

ОТЗЫВ НАУЧНОГО КОНСУЛЬТАНТА

на диссертацию Тулякова Юрия Михайловича «РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.12.04. - Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

Объектом исследования в диссертационной работе являются сети и системы передачи данных подвижной наземной связи и в том числе системы радиовызова, методы кодирования и формирования радиосигналов, методы повышения надежности передачи данных и способы использования этих систем и сетей для экстренного оповещения населения.

Безусловным требованием этих исследований явилось проведение анализа и обобщенной оценки существующих методов и характеристик передачи данных во всевозможных системах подвижной наземной связи с изысканием способа оценки территориальной информатизации населения.

Среди этих систем особенно место занимают системы персонального радиовызова, принципы построения которых можно рассматривать как базовые для адресной радиопередачи данных. Поэтому исследования характеристик и определение методов формирования радиосигналов, структурного синтеза таких систем (от локальных до межгосударственных) и их взаимодействия с телефонными сетями общего пользования имеют практическое и научное значение. При этом теоретически важным исследованием является аналитическая оценка помехоустойчивости и кодирования сигналов при особенностях работы таких систем, когда требования к вероятности пропуска вызова значительно выше требований к вероятности пропуска вызова. Также важно решение проблем, подтверждения приема сигналов радиовызова.

Для разработки, внедрения и оценки систем подвижной связи необходимо знание трафика доступа к ним и параметры скорости, объемов передаваемых данных

и возможной временной их динамики в зависимости от абонентской емкости таких систем. Решение этих задач производится на основании статистического анализа указанных параметров. При этом подлежат также исследованию методы повышения скорости передачи данных и увеличения зоны действия базовых станций таких систем.

Особым значением для подвижной наземной связи является определение характеристик распространения радиоволн и радиопомех, особенно в условиях города. Уточнение этих характеристик и дополнение их оценками затухания уровня радиоволн при проникновении их в помещения зданий позволяют с большей точностью решать задачи территориального планирования систем подвижной связи и дать оценку качеству связи действующих систем.

Одним из основных параметров систем подвижной связи является надежность связи и ее изменения в зоне действия систем, т.е. «пространственная (территориальная) надежность». Для ее определения необходимо обоснование решения многопараметрической задачи с использованием как энергетических характеристик системы, помехоустойчивости передачи сигналов, так и характеристик распространения радиоволн с учетом радиопомеховой обстановки. Такое многопараметрическое решение позволяет характеризовать «пространственную надежность при заданной помехоустойчивости». Особую важность при этом является определение зависимости надежности от расстояния до базовой станции, которая в итоге позволяет определить среднюю надежность связи в зоне действия базовой станции и во всей зоне действия системы.

Для детальной оценки передачи-приема радиосигналов важно решение задачи по определению изменения параметров помехоустойчивости в зависимости от надежности и обратной задачи – изменение надежности в зависимости от параметров помехоустойчивости.

Важнейшей задачей современных наземных радиосистем мобильной передачи данных является повышение пространственной надежности связи. Для решения этой

задачи необходимо определение параметров системы и в том числе характеристик радиосигналов, влияющих на эту надежность. Одним из предлагаемых вариантов повышения надежности – комплексное адаптивное взаимодействие радиосистем различного типа и в частности – сотовых и радиальных. Этот вариант обосновывается аналитической оценкой взаимодействия таких систем, особый прикладной практический интерес к которому имеется для условий приоритетного действия сотовой системы над радиальной системой. Развитием этого варианта является применение метода «диапазонно-частотного» разнесения радиоканалов взаимодействующих систем.

Практическое применение предложенных методов повышения пространственной надежности обосновывается способами взаимодействия системы сотовой связи с пейджинговой системой в режиме передачи коротких (SMS) сообщений.

Решение указанных проблем позволяет дать оценку возможным вариантам использования систем и сетей подвижной наземной связи для оповещения населения о чрезвычайных ситуациях при взаимодействии с существующими системами оповещения. При этом требуется аналитическая оценка, разработка требований и алгоритмов по организации режимов и каналообразующей структуры систем подвижной связи для реализации многоадресной и широковещательной передачи данных (сообщений).

Таким образом, научные проблемы диссертационного исследования: методы радиовызова, оценки и повышения надежности передачи данных в подвижной наземной связи, являются **актуальными**.

Тема диссертационной работы **согласуется** с направлением научных исследований, проводимых в Московском техническом университете связи и информатики (МТУСИ). Диссертационная работа выполнялась на кафедре «Телевидения и звукового вещания» докторантуры МТУСИ. Результаты диссертационной работы обсуждались на кафедре «Телевидения и звукового

вещания» МТУСИ, ученом совете и кафедре «Общепрофессиональных дисциплин» Волго-вятского филиала МТУСИ (Нижний Новгород) и Научно-техническом совете (НТС) МТУСИ (Москва). В процессе работы над диссертацией Туляковым Ю.М. была создана научная школа при ВВФ МТУСИ по передаче данных в подвижной наземной связи. В деятельности этой школы участвуют ведущие нижегородские ученые и специалисты в отрасли связи, а также аспиранты, научной работой которых руководит Ю.М. Туляков, часть из которых защитили кандидатские диссертации.

Личное участие автора в получении научных результатов

Все результаты диссертационной работы получены лично автором.

Основные результаты диссертационной работы состоят в следующем.

Разработана обобщенная структурная модель (схема) передачи данных для систем подвижной наземной связи, определены тенденции развития передачи данных в системах и сетях такой связи общего пользования с аналитической оценкой методов формирования радиосигналов для допустимой максимальной скорости передачи данных. Проанализированы методы организации радиointерфейсов и определена сравнительная динамика роста скорости передачи данных и возможностей видов и объемов передаваемой информации от СПРВ, транкинговых систем до систем сотовой связи 3G и 4G поколений. Предложена оценка территориальной информатизации населения на принципах теории передачи данных.

Определены методы и разработаны новые подходы реализации систем радиовызова с исследованием характеристик сигналов и их кодирования при преобладании требований к вероятности ложного вызова по сравнению с вероятностью пропуска вызова в радиointерфейсе. Разработаны критерии по величине трафика для определения способов взаимодействия систем радиовызова с проводными телефонными сетями общего пользования. Разработаны и теоретически обоснованы методы повышения достоверности и надежности передачи радиосигналов вызова за счет внедрения квитирования принимаемых сообщений

абонентским приемником радиовызова с сохранением экологичности этого приемника. Определены методы реализации многоадресного и широковещательного радиовызова с возможностью использования его в условиях оповещения населения о чрезвычайных ситуациях.

Получены результаты статистических исследований трафика передачи данных в системах подвижной наземной связи, приведенные в нормированную форму, пригодную для использования в анализе функционирования и проектирования таких систем с различной абонентской емкостью. Дана оценка возможного развития систем подвижной наземной связи по динамике роста скорости передачи данных. Обоснован метод повышения скорости передачи данных за счет объединения каналов радиointерфейса в системах 2G-3G поколений. Конкретизированы и определены возможности и условия применения увеличения допустимого радиуса действия БС сотовой связи.

Исследованы и уточнены характеристики распространения электромагнитных волн диапазонов ОВЧ и УВЧ со сложной многолучевой структурой в условиях города. На основании экспериментальных исследований уточнены модели пространственной флуктуирующей уровневой структуры таких волн. Разработан косвенный метод измерения уровня пространственной микроструктуры указанных волн. Проведены экспериментальные исследования и статистическая оценка затуханий уровня электромагнитных волн при их проникновении в помещения зданий с улиц города, в результате которых определены интегральные функции распределения величины этих затуханий. Обоснована обобщенная модель распространения радиоволн диапазонов ОВЧ и УВЧ, дополненная параметрами для условий приема сигналов в помещениях зданий. Разработана методика прогнозирования уровней сигналов и радиопомех диапазонов ОВЧ и УВЧ, проникающих в помещения зданий, применимая для всех используемых в практике моделей распространения радиоволн.

Разработаны методы оценки многопараметрической пространственной надежности приема радиосигналов подвижной наземной связи при заданной помехоустойчивости. Определены зависимости этой надежности от расстояния до базовой станции. Теоретически исследованы взаимосвязи пространственной надежности и помехоустойчивости передачи-приема радиосигналов в подвижной наземной связи. Определены методы расчета основных параметров радиointерфейса подвижной связи по критериям пространственной надежности с заданной фиксированной или меняющейся помехоустойчивостью.

Предложены методы и разработаны алгоритмы комплексного адаптивного взаимодействия радиосистем подвижной наземной связи для повышения пространственной надежности связи, основные из которых являются:

- метод повышения пространственной надежности при взаимодействии радиальных и сотовых систем с реализацией единой сотово - радиальной сети;
- для сотово-радиальной сети исследованы трафиковые требования для радиальной системы, дополняющей сотовую сеть;
- метод повышения пространственной надежности при взаимодействии пейджинга и сотовой системы связи при передаче SMS данных.
- предложен и обоснован на физическом уровне метод диапазонно-частотного разнесения передачи радиосигналов.

Разработаны методы и алгоритмы комплексного структурного взаимодействия современных систем связи с обоснованием способов формирования широкополосных каналов систем подвижной связи (пейджинговых и сотовых систем) для оповещения населения о чрезвычайных ситуациях.

Роль Тулякова Ю.М. в постановке задач, выдвижении идей, разработке основных положений, обосновании решений и научных рекомендаций носит определяющий характер.

Степень обоснованности научных положений, рекомендаций и выводов

Диссертантом изучены и проанализированы результаты исследований отечественных и зарубежных авторов в области методов кодирования и формирования сигналов, синтеза систем многоадресного радиовызова и различных вариантов систем подвижной связи для передачи данных, исследований характеристик распространения радиоволн диапазонов ОВЧ и УВЧ со сложной многолучевой структурой, теории помехоустойчивости передачи-приема сигналов различных видов, статистического анализа случайных процессов. Все эти знания диссертанта позволили ему на достаточно высоком научном уровне решить задачи диссертационной работы, указанные выше.

Теоретические положения диссертационной работы основываются на достижениях ряда научных дисциплин, таких как теории вероятностей, электрической связи, в том числе помехоустойчивости передачи сигналов и статистической радиотехники. Автор грамотно использует математический аппарат.

Достоверность и обоснованность полученных результатов, научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечена применением классических методов теорий вероятностей, электрической связи, статистической радиотехники, функциональных преобразований случайных величин, функций комбинаторики и подтверждена использованием теоретически разработанных и апробированных методов, проверкой теоретических результатов практическими расчётами с помощью разработанных программных средств, соответствием результатов, полученных в диссертации, известным, результатами практического использования разработанных методов, широкой апробацией и публикациями, в том числе в рецензируемых научных журналах, включённых в перечень ВАК. Основные результаты исследования, выполненного в диссертации, опубликованы в научной печати (более 150-ти публикаций). Основные положения диссертации неоднократно докладывались и обсуждались на научно-технических конференциях, в том числе Всероссийских и с международным участием.

Подводя итог, с учётом практического применения отдельных результатов диссертационной работы, можно сделать вывод о том, что проведённые исследования и полученные на их основе научные положения, выводы и рекомендации теоретически обоснованы и достоверны.

Основные результаты диссертационной работы Тулякова Ю.М. использованы на ряде предприятий подвижной связи, отчетах НИР и учебных процессах в Волго-Вятского филиала МТУСИ и Институте радиоэлектроники и информационных технологий Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексева.

Соответствие содержания диссертации специальности

Диссертационное исследование посвящено разработке и исследованию методов радиовызова, оценки и повышения надежности передачи данных в подвижной наземной связи и тем самым соответствует **специальности 05.12.04. - Радиотехника**, в том числе системы и устройства телевидения..

Рекомендация к защите

На основании вышеизложенного считаю, что диссертация Тулякова Юрия Михайловича на тему «РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ» полностью соответствует требованиям, предъявляемым "Положением о порядке присуждения учёных степеней" к докторским диссертациям, и **рекомендуется к защите на соискание учёной степени доктора технических наук** в диссертационном совете по специальности 05.12.04. - Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Научный консультант, доктор технических наук, академик МАИ, профессор



М.Д. Венедиктов

29. апреля 2015г.

Подпись Венедиктова Михаила Дмитриевича заверяю



Михаил Михайлович Айвазов
(Айвазов)