

3. *Bradfield G.* Ultrasonic transducers. I // Introduction to ultrasonic transducers, Part B. – 1970. – № 83. – P. 177-189.
4. Ультразвуковые пьезопреобразователи для неразрушающего контроля / Под ред. И.Н. Ермолова. – М.: Машиностроение, 1986. – 280 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор А.А. Зори.

Соломичева Светлана Викторовна – Государственное высшее учебное заведение «Донецкий национальный технический университет»; e-mail: svetikkrasota@mail.ru; 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58, Украина; тел.: +380623010918, +380506664132; аспирант.

Тарасюк Виктория Павловна – к.т.н.; доцент.

Solomicheva Svetlana Viktorovna – State Higher Education Establishment “Donetsk National Technical University”; e-mail: svetikkrasota@mail.ru; 58, Artyom street, Donetsk, 83001, Ukraine; phones: +380623010918, +380506664132; postgraduate student.

Tarasjuk Victoria Pavlovna – cand. of eng. sc.; associate professor.

УДК 621.396

Ю.М. Туляков, Д.Е. Шакаров, А.А. Калашников

ОБОБЩЕННЫЙ АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ПОДВИЖНОЙ СВЯЗИ ДЛЯ ОПОВЕЩЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

Дается обоснование целесообразности применения различных видов подвижной связи для оповещения населения о чрезвычайных ситуациях с позиции массовой доступности населения к этой связи. Характеризуются требования и особенности использования подвижной связи в качестве средства экстренного оповещения по возможности осуществления широковещательной передачи сообщений, выборочной территориальной локальности зоны оповещения, объему, скорости и надежности доставки экстренных сообщений. Дается оценка возможностям выполнения этих требований и особенностей для подвижной наземной связи, реализуемой на основе сотовых систем связи и систем многоадресного радиовызова. Для систем сотовой связи 2G-, 2,5G-, 3G-поколений определяются организации каналов широковещательной передачи сообщений. Приводятся данные результатов оценки скорости передачи адресной и широковещательной передачи SMS-сообщений. Характеризуются проблематичные особенности такой передачи в системах 2G. Определяются практически значимые форматы сигналов, скорость и способ организации широковещательной передачи сообщений систем радиовызова. Указан метод повышения надежности передачи-приема сигналов радиовызова с сообщением. Показана основа принципов оценки надежности доставки экстренных сообщений получателям этих сообщений.

Подвижная наземная связь; система сотовой связи; многоадресный радиовызов; сигналы и скорость их передачи.

Y.M. Tulyakov, D.E. Shakarov, A.A. Kalashnikov

THE GENERALIZED ANALYSIS OF FEATURES OF APPLICATION OF MODERN MEANS OF MOBILE COMMUNICATION FOR THE POPULATION NOTIFICATION

Presented is the reasonability foundation case for application of different types of mobile radio communication for the purpose of people warning about emergency situations considering that people have a mass access to such communication facilities. The definition is given for requirements and features of mobile communication used as emergency warning means as well as means of possible broadcasting related to sampled territorial locality of warning zone, out-of-

band message-transmission rate and content. The assessment is made in relation to the implementation facilities for a.m. requirements and specific features of mobile land communications realized on basis of cellular communication systems as well as of multipoint radio paging systems. Definition is also given in regard to the arrangement of broadcast data channels for cellular communications systems of 2G-, 3G-generation. The data are cited in regard to overall estimation of transmission rates for SMS address- and broadcast SMS-transfer. Characterization is given related to the problem features of such data transfer in 2G-systems. Determined are signal structures of practical importance and also rate and linkage of broadcast message transfer of radio paging systems. Specified is the reliability enhancement method for transceiving of radio paging signals containing messages. Defined are principles of reliability estimation in regard to emergency messages delivery by the destination recipients.

Mobile communication; system of cellular communication; multiple-address radio call; signals and speed of their transfer.

Актуальность создания современных систем, сетей и средств оповещения населения о чрезвычайных ситуациях является очевидной.

Популярность средств подвижной связи общего пользования и особенно сотовой связи достигла такого уровня, когда практически каждый гражданин имеет личное абонентское устройство подвижной связи. Эта популярность является убедительным фактором целесообразности применения подвижной связи для оповещения населения о чрезвычайных ситуациях. Безусловно, это не исключает, а скорее дополняет использование существующих средств оповещения – теле- и радиовещания, различных звуковых и визуальных устройств и т.п.

При применении подвижной связи для указанной цели должны учитываться ряд условий, особенностей и требований, которые можно сформулировать следующим образом.

Во-первых, необходима конкретизация условий ее применения. Это условия адресной, многоадресной или (и) широкоадресной передачи экстренных сообщений и варианты требований к размерам зоны охвата оповещением – от федерального и регионального уровней до локальных участков региона. Также должны учитываться вид, объем и требования к скорости передачи сообщений.

Во-вторых, и это главное, требования к надежности передачи экстренных сообщений, возможности взаимодействия с другими средствами оповещения как варианту комплексного взаимодополняющего действия всех существующих средств экстренного оповещения для повышения надежности доставки сообщений.

С учетом всех этих условий и требований необходимо дать оценку особенностям применения средств подвижной связи для экстренного оповещения. Наиболее значимыми средствами подвижной связи являются спутниковая и наземная связь. Спутниковую подвижную связь сложно отнести к массовому виду. Ее скорее можно рассматривать как средство связи в условиях отсутствия других видов связи и для специального использования лицами или группой лиц (например, специальными подразделениями МЧС). Хотя не исключается применение этого вида связи как одного из дополняющих средств при комплексном взаимодействии с другими видами связи.

Поэтому акцентируем оценку применения для оповещения подвижной **наземной** связи (ПНС). Это сотовые системы (сети) связи (особенно удовлетворяющие отмеченной выше «популярности») и системы многоадресного радиовызова.

Сотовая связь как вариант ПНС постоянно развивается и к настоящему времени ее можно характеризовать переходом от 2G- к 3G-поколению, а в перспективе и к 4G. По существующему на сегодняшний день распределению предоставляемых услуг основная их доля приходится на системы 2G- и 3G-поколений. Причем по массовости приоритет сохраняется за системами 2G, поскольку услугами систем 3G пользуются только наиболее «продвинутые» пользователи. В связи с

этим необходимо дать оценку применения сотовой связи для оповещения системам 2G стандарта GSM (Global System for Mobile Communications), системам, находящимся на этапе перехода от 2G к 3G, и системам 3G поколения.

Передача данных (сообщений) в сотовой связи 2G и начальной стадии перехода к 3G-поколению может осуществляться за счет SMS (Short Message Service) – услуги передачи коротких текстовых сообщений и EMS (Extended Message Service) – услуги передачи расширенных SMS-текстовых сообщений [1].

Особенностью передачи этих сообщений является то, что она осуществляется не по специально организованным каналам, а по «служебным» каналам, предназначенным для управления и сигнализации системы. Это SACCH/T (Slow Associated Control Channel «медленный») – канал, в котором формируется канал FACCH (Fast Associated Control Channel) для реализации хендвера, или SDCCH (Stand alone Dedicated Control Channel) – выделенный индивидуальный сигнальный канал. Канал SDCCH может иметь как комбинированное назначение, когда SMS-данные передаются совместно с сигнальными данными, так и – выделенное назначение для SMS-передачи. По SACCH/T каналу SMS-данные передаются во время речевого обмена.

Результаты оценки скорости передачи SMS-данных по этим каналам [1] представлены в табл. 1.

Таблица 1

Канал передачи SMS-данных	SACCH/T	SDCCH	
		Комбинированное назначение	Выделенное назначение
Скорость передачи информации, кбит/с	0,38	0,391	0,782
Символьная скорость: латиница/кириллица, символ/с	54,3/23,75	55,9/24,4	118/48,8
Время передачи SMS данных максимальной величины: латиница 160 символов/кириллица 70 символов, с	2,95/2,95	2,86/2,87	1,43/1,43
Замечание к символьной скорости передачи: При передаче SMS-данных часть передаваемых бит используется для служебной информации. Поэтому скорости передачи данных могут несколько отличаться от выше рассчитанных. При максимальной длине сообщения погрешность не превышает десятки процентов.			

Эти оценки характеризуют адресную и многоадресную передачу SMS-данных, прошедших формирование и обработку в SMS-центре. Однако время этой обработки может определяться возможностью и загруженностью SMS-центра (сервера) и доставка SMS-данных может существенно задерживаться.

Другим возможным вариантом оповещения через сотовую связь является использование режима широковещательной передачи (Cell broadcast) SMS-данных (сообщений). Такая передача организуется через специальный центр вещания SMS (ЦВ - SMS), который через маршрутизатор напрямую связан с контроллерами базовых станций (КБС). Широковещательные сообщения могут передаваться по каналу CBCH (Cell Broadcast Chanel-логическому каналу передачи широковеща-

тельных текстовых сообщений), организуемому на подканале SDCCN, заменяя часть блоков SDCCN блоками СВСН. Считая этот канал как специально выделенный для широковещательной передачи, абонентские станции (АС) всегда могут его «прослушать».

Скорость передачи по такому каналу в соответствии с вышеприведенными результатами оценками для выделенного канала может составлять 0,782 кбит/с.

Возможно расширение СВСН-канала, за счёт используемого следующего за указанным блоком дополнительного такого же блока. Однако этот блок может заниматься под другие задачи, и поэтому “прослушивание” этого блока может быть “опционально”. Уведомления о передаче сообщений рассылаются независимо от варианта использования блоков.

Широковещательные сообщения, в отличие от адресной SMS-передачи, передаются без подтверждения в определённые заранее оговоренные географические зоны. АС может принимать их только в режиме ожидания (не в режиме разговора). Поэтому для повышения надёжности получения таких сообщений они передаются повторно в течение заданного времени. Однако, нельзя считать, что это является удовлетворительным решением с позиции требований к оповещению, указанным выше.

Одним из вариантов совершенствования оповещения является предложение по применению так называемой технологии Mass Alert [2], основанной на использовании системного канала, который применяется базовыми станциями (БС) для извещения абонента (АС) о наименовании оператора сотовой связи, в зоне действия, где находится АС. Как правило, информация о сети зафиксирована и для того, чтобы можно было её заменить на экстренное сообщение, необходимо оператору сотовой связи организовать к БС специальный шлюз. Однако реализация этого шлюза требует от операторов сотовой связи ряда непростых технических и организационных решений.

Рассмотрим возможности организации оповещения населения с помощью систем сотовой связи, усовершенствованных до уровня выше 2G (условно такой уровень можно принять как 2,5G), в которых применяется пакетная передача данных по технологиям GPRS (General Packet Radio Service) и EDGE (Enhance Data for GSM Evolution). Эти технологии, ориентированные на повышение скорости передачи данных за счет объединения трафиковых (голосовых) каналов, безусловно, позволяют передавать большие объёмы информации, не ограничиваясь только короткими сообщениями, а создают возможность передавать и визуальную информацию, т.е. предоставлять мультимедийные услуги. Скорости передачи при таких технологиях могут исчисляться сотнями кбит/с. Конечно, все эти возможности в значительной степени позволяют повысить информативность сообщений оповещения. Однако проблема массовой доставки этих сообщений остается из-за ограниченного контингента, способного пользоваться этими услугами. Хотя для отдельных служб оповещения использование таких услуг имеет большое значение.

С учетом вышеуказанных условий и особенностей дадим оценку возможностям применения для оповещения сотовой связи 3G поколения типа WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access – широкополосный множественный доступ с кодовым разделением каналов) в сети UMTS с пакетной передачей данных. Анализ формирования каналов для широковещательной передачи CellBroadcast дан в [3]. Отметим лишь итоговые результаты анализа этой передачи: канал CellBroadcast формируется на отдельном физическом канале (чаще всего совместно с каналом PCH (Paging Channel – канал вызова), но может быть и выделенным), скорость передачи сообщений 1–30 кбит/с при скорости передачи элемента сигнала 3,84 Мчип/с.

Подытоживая оценку возможности применения сотовой связи для оповещения населения, следует заметить, что приведенные данные о скорости передачи данных систем различного поколения могут удовлетворять требованиям ко времени передачи экстренных сообщений. Например, при сообщениях объемом в 100 знаков время их передачи может составлять доли-единицы секунд. Однако при этом надо учитывать указанные выше особенности действия этих систем.

Рассмотрим возможности применения систем многоадресного радиовызова (СМРВ) [4] для оповещения. Популярность использования таких систем в качестве пейджинга с адресной передачей сообщений значительно снизилась. (Однако в ряде стран использование таких систем сохраняет свою актуальность не только в крупных территориальных масштабах, но и для локальных зон действия). Анализируя сегодняшнее состояние средств оповещения, нельзя не отметить целесообразность переориентации СМРВ на целевое их использование именно для оповещения не только населения, но служб МЧС.

Дадим оценку применения СМРВ для наиболее важного условия оповещения – ширококвещательной передачи сообщений. На сегодняшний день определились практически значимые два вида форматов сигналов [1]: старт-стопный протокол POCSAG (Post Office Code Standardization Advisory Group) и его модификация в виде синхронного протокола FLEX. Несмотря на разный подход в организации передачи и кадрового формирования адресных и информационных посылок в этих протоколах, структура передаваемых кодовых слов принята одинаковой, основанной на БЧХ (Бауза – Чоудхури – Хогвингема) кодировании с дополнительной проверкой на четность вида (32,21,1).

Реализация ширококвещательной передачи сообщений возможна [1] за счет введения дополнительного специального адреса (или адресов) вызова, на который настроены все абонентские устройства (АУ). При многорадиальном построении сети СМРВ локальность передачи таких вызовов с дополняющими их сообщениями достигается требуемым выбором места размещения базовой станции. Причем, если требуется адресная (персональная) передача вызова-сообщения, то АУ должны «программироваться» не только «широковещательными адресами», но и «персональным адресом». Как показывает развитие техники СМРВ, такое программирование возможно для современных АУ.

Работа СМРВ рассчитана на узкополосные радиоканалы (с выделенной полосой 25 кГц), скорости передачи по которым, в зависимости от условий помехоустойчивости, могут составлять для формата POCSAG от 512 до 2400 бит/с и для – FLEX от 1200 до 6400 бит/с. Оценки времени передачи сообщений для таких скоростей показывают, что 100-символьные сообщения могут передаваться за доли – единицы секунд. Такое время удовлетворяет требованиям экстренного оповещения.

Особенностью традиционных СМРВ (СМРВ-систем персонального радиовызова) является односторонняя передача сообщений без подтверждения их приема АУ. Такую же особенность имеют и сотовые системы при ширококвещательной передаче сообщений. Однако, при необходимости подтверждение приема сообщений в сотовых системах возможно за счет перехода в режим многоадресной передачи с обработкой подтверждающих сигналов в SMS-центре. (Как отмечалось выше, объем этой обработки и ее задержка зависят от возможностей сервера SMS-центра).

Возможно ли такое подтверждение приема сообщений в традиционных СМРВ? В одной из последних разработок для СМРВ [5] предлагается способ квитирования (подтверждения) приема вызовов-сообщений за счет передачи энергоэкономичных сигналов квитирования от АУ в специальный «центр обработки передачи-приема вызовов».

В завершении анализа особенностей применения средств ПНС для оповещения населения необходимо рассмотреть вопрос о взаимодействии их другими видами оповещения. Важнейшим условием экстренного оповещения является комплексная взаимодействующая и взаимодополняющая работа всех средств оповещения в условиях чрезвычайных событий. Это условие позволяет максимально возможно повысить надежность доставки экстренных сообщений.

Оценка эффективности общеизвестных обычно применяемых средств оповещения и метод расчета вероятности оповещения населения при использовании нескольких систем оповещения рассматриваются в [6, 7]. Способы взаимодействия сотовых сетей связи и радиальных систем для повышения территориальной надежности связи и в том числе передачи сообщений (данных) предложены в [8].

С учетом этих результатов сформулируем задачу определения надежности доставки экстренных сообщений при комплексном и взаимодействующем использовании различных средств оповещения в заданном регионе или локальной территории региона. Надежность доставки сообщений получателю от каждого i -го из n средств оповещения будет определяться по формуле

$$S_i = S_{тер.i} p_{пол.i}, \quad (1)$$

где $S_{тер.i}$ – территориальная надежность охвата системой оповещения, характеризующая долю (процент) территории, где производится оповещение, $p_{пол.i}$ – вероятность того, что получатель получит сообщение из условий его нахождения в зоне действия системы оповещения или он способен воспринимать эту систему (например, при передаче экстренного сообщения по телевидению он не находится у телевизора). Очевидно, что $S_{тер.i}$ и $p_{пол.i}$ определяются независимыми событиями.

После определения S_i для каждого средства оповещения определяется суммарная надежность доставки сообщения – S_{Σ} с учетом особенностей использования и условий взаимодействия и каждого средства оповещения. Следует заметить, что сопоставительные оценки показателей S_i и S_{Σ} для различных средств оповещения в сравнении с использованием систем ПНС показывают существенную эффективность последних.

Таким образом, данная выше оценка по применению подвижной связи и особенно ПНС для оповещения населения показывает целесообразность и необходимость этого применения с учетом указанных особенностей. Это учет типов ПНС по их массовости применения, решение проблем широкоэвещательной рассылки сообщений для наиболее популярных видов ПНС и детализации методики оценки надежности доставки экстренных сообщений с учетом взаимодействия различных видов средств оповещения. Все эти особенности необходимо учитывать при разработке и реализации современных комплексов оповещения населения о чрезвычайных ситуациях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Туляков Ю.М., Абдалов В.В., Сорокина Е.В. Обобщенная оценка передачи данных в системах подвижной связи // Электросвязь. – 2009. – № 1. – С. 37-43.
2. Камышлин М. Мобильник как средство спасения // Мобильные системы. – 2008. – № 5. – С. 72-75.
3. Туляков Ю.М., Шакаров Д.Е., Калашиников А.А. Анализ широкоэвещательной передачи данных в современных сотовых системах подвижной наземной радиосвязи // Журнал T-Comm. – 2011. – № 1. – С. 29-33.
4. Туляков Ю.М. Системы персонального радиовызова. – М.: Радио и связь. 1988. – 168 с.
5. Туляков Ю.М. Двухсторонняя пейджинговая система связи с подтверждением приема сообщений (2010) Патент RU № 2 392 740 С2. Опубл. 20.06. 2010. Бюл. № 17.

6. Шакаров Д.Е. Эффективность оповещения о ЧС с помощью громкоговорителей и и широкоэмитерных сообщений // Журнал Т-Comm. – 2010. – № 10. – С. 137-140.
7. Шакаров Д.Е., Калашников А.А. О методе расчета вероятности оповещения населения в критических ситуациях при использовании нескольких систем оповещения. Т. 1. – Владимир: ВГУ, 2013. – С. 126-129.
8. Туляков Ю.М. Эффективность взаимодействия сотовой и «широкоэмитерной» систем связи // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2010. – № 5 (106). – С. 207-215.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор А.М. Белевцев.

Туляков Юрий Михайлович – Волго-вятский Филиал Московского технического университета связи и информатики (МТУСИ); e-mail: yu.m.tulyakov@rambler.ru; 603006, Нижний Новгород, ул. Ошарская, 15, кв. 15; тел.: 89107901111; кафедра обще профессиональных дисциплин; к.т.н.; доцент; зав. кафедрой.

Шакаров Дмитрий Евгеньевич – ЗАО «Радиотел»; e-mail: dimashakarov@mail.ru; 603043, Нижний Новгород, ул. Комсомольская, 17, кв. 41; тел.: 89200514751; ст. инженер.

Калашников Алексей Александрович – ЗАО «НСС»; e-mail: AKalashnikov@ncc-volga.ru; 603163, Нижний Новгород, Казанское шоссе, 1, кв. 174; тел.: 89519010084; нач. отдела.

Tulyakov Yuri Mihaiylovich – Volgo-vjatskogo of Branch of the Moscow technical university of communication and informations (MTUCI); e-mail: yu.m.tulyakov@rambler.ru; 15 – 15, Osharskaja street, N. Novgorod, 603006, Russia; phone: +79107901111; the department of general professional disciplines; cand. of eng. sc; associate professor; head the department.

Shakarov Dmitriy Evgen'evich – JSC «Radiotel»; e-mail: dimashakarov@mail.ru; 17 – 41, Komsomolskaja street, N. Novgorod, 603043, Russia; phone: +79200514751; engineer.

Kalashnikov Aleksey Alexandrovich – JSC «NCC»; e-mail: AKalashnikov@ncc-volga.ru; 1 – 174, Kazanskoye Highway, N. Novgorod, 603163, Russia; phone: +79519010084; head of department.

УДК 004.942

С.В. Песоченко, О.Н. Пьявченко, О.А. Усенко

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТРИК ЕВКЛИДА И ХЭММИНГА В РЕАЛЬНОМ РЕЖИМЕ ВРЕМЕНИ

Определение состояния объекта является одной из основных задач в системах управления. Точность и достоверность определения состояния объекта зачастую определяют точность работы всей системы. В докладе рассматривается ситуация определения состояния объекта по нескольким изменяющимся переменным. Данный способ наиболее эффективен, так как для определения состояния сложного объекта недостаточно анализировать одну переменную. В докладе используется метод построения сигнальных функций для определения состояния объекта по нескольким параметрам. В докладе рассматривается построение сигнальных функций на основании метрик Евклида и Хэмминга. Было проведено моделирование, при котором строились метрики Евклида и Хэмминга при одинаковых исходных данных. Модель имитирует поступление информации с датчиков в реальном режиме времени. При анализе результатов моделирования различных ситуаций было выявлено, что метрика Хэмминга более чувствительна к входным параметрам. Результаты моделирования приведены в докладе. Также в докладе приведены преимущества использования метода сигнальных функций на основании метрик Евклида и Хэмминга при определении состояния объекта.

Моделирование; определение состояния; метрики; сигнальные функции; системы управления.