

УДК 004.724

М.И. Мельников, А.С. Ковтун

Самоорганизующаяся сеть оперативного взаимодействия для нужд населения и специальных служб

Рассмотрена возможность организации системы информационного взаимодействия в районах, подвергшихся влиянию разрушительных факторов техногенного или природного характера, при помощи самоорганизующихся сетей. Предлагаемый комплекс являет собой совокупность разрабатываемых решений, таких как информационная среда, построенная на базе технологии Wireless Mesh IEEE 802.11s, а также информационного и коммуникационного порталов, выполняющих роль служб взаимодействия и оповещения.

Ключевые слова: ячеистая топология, mesh-сеть, самоорганизующиеся сети, SIP, XMPP, локальный информационный портал.

Проблема обеспечения информационного обеспечения населения при ЧС. В настоящее время все большее значение получает проблема оперативного обеспечения доступа к информационной среде населения в любых условиях, особенно это актуально в условиях чрезвычайных ситуаций (далее ЧС), когда существующая инфраструктура, образующая информационную среду, получает повреждения, не позволяющие ей нормально функционировать на какой-либо территории, что, безусловно, создаёт ряд дополнительных проблем, связанных с оперативным устранением данной ЧС.

Надо признать, что в России в рамках данной проблемы активно ведутся работы по обеспечению населения информацией о ЧС [1], но основной вектор данных работ – это оповещение населения через существующую инфраструктуру GSM- и CDMA-сетей (Общероссийская комплексная система информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей) [2], но работа данной системы невозможна в местах где нарушено нормальное функционирование существующих беспроводных сетей связи. А также в данной ситуации возникают не только технические, но и организационные проблемы, связанные с согласованием рассылки в местах ЧС [3].

Проблемы обеспечения информацией населения в условиях чрезвычайных ситуаций весьма актуальны. В этой связи вполне обоснованной является разработка программно-аппаратного комплекса, призванного организовать локальное информационное пространство в рамках зоны ЧС с возможностью взаимодействия её с внешними информационными сетями.

Постановка проблемы. Сложно предопределить географические масштабы того или иного ЧС, соответственно практически невозможно загодя определить потребности в связи. Согласно наставлению по организации управления и оперативного (экстренного) реагирования при ликвидации чрезвычайных ситуаций [4], утверждённому Правительственной комиссией по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности, основным видом связи при разрешении систем проводной связи является радиосвязь. Но в рамках современного информационного общества недостаточно просто организовать радиосвязь для взаимодействия оперативных служб и обеспечить население возможностью доступа к информации и линиям ТФОП.

Соответственно в районе ЧС силами служб, занимающихся устранением последствий бедствия, требуется оперативно развернуть инфраструктуру беспроводной сети передачи данных.

Оптимальным решением в плане доступности для обывателя было бы развернуть своеобразную «открытую» GSM-сеть, но данная технология требует сложных расчётов по расположению передатчиков и перекрытия ими частотных диапазонов [5], что не позволяет развернуть сеть в сроки адекватные ситуации.

Поэтому был сформирован ряд требований к инфраструктуре сети:

- 1) необходимость быстрого развертывания сети без сложных расчётов зон покрытия и радиочастотного перекрытия;
- 2) динамическая реконфигурация сети в соответствии с изменением оперативной обстановки;
- 3) возможность подключения и работы наиболее распространённых мобильных устройств.

Рассмотрим более подробно каждый из пунктов.

Необходимость быстрого развертывания сети обусловлена тем, что в рамках ЧС ощущается острый недостаток времени на мероприятия, собственно, не связанные с устранением последствий.

Возможность динамической реконфигурации позволит решить вопрос несоответствия ёмкости сети возросшим потребностям зоны ЧС. То есть в случае увеличения зоны или количества абонентов развёртываемой инфраструктуры легко можно увеличить диапазон и ёмкость беспроводной сети.

Ключевым требованием системы является возможность подключения и работы с ней наиболее распространённых мобильных устройств. По итогам исследования Gartner, в 4-м квартале 2013 г. в мире было продано 1,8 млн мобильных телефонов, из них 0,97 млн – это смартфоны, в стандарт оснащения которых входят такие беспроводные интерфейсы, как GSM, Bluetooth и WiFi [6]. Как рассматривалось выше, GSM-сети сложны в развертывании, а Bluetooth ограничен по скорости передачи данных и диапазону. Таким образом, оптимальным решением в данном случае становится применение технологии беспроводного доступа семейства протоколов IEEE 802.11 (WiFi), а в частности протокол IEEE 802.11s (WiFi Mesh).

Общая информация о Mesh-сетях. Mesh-сеть – это распределенная одноранговая ячеистая сеть.

Идея Mesh-сети предложена ещё в 1962 г. Полом Бэрном [7], одним из основоположников сегодняшнего Интернета [8]. Эта сеть имела название Ricochet и просуществовала вплоть до 2008 г.

Технология Mesh (ячеистые сети, multi-hop сети) расширяет функциональность беспроводного доступа к сетевым сервисам и позволяет реализовывать точки доступа с охватом и порогом снижения пропускной способности на порядок более высоким, чем у привычных хот-спотов. Благодаря возможности обеспечения защищенного беспроводного покрытия на улицах, в городской местности или в крупных населенных пунктах и районах, Wireless Mesh может быть использована для быстрого развертывания, в частности сети связи для целей внутренней безопасности или в случаях чрезвычайных ситуаций в городе [10].

Топология данной сети, построенной по стандарту 802.11s, представлена рис. 1. Mesh-сеть – это сеть, в которой каждый элемент сети связан с несколькими другими элементами этой же сети, что позволяет достичь возможности варьировать маршруты через сегменты с лучшими показателями связи [9, 11–13].

Если ближайшая точка доступа перегружена, данные перенаправляются к ближайшему незагруженному узлу. Блок данных продолжает перемещаться от одного узла к другому, пока не достигнет места назначения.

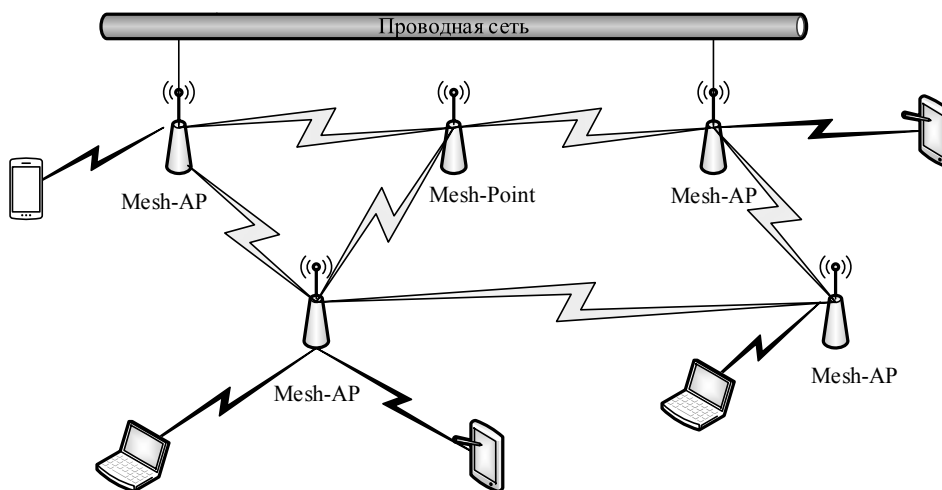


Рис. 1. Топология беспроводной Mesh-сети

Mesh-сети позволяют организовать надежное покрытие сети в определённой локальной зоне, данная технология позволяет организовать высокоскоростную беспроводную сеть в зоне чрезвычайной ситуации. Ключевым функционалом, определяющим предпочтение данных сетей в кризисных ситуациях, является функционал самоорганизации, т.е. выход из строя промежуточных узлов или добавление новых узлов в сеть не приведет к разрушению сети, а только снизит (или увеличит) её зону покрытия и пропускную способность. Благодаря особенностям протокола время разворачивания данной сети ограничивается только скоростью распределения точек доступа по зоне планируемого покрытия.

Для решения поставленной задачи организации взаимодействия предлагается рассматривать указанную реализацию протокола IEEE 802.11s.

Предлагаемая структура комплекса. Предлагается реализовать программно-аппаратный комплекс самоорганизующейся сети передачи данных в районах ЧС.

Разрабатываемый комплекс включает в себя следующие элементы: оборудование для создания информационной среды, информационный и коммуникационный порталы.

Информационный портал предназначен для размещения оперативной информации о происходящих событиях, а также для осуществления координации действий различных подразделений. Он представляет собой веб-ресурс, доступ к которому автоматически получает любое устройство, способное подключиться к информационной среде.

Коммуникационный портал предназначен для осуществления связи между участниками сети и за её пределы, построен по принципу клиент-серверной коммуникации. Порталом обеспечивается голосовая, а также текстовая связь в режиме реального времени, основанная на протоколе SIP и XMPP (Jabber). Эти технологии достаточно распространены и поддерживаются большинством устройств изначально. Однако, для унификации системы доступа, возможен доступ к этим сервисам при помощи специального приложения, разработанного для основных операционных систем смартфонов: Android, Windows Phone, а также iOS. Такое приложение можно будет скачать с информационного портала и начать им пользоваться без дополнительных настроек. Доступ же к ресурсам с персональных и мобильных компьютеров осуществляется напрямую через сервисы информационного порта. После подключения к коммуникационному portalу информация о новом абоненте автоматически вносится в единую телефонную книгу.

Информационная среда обеспечивается точками доступа Wireless Mesh. Технологически это устройства, призванные обеспечивать территорию устойчивым сигналом сети стандарта IEEE 802.11s. Точки доступа подразделяются на ряд видов:

1. Стационарные точки доступа. Это устройства с отдельным питанием и мощным передатчиком, предназначенные для обеспечения сигналом больших территорий при наличии источника гарантированного электропитания. Такими устройствами предлагается оснащать места временного пребывания населения или штаба ЧС. Эти точки доступа оборудованы возможностью подключения к порталам и интерфейсам доступа.

2. Мобильные точки доступа не имеют возможности подключения к порталам, т.е. являются по своей сути репитерами, тем самым выигрывая в массе и размере. Они оснащены разнообразными средствами крепления и защиты, что позволяет использовать их в полевых условиях при наличии источника электропитания, а также оснащать ими транспортные средства, участвующие в ликвидации ЧС.

3. Автономный ретранслятор предназначен для использования в качестве носимого и/или автономно установленного. Он имеет независимый источник питания, который позволяет организовать доступ к информационному portalу в любой точке зоны ЧС.

Для обеспечения возможности связи с прочими сетями в комплексе предусмотрен интерфейс доступа к информационным сетям общего пользования. Таковыми сетями могут быть сеть Интернет, а также телефонная сеть общего пользования (ТфОП). Возможность доступа к этим сетям ограничивается правами доступа, устанавливаемыми на коммуникационном portalе.

Для контроля состояния развёрнутой сети в комплексе присутствует система управления и мониторинга, которая подразумевает возможность оповещения о возможной потере связности (например, ввиду перемещения точек доступа относительно друг друга). Также существует возможность перераспределять трафик между точками доступа, выявляя и устраняя наиболее загруженные участки.

Полная структурная схема комплекса приведена на рис. 2. Данный комплекс обладает следующими ключевыми особенностями:

1. Простота развёртывания сети. Устройства не будут требовать никакой дополнительной настройки. Основное условие обеспечения связности сети – нахождение в пределах видимости как минимум одного устройства из сети.

2. Возможность быстрого развёртывания сети на большой территории за счёт носимых/возимых мобильных точек доступа.

3. Устройства возможно устанавливать в транспортные средства (ТС), что позволит организовывать оперативную связь внутри автоколонн или же при расстановке ТС на территории – охват этой территории сетью.

4. Реализация полностью функциональных внутренних ресурсов (информационного и коммуникационного портала), доступ к которым осуществляется через веб-интерфейс.

5. Подключение к сети осуществляется посредством любого устройства с возможностью подключения к WiFi. С точки зрения пользователя сеть представляется обычной открытой Wi-Fi-сетью. Разница только во внутренней структурной организации.



Рис. 2. Структурная схема предлагаемого комплекса

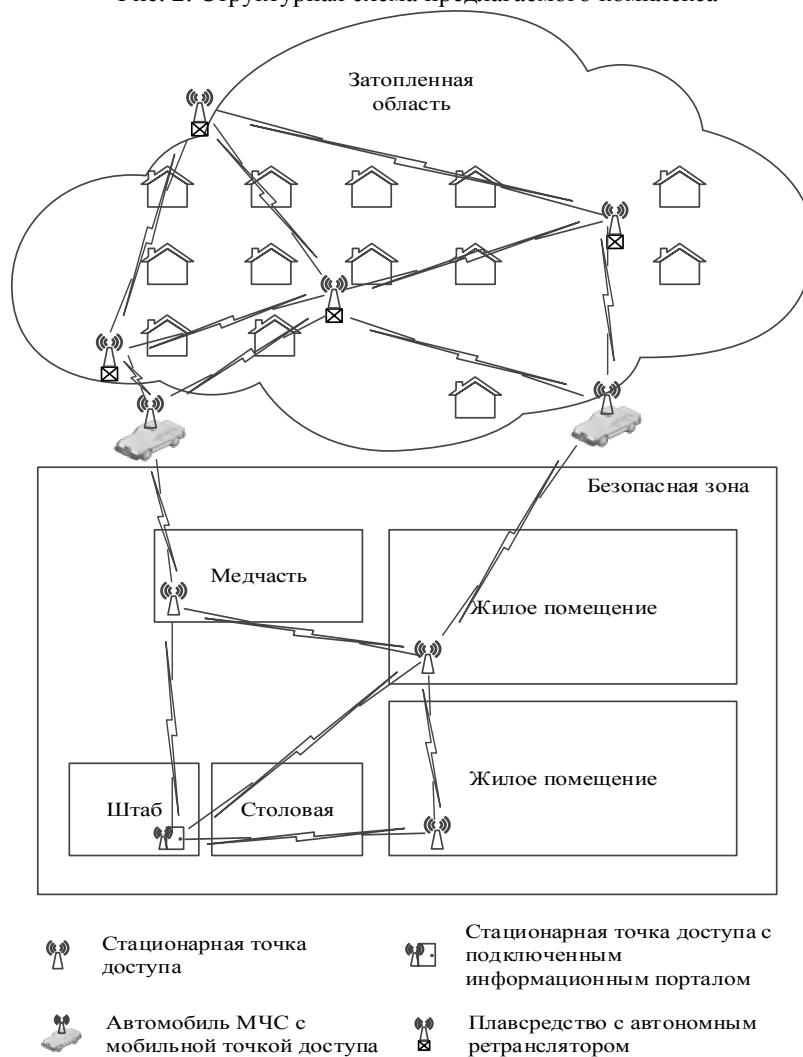


Рис. 3. Схема развёртывания комплекса

Пример использования комплекса. В качестве примера реального использования комплекса можно привести ЧС, возникшую в результате затопления жилой местности (рис. 3).

На рис. 3 приведена возможная схема реализации комплекса в случае затопления жилой местности. Затопленной оказалась территория с несколькими жилыми домами. Недалеко от зоны бедствия была образована безопасная зона, в которой временно размещаются жильцы затопленных домов, а также штаб ЧС и подсобные помещения. Используя предлагаемый комплекс, возможно развернуть сеть с общим доступом на территории бедствия. В штабе устанавливается стационарная точка доступа, к которой подключаются информационный, а также коммуникационный порталы. Эти порталы обеспечивают информирование населения о событиях, а также обеспечивают связь между оперативными службами. При использовании интерфейса подключения к внешним линиям возможно использование GSM-сети для связи с иными сетями (при наличии таковой). В каждом подсобном помещении также устанавливается стационарная точка доступа таким образом, чтобы в зоне радиочастотной видимости каждой точки находились ещё две. Таким образом, обеспечивается покрытие территории безопасной зоны устойчивым сигналом стандарта IEEE 802.11a/b/g/n (WiFi). Покрытие сетью затопленной территории обеспечивается за счёт автономных ретрансляторов, установленных на плавсредствах, а также выданных личному составу группы спасателей. Находясь в зоне видимости друг друга, такие ретрансляторы обеспечивают покрытие сетью большую территорию зоны.

Заключение. В статье представлен комплекс, позволяющий оперативно развёртывать информационную сеть в районе ЧС либо в районе проведения спецоперации. Комплекс базируется на беспроводных самоорганизующихся Mesh-сетях (стандарт IEEE 802.11s). Дано обоснование возможности реализации такого комплекса. Приведена и описана структура комплекса, включающая в себя как аппаратные, так и программные решения. Показан пример развёртывания и использования предлагаемого комплекса в конкретной ситуации, связанной с затоплением жилой местности.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках базовой части государственного задания ТУСУР на 2014 год (проект № 1220).

Литература

1. Указ Президента РФ от 13.11.2012 № 1522 «О создании комплексной системы экстренного оповещения населения об угрозе возникновения или о возникновении чрезвычайных ситуаций» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://graph.document.kremlin.ru/page.aspx?1633290>, свободный (дата обращения: 14.04.2014).
2. Разработка методологии информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей: отчет о работе (заключит.) / Центр исследования экстремальных ситуаций; МЧС России. – М., 2006.
3. Первая попытка SMS-оповещений о ЧС в Костроме провалилась [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://news.mail.ru/inregions/center/44/incident/11544067/>, свободный (дата обращения: 14.04.2014).
4. Наставление по организации управления и оперативного (экстренного) реагирования при ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mchs.gov.ru/upload/site1/library/TJut65rrGG.doc>, свободный (дата обращения: 14.04.2014).
5. Энциклопедия GSM-связи. Ч. 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.3dnews.ru/editorial/gsm_part2, свободный (дата обращения: 14.04.2014).
6. Gartner Says Annual Smartphone Sales Surpassed Sales of Feature Phones for the First Time in 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gartner.com/newsroom/id/2665715>, свободный (дата обращения 14.04.2014).
7. On distributed communications networks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pages.cs.wisc.edu/~akella/CS740/F08/740-Papers/Bar64.pdf>, свободный (дата обращения: 14.04.2014).
8. Paul Baran Invents Packet Switching [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.livinginternet.com/i/ii_rand.htm, свободный (дата обращения: 14.04.2014).
9. Mesh-сети: технологии, приложения, оборудование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tssonline.ru/articles2/fix-op/mesh_seti_tehn_prilozh_oborud, свободный (дата обращения: 14.04.2014).

10. Ячеистые сети [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://citforum.ru/nets/wireless/mesh/>, свободный (дата обращения: 14.04.2014).
11. Мещеряков Р.В. Характеристики надежности распределенных криптографических информационно-телекоммуникационных систем с ограниченными ресурсами / Р.В. Мещеряков, А.А. Шелупанов, Т.Ю. Зырянова // Вычислительные технологии. – 2007. – Т. 12. – № S1. – С. 62–67.
12. Росошек С.К. Встраивание криптографических функций в систему связи с ограниченными ресурсами / С.К. Росошек, Р.В. Мещеряков, А.А. Шелупанов, С.С. Бондарчук // Вопросы защиты информации. – 2004. – № 2. – С. 22–25.
13. Росошек С.К. Криптографические протоколы в системах с ограниченными ресурсами / Р.В. Мещеряков, С.К. Росошек, А.А. Шелупанов А.А., М.А. Сонькин // Вычислительные технологии. – 2007. – Т. 12. – № S1. – С. 51–61.

Мельников Максим Игоревич

Вед. инженер центра технологий безопасности ТУСУРа

Тел.: (382-2) 90-01-11 доб. 29-03

Эл. почта: mmi@keva.tusur.ru

Ковтун Александр Сергеевич

Аспирант каф. комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем ТУСУРа

Тел. (382-2) 90-01-11, доб. 29-01

Эл. почта: kas@isib.su

Melnikov M.I., Kovtun A.S.

Self-organizing network for operational information cooperation for the needs of the population and special purposes

The possibility of organizing a system of information exchange in the areas affected by the devastating impact of man-made or natural factors, using self-organizing networks. The proposed complex consist of the information environment hardware that is based on technology Wireless Mesh IEEE 802.11s and the information and communication portals that serve as the collaborative services and alert.

Keywords: cell topology, mesh networks, self-organized networks, SIP, XMPP, local information portal.