

В. И. ЗЫКОВ, д-р техн. наук, профессор, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, профессор кафедры специальной электротехники, автоматизированных систем и связи, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: zikov01@mail.ru)

Ю. А. ПОЛЯКОВ, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры инженерной теплофизики и гидравлики, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129365, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: polyakov-1930@mail.ru)

А. В. ФЕДОРОВ, д-р техн. наук, профессор, начальник кафедры пожарной автоматики, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: fedorov-ppa@yandex.ru)

В. В. КОКШИН, генеральный директор ООО "Аргус-Спектр М", лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники (Россия, 129068, г. Москва, ул. Большая Лубянка, 16, стр. 3; e-mail: vkokshin@mail.ru)

УДК 621.39:614.8

БЕСПРОВОДНЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ОПОВЕЩЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ О ПОЖАРАХ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Дан анализ основных требований к радиоканальным системам передачи извещений о пожарах и чрезвычайных ситуациях в части повышенной защищенности от электромагнитных наводок, возможности выбора рабочей частоты и наличия динамической маршрутизации, позволяющей использовать резервные и обходные маршруты при невозможности доставки сигналов о пожаре по основным маршрутам. Рассмотрен алгоритм функционирования системы радиоканального пожарного мониторинга, в которой в автоматическом режиме, без участия персонала объекта, передается сигнал о пожаре в службу "01", что позволяет значительно сократить время реагирования на сигнал тревоги. Показано, что применение двухстороннего радиоканала позволяет существенно расширить функциональные возможности системы мониторинга, в частности появляется возможность добавить функции системы оповещения. В МЧС России разработана совмещенная система мониторинга и оповещения в виде комплекса "Радиоволна" для своевременного доведения сигналов оповещения и экстренной информации до органов управления гражданской обороны и населения на муниципальном и объектовом уровнях. Рассмотрены функциональные возможности комплекса "Радиоволна". Показано, что использование одного оборудования для мониторинга и оповещения даст существенную экономию бюджетных средств.

Ключевые слова: пожарный мониторинг; пожары; чрезвычайные ситуации; системы оповещения; пожарная безопасность; радиоканал; управление эвакуацией людей; социальные объекты.

DOI: 10.18322/PVB.2016.25.10.67-73

Важную роль в снижении тяжести последствий от пожара играет его раннее обнаружение и оперативная передача сообщения о нем, что позволит обеспечить своевременное принятие мер по его ликвидации. От оперативности и надежности каналов связи в системе управления пожарными подразделениями зависит число человеческих жертв и материальный ущерб от пожаров. В связи с этим актуальным представляется повышение надежности систем пожарной безопасности, и в частности систем пожарной сигнализации, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре на объекте. На территории большинства городов или в непосредственной близости от них находится большое количество объектов, которые сами по себе представляют по-

тенциальную опасность для людей. К таким объектам относятся производства, связанные с переработкой радиоактивных материалов, нефтехимические и металлургические производства, объекты электроэнергетики, гидроузлы.

Для обеспечения безопасности людей в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС) необходимо решить две задачи: осуществить мониторинг состояния объектов и передачу информации с объектов экстренным службам реагирования и оповестить население об опасности посредством передачи информации широкому кругу людей.

Причиной тяжелых последствий ЧС на объектах является неспособность имеющихся систем обнаружения автоматически передавать тревожные со-

общения непосредственно в экстренные службы. Именно “человеческий фактор” приводит к задержке вызова подразделений МЧС до 20–30 мин и, как следствие, к большим человеческим жертвам. Решение этой проблемы заключается в круглосуточном мониторинге потенциально опасных объектов [1, 2].

12 июля 2012 г. вступили в силу изменения в “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности” [3], согласно которым больницы, школы, детские сады, дома престарелых и другие социальные объекты должны быть оборудованы системами передачи извещений (СПИ) о пожаре на пульт МЧС в автоматическом режиме.

Подобные СПИ уже давно применяются для охраны объектов. Однако в их функции не входит задача спасения людей, поэтому большинство систем мониторинга не удовлетворяют современным требованиям по оперативности и надежности. В них используются “общедоступные” каналы связи (GSM, телефон, Интернет и т. д.), которые имеют существенные недостатки:

- перегрузка телефонных сетей в случае паники в городе при ЧС;
- трудности использования GSM-связи в массовые праздники;
- отключение мобильной связи спецслужбами в случае террористического акта;
- вероятность повреждения проводных линий связи в случае ЧС.

Таким образом, низкая надежность этих каналов связи не позволяет использовать их для ответственных задач, связанных с обеспечением безопасности жизни людей. Необходим надежный, оперативный и независимый от сторонних компаний ресурс в условиях ЧС. Для этих целей наиболее оптимально подходит выделенный непосредственно для нужд МЧС радиоканал.

В системе передачи тревожных сообщений должна быть заложена возможность мониторинга по различным каналам связи — GSM, Ethernet, телефон. Однако основным каналом связи является двухсторонний радиоканал, организованный на выделенных специально для МЧС радиочастотах в диапазонах 146–174 и 403–470 МГц. Отдельная полоса радиочастот позволяет значительно повысить надежность и оперативность систем пожарного мониторинга и оповещения в целом.

При этом важно отметить, что системы противопожарной защиты, и прежде всего сигнальные проводные линии до каждого пожарного извещателя, должны функционировать в течение всего времени, необходимого для полной эвакуации людей в безопасное место (ст. 82 и 103 Технического регламента [3]). Однако в связи с ужесточением тре-



Рис. 1. Схема функционирования системы передачи информации о пожаре

бований к проводным системам реализовать это не всегда возможно.

Одним из возможных вариантов реализации требований Технического регламента является использование профессиональных беспроводных адресно-аналоговых систем пожарной сигнализации с двухсторонним протоколом обмена [1, 2, 4].

Беспроводная система передачи извещений должна обеспечить и с минимальными затратами реализовать требования новой нормативной базы, предъявляемые к системам пожарной сигнализации и оповещения, в частности повышенную защищенность от электромагнитных наводок, возможность оптимального выбора рабочей частоты, наличие динамической маршрутизации, позволяющей использовать резервные и обходные маршруты (каналы) при невозможности доставки сигналов о пожаре по основным маршрутам.

Система радиоканального мониторинга пожарной безопасности объекта в автоматическом режиме, без участия персонала объекта, должна без задержки передавать сигнал о пожаре в службу “01”, что позволит значительно сократить время реагирования на сигнал тревоги (рис. 1). Уже через доли секунды на экране монитора дежурного появляется схема объекта с указанием путей подъезда к нему и расположением гидрантов на прилегающей территории.

Аналогичная информация поступает и в автомобиль мобильного штаба пожаротушения. При срабатывании следующего извещателя информация обновляется в реальном масштабе времени.

Перспективы развития систем мониторинга и оповещения

К основным преимуществам беспроводной системы автоматического вызова сил реагирования на

пожары и ЧС и управления эвакуацией людей относятся:

- раннее обнаружение пожаров и ЧС различного вида [2, 4, 5–12] с последующей автоматической передачей сигнала непосредственно диспетчеру в центр единой диспетчерской службы города с использованием различных систем передачи информации (в том числе радиоканальных);
- полное исключение “человеческого фактора” задержки сообщения о пожаре или ЧС различного вида, что позволяет независимо от действий персонала диспетчерской службы при возникновении пожара или ЧС на объекте в центр ЕДДС города передать сигнал (угроза пожара или ЧС) с указанием адреса объекта, карты местности, подъездных путей к объекту и инженерных коммуникаций [12];
- возможность отображения всех событий у диспетчера ЕДДС в реальном времени, что обеспечивает своевременное принятие им управленческих решений и, соответственно, позволяет значительно снизить масштабы гибели людей и материальный ущерб от пожаров и ЧС [2, 6, 13, 14].

Применение двухстороннего радиоканала в системе пожарного мониторинга позволяет существенно расширить функциональные возможности системы мониторинга [1, 2, 13]. В настоящее время к ним добавились функции системы оповещения. Это передача и трансляция речевой и текстовой информации в случае чрезвычайной ситуации на все устройства системы оповещения.

Поскольку компоненты систем оповещения распределены по большой территории, возникает за-

дача организации линий связи внутри системы. Использование традиционных кабельных магистралей неминуемо приводит к большим временным и денежным затратам. Кроме того, существует риск повреждения кабельных линий связи в условиях ЧС, и в этом случае наиболее оптимальным решением является радиоканал, выделенный для нужд МЧС.

Система мониторинга должна осуществлять передачу сигнала о пожаре, наводнении, утечке газа и т. д. с объекта на пульт МЧС, а также оповещение населения о чрезвычайных ситуациях посредством (рис. 2):

- домофонов в жилых домах;
- громкоговорителей на улицах;
- табло “Бегущая строка” в учреждениях;
- видеотабло на вокзалах.

Оповещение на базе системы радиоканального мониторинга пожарной безопасности объектов позволит организовать как точечное оповещение (руководство организации, эксплуатирующей потенциально опасный объект, аварийно-спасательные формирования, руководителей дежурно-диспетчерских служб), так и массовое оповещение персонала организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, и населения, проживающего в зоне действия локальной системы оповещения. В обязательном порядке после сигнала сирены должна передаваться речевая информация для указания конкретных действий населения в городе.

Подобная совмещенная система оповещения была разработана МЧС России совместно с ВНИИПО МЧС России в виде комплекса “Радиоволна”. Специальные технические средства данного комплекса



Рис. 2. Система оповещения о пожарах и чрезвычайных ситуациях “Стрелец-мониторинг”

предназначены для обеспечения оперативного доведения тревожной информации до органов управления, должностных лиц, сил ГО и РСЧС и населения на муниципальном и объектовом уровнях об опасностях, возникающих при угрозе возникновения ЧС природного и техногенного характера.

Комплекс “Радиоволна” представляет собой беспроводной радиочастотный комплекс мониторинга параметров, характеризующих состояние безопасности объектов различного функционального назначения, оповещения персонала этих объектов и населения [2].

Комплекс “Радиоволна” — это первый комплекс оповещения, прошедший приемочные испытания после вступления в действие с 1 января 2015 г. государственного стандарта на технические средства оповещения. Комплекс полностью удовлетворяет требованиям указанного стандарта и рекомендован комиссией по проведению приемочных испытаний к серийному производству для создания и реконструкции муниципальных, локальных и объектовых систем оповещения.

Функциональные возможности комплекса позволяют в течение 1-й минуты оповестить до 1000 объектов, за 2-ю минуту — еще до 1000 объектов. Причем оповещение можно проводить адресно — по районам или по функциональным направленностям (например, оповестить больницы о подготовке к приему пострадавших, полицию и аварийные службы, соответствующие транспортные предприятия).

Функциональные возможности комплекса мониторинга и оповещения “Радиоволна”

Комплекс “Радиоволна” обеспечивает доведение информации:

- в качестве функции системы оповещения муниципального уровня:

- до специально подготовленных сил и средств, предназначенных и выделяемых (привлекаемых) для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, сил и средств гражданской обороны на территории муниципального образования;
- дежурно-диспетчерских служб организаций и производственных объектов;
- населения, проживающего на территории соответствующего муниципального образования;
- в качестве функции системы оповещения объектового уровня:
 - до руководящего состава гражданской обороны организации и объекта;
 - объектовых аварийно-спасательных формирований, в том числе специализированных;
 - персонала организации, эксплуатирующей производственный объект;
 - населения, проживающего в зоне действия локальной системы оповещения, посредством части системы оповещения муниципального уровня.

Оборудование гарантирует следующие способы оповещения:

- речевое оповещение:
 - синтезированные сообщения на основе произвольного текста;
 - воспроизведение предварительно записанных аудиосообщений;
 - воспроизведение радиосигнала (FM-диапазона) в режиме реального времени;
- оповещение в виде текста на табло “бегущая строка”;
- звуковое оповещение при помощи сирен;
- оповещение должностных лиц посредством SMS-сообщений.

Пример установки системы оповещения населения на улице представлен на рис. 3.

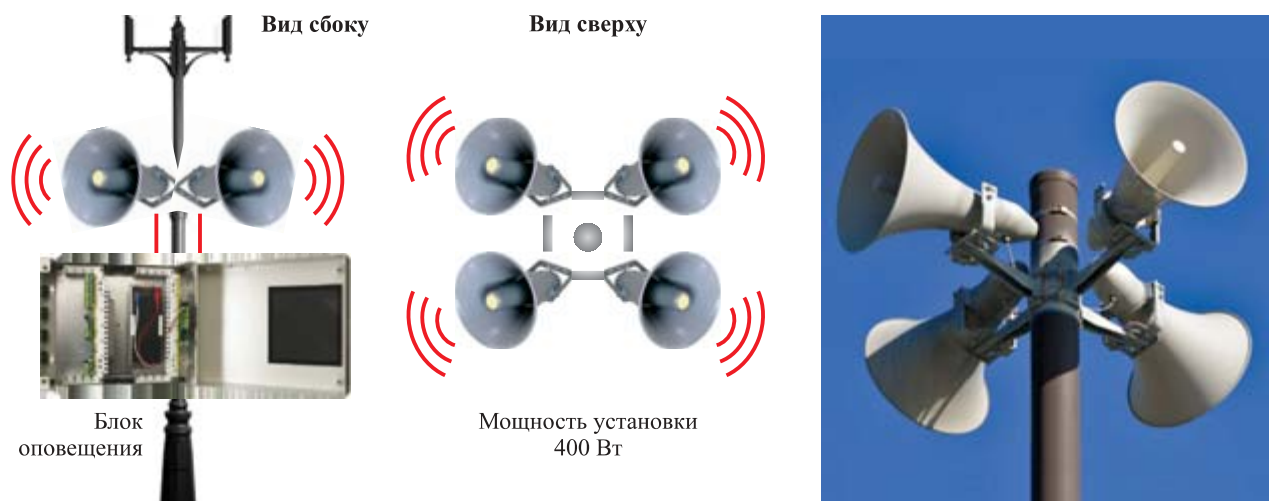


Рис. 3. Пример установки объектовой станции системы оповещения населения на улице

Применение единой системы, которая совмещает в себе функции мониторинга и оповещения, позволяет существенно сократить расходы, в том числе бюджетные: нет необходимости в выделении двух частотных диапазонов, установке двух комплектов оборудования, их техническом обслуживании, обучении персонала работе на двух системах.

Выводы

1. В системе передачи тревожных сообщений должна быть заложена возможность мониторинга по различным каналам связи — GSM, Ethernet, телефон, но основным каналом связи является двухсторонний радиоканал, организованный на выделенных специально для МЧС радиочастотах в диапазонах 146–174 и 403–470 МГц. Отдельная полоса радио-

частот позволяет значительно повысить надежность и живучесть систем пожарного мониторинга и оповещения в целом.

2. Благодаря внедрению современных радиоканальных систем пожарного мониторинга становится возможным значительно снизить число пострадавших при пожарах, техногенных авариях и стихийных бедствиях. Это обеспечивается за счет автоматического вызова сил реагирования экстренных служб по радиоканалу, специально выделенному для нужд МЧС России.

3. Радиоканальные системы раннего обнаружения пожара и других ЧС, а также оперативного оповещения о них позволят радикально изменить существующую в стране ситуацию по защите людей и объектов от пожаров и аварий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зыков В. И. Пожарный мониторинг: взгляд МЧС России // Системы безопасности. — 2013. — № 5. — С. 136–139.
2. Зыков В. И., Кокшин В. В., Кривошонов В. В. История создания и совершенствования беспроводных систем мониторинга: монография / Под общ. ред. В. И. Зыкова. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2016. — 160 с.
3. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон РФ от 22.07.2008 № 123-ФЗ // Собр. законодательства РФ. — 2008. — № 30 (ч. I), ст. 3579.
4. Федоров А. В., Членов А. Н., Лукьянченко А. А., Буцынская Т. А., Демёхин Ф. В. Системы и технические средства раннего обнаружения пожара: монография. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. — 159 с.
5. Pfister G. Definition von Brandgasen mit Festkörpersensoren // Seminar über Automatischen Brandentdeckung, Aube 82, Int. Vortrage. — 1982. — No. 2. — P. 78–86.
6. Симу Эм. Хаотические переходы в детерминированных и стохастических системах / Пер. с англ. — М.: Физматлит, 2007. — 208 р.
7. Поляков Ю. А. Ранняя диагностика пожаровзрывоопасности на основе микроэлектронных сенсоров // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. — 2009. — № 2. — С. 52–63.
8. Kaiser G. D., Walker B. C. Releases of anhydrous ammonia from pressurized containers — the importance of denser-than-air mixtures // Atmospheric Environment (1967). — 1978. — Vol. 12, Issue 12. — P. 2289–2300. DOI: 10.1016/0004-6981(78)90269-x.
9. Ludwig F. L. A model for simulating the behavior of pollutants emitted at ground level under time-varying meteorological conditions // Atmospheric Environment (1967). — 1981. — Vol. 15, Issue 6. — P. 989–999. DOI: 10.1016/0004-6981(81)90099-8.
10. Picknett R. G. Dispersion of dense gas puffs released in the atmosphere at ground level // Atmospheric Environment (1967). — 1981. — Vol. 15, Issue 4. — P. 509–525. DOI: 10.1016/0004-6981(81)90181-5.
11. Eidsvik K. J. A model for heavy gas dispersion in the atmosphere // Atmospheric Environment (1967). — 1980. — Vol. 14, Issue 7. — P. 769–777. DOI: 10.1016/0004-6981(80)90132-8.
12. Беликов А. К., Поляков Ю. А., Бегишев И. Р. Диагностика фотовоспламенения и распространения пламени в горючих газовых смесях // Пожаровзрывобезопасность. — 2009. — Т. 18, № 6. — С. 37–40.
13. Абрамов О. В. Мониторинг и прогнозирование технического состояния систем ответственного назначения // Информатика и системы управления. — 2011. — № 2. — С. 4–15.
14. Абрамов О. В. Возможности и перспективы функционально-параметрического направления теории надежности // Информатика и системы управления. — 2014. — № 4(42). — С. 64–77.

Материал поступил в редакцию 23 августа 2016 г.

Для цитирования: Зыков В. И., Поляков Ю. А., Федоров А. В., Кокшин В. В. Беспроводные системы мониторинга и оповещения населения о пожарах и чрезвычайных ситуациях // Пожаровзрывобезопасность. — 2016. — Т. 25, № 10. — С. 67–73. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.10.67-73.

WIRELESS SYSTEMS OF MONITORING AND WARNING THE POPULATION ABOUT FIRE AND EMERGENCIES

ZYKOV V. I., Doctor of Technical Sciences, Professor, Prize Winner of Government of Russian Federation in the Science and Technology, Professor of Department of Special Electrical Engineering Computer-Aided Systems and Communication, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation; e-mail address: zykov01@mail.ru)

POLYAKOV Yu. A., Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Engineering Thermophysics and Hydraulics Department, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation; e-mail address: polyakov-1930@mail.ru)

FEDOROV A. V., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Fire Automation Department, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., Moscow, 129366, Russian Federation; e-mail address: fedorov-ppa@yandex.ru)

KOKSHIN V. V., Prize Winner of Government of Russian Federation in the Science and Technology, General Director of "Argus-Spectrum M" (Bolshaya Lubyanka St., 16, build. 3, Moscow, 129068, Russian Federation; e-mail address: vkokshin@mail.ru)

ABSTRACT

The purpose of this article is to review the main technical and operational requirements for modern wireless systems, monitoring of fire safety facilities and warning the population about the occurrence of a fire or emergencies.

Important role in reducing the severity of the consequences from fires plays an early detection and rapid transmission of the message on a fire, ensuring the timely adoption of measures for its liquidation.

To ensure the safety of people in emergencies it's necessary to solve two priorities: to monitor the condition of objects and the transfer of information from the objects of the emergency services response and to inform the public about the danger through the transmission of information to a wide range of people.

It's possible by using of professional wireless analogue addressable fire alarm systems with two-way exchange protocol. Wireless systems alarm transmission must provide an implementation of the requirements of the new regulatory framework applicable to fire alarm systems and notification.

The system of radio channel monitoring of fire safety in automatic mode, without participation of the staff of the facility shall without delay send a signal about the fire service "01" that will significantly reduce the response time to an alarm.

For reliable work of system it is necessary to allocate for the needs of the emergency radio channel with a separate band of radio. The use of two way radio has greatly expanded the functionality of the monitoring system. Currently there are added functions of the system.

System monitoring and alerts should provide the capability to collect the signal about a fire and other emergencies from the object to the control of the Emercom, and the ability to inform the public of an emergency (intercoms in homes; loudspeakers in the streets; scoreboard "Ticker" in institutions; video screens at train stations).

Such a combined warning system was developed by Emercom of Russia jointly with the VNIPO of Emercom of Russia in the form of complex "Radio wave". Special technical means complex "Radio wave" is designed to provide in a timely manner alerts and emergency information to

authorities, officials, civil defence force and the population about the dangers arising from the threat of or occurrence of a disaster.

The use of a unified system that combines the functions of monitoring and alerting can significantly reduce costs, including budget.

It is possible to make an unambiguous conclusion that the radio system early detection of fires and other emergencies, and prompt alerts will allow to radically change the existing situation for the protection of people and objects from fire and accidents.

Keywords: monitoring of fire safety; fires; emergencies; warning systems; fire safety; radio channel; management of human evacuation; social objects.

REFERENCES

1. Zykov V. I. Fire monitoring: a sight of the Ministry of Emergency Measures of Russia. *Sistemy bezopasnosti (Security and Safety)*, 2013, no. 5, pp. 136–139 (in Russian).
2. Zykov V. I., Kokshin V. V., Krivoshonok V. V. *History of creation and perfection of wireless systems of monitoring*. Monography. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2016. 160 p. (in Russian).
3. Technical regulations for fire safety requirements. Federal Law on 22. 07. 2008 No. 123. *Sobraniye zakonodatelstva RF (Collection of Laws of the Russian Federation)*, 2008, no. 30 (part I), art. 3579 (in Russian).
4. Fedorov A. V., Chlenov A. N., Lukyanchenko A. A., Butsynskaya T. A., Demekhin F. V. *System and means of early detection of a fire*. Monography. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2009. 159 p. (in Russian).
5. Pfister G. Definition von Brandgasen mit Festkörpersensoren. *Seminar über Automatischen Brandentdeckung*, Aube 82, Int. Vortrage, 1982, no. 2, pp. 78–86.
6. Simiu E. *Chaotic transitions in deterministic and stochastic dynamical systems*. Princeton, Princeton University Press, 2002. 240 p. DOI: 10.1515/9781400832507.
7. Polyakov Yu. A. Early diagnosis of fire on the basis of microelectronic sensor. *Pozhary i chezyvchaynyye situatsii: predotvrashcheniye, likvidatsiya (Fire and Emergencies: Prevention, Elimination)*, 2009, no. 2, pp. 52–63 (in Russian).
8. Kaiser G. D., Walker B. C. Releases of anhydrous ammonia from pressurized containers — the importance of denser-than-air mixtures. *Atmospheric Environment* (1967), 1978, vol. 12, issue 12, pp. 2289–2300. DOI: 10.1016/0004-6981(78)90269-x.
9. Ludwig F. L. A model for simulating the behavior of pollutants emitted at ground level under time-varying meteorological conditions. *Atmospheric Environment* (1967), 1981, vol. 15, issue 6, pp. 989–999. DOI: 10.1016/0004-6981(81)90099-8.
10. Picknett R. G. Dispersion of dense gas puffs released in the atmosphere at ground level. *Atmospheric Environment* (1967), 1981, vol. 15, issue 4, pp. 509–525. DOI: 10.1016/0004-6981(81)90181-5.
11. Eidsvik K. J. A model for heavy gas dispersion in the atmosphere. *Atmospheric Environment* (1967), 1980, vol. 14, issue 7, pp. 769–777. DOI: 10.1016/0004-6981(80)90132-8.
12. Belikov A. K., Polyakov Yu. A., Begishev I. R. The diagnosis of photoignition and flame spread in combustible gas mixtures. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2009, vol. 18, no. 6, pp. 37–40 (in Russian).
13. Abramov O. V. Monitoring and forecasting of the technical condition of systems of responsible appointment. *Informatika i sistemy upravleniya (Information Science and Control Systems)*, 2011, no. 2(28), pp. 4–15 (in Russian).
14. Abramov O. V. Possibilities and prospects of the functional-parametrical approach of reliability theory. *Informatika i sistemy upravleniya (Information Science and Control Systems)*, 2014, no. 4(42), pp. 64–77 (in Russian).

For citation: Zykov V. I., Polyakov Yu. A., Fedorov A. V., Kokshin V. V. Wireless systems of monitoring and warning the population about fire and emergencies. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2016, vol. 25, no. 10, pp. 67–73. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.10.67-73.