически важной для ликвидации последствий ЧС информации.

Вторая глава посвящена исследованию вопросов надежности и живучести сети NGN в условиях ЧС. С этой целью предлагается использовать комплекс моделей на основе применения теории графов, случайных графов и гиперсетей, позволяющих адекватно описывать

процессы функционирования сети NGN и ее компонентов на различных этапах развития ЧС. Определен перечень показателей надежности и структурной надежности, а также требований (норм) к ним, обеспечивающих описание сети в условиях ЧС.

На основе теории надежности показано, что высокая надежность и живучесть сети NGN в условиях ЧС, может быть обеспечена за счет применения:

- интеллектуальных шлюзов, обеспечивающих резервирование контроллеров сети;
- кольцевых структур в магистральной части сети и кольцевых структур и беспроводных средств в сети доступа.

Представлены соответствующие примеры расчетов, учитывающие как взаимодействие пользователей сети NGN между собой, так и с дежурно-диспетчерскими службами.

Для описания разрушающих воздействий на сеть NGN, возникающих при ЧС, представлена соответствующая геометрическая модель, обеспечивающая их оценку на наихудший случай. Данная модель позволяет определить состав резервных средств (электроснабжения, беспроводной связи и др.) и обобщенную методику их применения для восстановления сети с учетом приоритетов восстановительных работ для различных компонентов сети NGN.

Третья глава посвящена разработке моделей узлов коммутации (УК) сети NGN для условий ЧС. В частности, разработаны общие подходы к моделированию УК сети NGN. Показано, что использование пуассоновских потоков дает существенные погрешности моделирования. На основе этого предложен комплекс приближенных моделей УК сети NGN, обеспечивающий возможность учета:

- произвольных распределений входящих потоков, задаваемых на ограниченном (бета-распределение) и неограниченном (распределение Вейбулла с «тяжелым хвостом») интервале времени;
- постоянного (равномерно распределенного) времени обслуживания пакетов;
- конечного и бесконечного объема буфера УК;
- обслуживания трафика с приоритетами (относительные приоритеты для критичного и некритичного для ликвидации последствий ЧС трафика), ограничением неприоритетного трафика.

Представленные модели УК сети NGN позволяют, в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т, определять основные показатели качества обслуживания мультисервисного трафика: задержку, джиттер задержки и потери пакетов, особенно, в условиях высокой загрузки, характерной для ЧС, а также характеристики выходящих из УК потоков.

Для проверки качества и дополнения приближенных аналитических моделей разработана имитационная модель, которая показала достаточную точность полученных результатов. При этом модель УК на основе распределения входящих потоков, задаваемом на ограниченном интервале времени, и конечной очереди дает верхнюю границу оцениваемых показателей качества (на наихудший случай).

Также предложен способ обслуживания трафика Центра обработки вызовов в Системе 112, который обеспечивает заданное качество обслуживания пользователей в условиях ЧС на основе разделения операторов Центра на две группы или применения поочередного обслуживания пользователей, расположенных на территории ЧС и в границах зоны обслуживания Центра, всеми операторами.

Четвертая глава на основе метода аналогий, сценарного подхода содержит оценку изменений параметров трафика в сети NGN в условиях ЧС с целью последующего определения его объема, приоритетности и возможных ограничений по передаче. При этом показано, что частота возникновения ЧС и масштабы последствий изменяются в широких пределах.

Модель сети NGN представляется многофазной системой массового обслуживания (СМО), для которой с учетом разработанных в третьей главе моделей УК получены основные показатели качества доставки трафика на сетевом уровне (задержки, потери пакетов). Для наиболее типичного частного случая, предполагающего отказ одного узла в маршруте доставки трафика, представлен уточненный метод расчета верхней и нижней границы джиттера задержки пакетов. Для этого использована модель многофазной СМО, в том числе с произвольными входящими потоками и с отказом (перегрузкой) одного из элементов. Разработанная имитационная модель показала достаточную точность и общность полученных результатов.

Для модели многофазной СМО также разработана методика оценки параметров входящего потока транзитного УК, основанная на гипотезе о сходимости к пуассоновскому потоку большого числа независимых произвольных потоков пакетов (исследуемых в третьей главе), что в целом

позволяет рассчитать необходимые показатели качества обслуживания трафика сети NGN между терминалами пользователей. Разработанная имитационная модель также показала достаточную точность полученных результатов.

На основе анализа общих подходов к ликвидации последствий ЧС предложены решения по классификации (приоритезации), нормированию и декомпозиции требований показателей качества обслуживания трафика сети NGN для условий ЧС.

В пятой главе осуществлена формальная постановка задачи на синтез сети NGN для условий ЧС на основе формирования связанной структуры графа (в том числе с использованием резервных средств) и обеспечения требуемых (нормируемых) показателей качества обслуживания мультисервисного трафика.

Для обеспечения качества обслуживания трафика в УК сети NGN предлагается использовать косвенные методы ограничения трафика на основе средств специализированного массового оповещения в сетях звукового и телевизионного вещания, фиксированной и мобильной связи, Интернет, а также прямые методы, включающие:

- ограничения передачи трафика, не критичного для ликвидации последствий ЧС;
- ограничения времени разговора в зависимости от загрузки УК;
- введения пауз с регулируемой длительностью между обслуживанием вызовов, поступающих в УК с одного терминала.

Для предлагаемых методов ограничения трафика в УК определены параметры просеянного потока, представлены соответствующие аналитические выражения и алгоритмы обработки трафика, проверена их корректность и эффективность на основе имитационного моделирования.

Разработан алгоритм обеспечения связности сети NGN в условиях ЧС на основе поиска минимальной остовной гиперсети с заданной степенью связности, который относится к классу NP-полных задач. Оценен экономический эффект от внедрения предлагаемых научно-технических предложений, направленных на применение в составе сети NGN интеллектуальных шлюзов и алгоритмов управления трафиком в условиях ЧС. Определены направления дальнейших исследований для совершенствования функционирования сети NGN в условиях ЧС.

В целом представленные в диссертации научно-технические результаты определяют основные принципы функционирования сети NGN в условиях ЧС. Это свидетельствует о достижении поставленной цели исследований и решении важной народно-хозяйственной задачи, обеспечивающей повышение устойчивости функционирования сети NGN и системы управления органов государственной власти субъектов Российской Федерации в условиях ЧС.

Приложения включают сведения о внедрении полученных научно-практических результатов, статистические данные о измерении мультисервисного трафика, результаты моделирования многолинейных СМО при введении пауз между попытками вызовов.

Научная новизна результатов диссертации

Научной новизной обладают следующие результаты:

- принципы модернизации сетей связи общего пользования на основе концепции NGN и принципы обеспечения качества и надежности функционирования сети NGN в условиях чрезвычайных ситуаций;

- комплекс алгоритмов и методик, обеспечивающих изменение дисциплины обслуживания УК (Центров обслуживания вызовов Системы-112), включая ограничения поступающего трафика, обеспечение приоритетности доставки критически важной для ликвидации последствий ЧС информации, а также обеспечения связности сети NGN, в том числе с использованием резервных элементов;

- комплекс математических моделей УК и сети NGN (в виде однофазных и многофазных систем массового обслуживания), обеспечивающих определение показателей качества их функционирования в условиях, характерных для ЧС, в том числе с произвольным распределением входящих потоков, задаваемым на ограниченном интервале времени;

- уточненный метод расчета характеристик надежности сети NGN в условиях ЧС, с учетом использования резервных средств и интеллектуальных шлюзов, обеспечивающих резервирование контроллеров сети.

Практическая ценность результатов диссертации

Практическая ценность результатов диссертации заключается в том, что разработаны:

- научно обоснованные направления создания и развития сети NGN, обеспечивающие ее функционирование в условиях ЧС;

- алгоритмы ограничения трафика, позволяющие в условиях практической эксплуатации в ЧС управлять ресурсами узлов коммутации для обеспечения заданных норм качества обслуживания;

- предложения по применению интеллектуальных шлюзов для обеспечения надежности сети NGN в условиях ЧС.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций диссертации

Теоретические положения диссертации основаны на математических моделях, адекватно отражающих процессы функционирования сети NGN и ее компонентов в условиях ЧС. Полученные аналитические соотношения базируются на положениях теории вероятностей, массового обслуживания, надежности и подтверждаются результатами имитационного моделирования. Допущения и ограничения, принятые в работе, обоснованы. Список использованной литературы отражает хороший уровень проработки известных результатов в данной области, диссертационная работа содержит необходимые ссылки на заимствованные материалы.

Результаты исследований соискателя докладывались на российских и международных семинарах и конференциях, реализованы как вклад в 13-ю исследовательскую комиссию Международного союза электросвязи. Они представлены в монографии, а также более чем в 30 работах, которые опубликованы в рецензируемых изданиях из перечня ВАК при Минобрнауки России. Текст автореферата отражает основное содержание работы.

Замечания по диссертации

1. Представленный во второй главе комплекс моделей описания процессов функционирования сети NGN в условиях ЧС возможно формализовать и структурировать в виде обобщенного метода, определяющего последовательность решения научных и практических задач с целью восстановления структуры и качества обслуживания сети NGN.

2. Представленные в третьей главе аналитические модели УК сети NGN в условиях ЧС не позволяют получить в общем виде показатели качества обслуживания для приоритетного и неприоритетного трафика.

3. Не показана оптимальность предлагаемого способа обслуживания трафика центра обработки вызовов в Системе 112.

4. Аналитические модели СМО, используемые на различных этапах исследований, не достаточно согласованы между собой, так в п. 3.6 и 4.4 диссертации для определения параметров распределения трафика на выходе

УК используются модели СМО с постоянным временем обслуживания пакетов, в п. 4.3 для определения показателей качества обслуживания трафика используются модели многофазных СМО с показательным временем обслуживания пакетов.

5. В п. 4.4 при построении сетевых моделей недостаточно обоснован выбор модели простейших потоков пакетов при их объединении в транзитных УК, с учетом полученных в п. 3.6 решений относительно произвольных распределений выходных потоков пакетов в УК и счетным (по ограниченному числу инцидентных ребер) количеством объединяемых в транзитном УК таких потоков.

6. Не достаточно корректным является утверждение относительно сходимости к пуассоновскому потоку совокупности объединяемых самоподобных потоков (описываемых распределением с «тяжелыми хвостами»), так как свойство самоподобия потоков сохраняется при любых операциях с потоками в сети (просеивание, суммирование и др.).

7. При моделировании УК и сети NGN (п. 3, 4) используются модели СМО с бесконечным буфером, что снижает точность оценок задержки и джиттера задержки пакетов в условиях перегрузок УК, характерных для ЧС.

8. В диссертации присутствует многократное использование одинаковых обозначений различных переменных в формулах, что затрудняет понимание работы.

Заключение

Диссертация Левакова Андрея Кимовича является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне. В диссертации, на основании выполненных автором исследований, разработаны теоретические положения, совокупность которых можно классифицировать как решение научной проблемы, имеющей важное политическое, социально-экономическое, культурное или хозяйственное значение, направленной на разработку моделей и принципов функционирования сети NGN в условиях чрезвычайных ситуаций.

Результаты исследований достаточно полно представлены в публикациях соискателя и соответствуют паспорту специальности 05.12.13 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций». Выявленные недостатки не носят принципиального характера и не снижают общей положительной оценки работы, ее теоретической и практической значимости.

На основании вышеизложенного считаю, что представленная диссертация соответствует требованиям п.п. 9, 10, 11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор, Леваков Андрей Кимович, достоин присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.12.13 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Официальный оппонент:

сотрудник Академии Федеральной службы

охраны Российской Федерации

доктор технических наук,

старший научный сотрудник

«15» ноября 2018 года

Константин Иванович Сычев

Подпись Сычева К. И. удостоверено
временным исполняющим обязанности
начальника кадрового аппарата



А. А. Проскурин

Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации»

Адрес: 302015, г. Орёл, ул. Приборостроительная, д. 35

Сайт Академии: www.academ.msk.rsnet.ru

Телефон официального оппонента: 8-486-254-96-09, 8-910-203-79-84

E-mail официального оппонента: sychev-k@mail.ru