

В. С. АРТАМОНОВ, д-р воен. наук, д-р техн. наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, статс-секретарь — заместитель Министра Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (Россия, 109012, г. Москва, Театральный пр., 3; e-mail: artamonov_vs@mail.ru)

А. С. ПОЛЯКОВ, д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности, Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России (Россия, 196105, г. Санкт-Петербург, Московский просп., 149; e-mail: poljakov_as@mail.ru)

А. Н. ИВАНОВ, канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры прикладной математики и информационных технологий, Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России (Россия, 196105, г. Санкт-Петербург, Московский просп., 149; e-mail: iv.52@mail.ru)

УДК 654.924.56;614.842.435

СВЕРХРАННЕЕ И РАННЕЕ ОБНАРУЖЕНИЕ ЗАГОРАНИЙ: ПОНЯТИЯ, ГРАНИЦЫ ПРИМЕНЕНИЯ И ЕДИНСТВО

Показана история появления термина “сверхраннее обнаружение загораний”. Рассмотрено сегодняшнее состояние вопроса сверхраннего обнаружения загораний с научной, технической и организационно-правовой сторон. Показаны роль и место сверхраннего обнаружения загораний в системе обеспечения пожарной безопасности. На основании изучения литературных данных и результатов проведенных экспериментов предложены направления реализации концепции сверхраннего обнаружения загораний с учетом современного состояния средств пожарной автоматики. Предложено ввести на уровне руководящих документов понятия сверхраннего и раннего обнаружения загорания. Показано, что основной задачей системы сверхраннего обнаружения должно являться обнаружение не загорания, а точек, подозрительных с точки зрения возможного загорания. Применительно к техническим средствам сверхраннего обнаружения загораний вместо термина “пожарный извещатель” предложено применять термин “датчик обнаружения источника возможного загорания” или “датчик пожарной опасности”. Установлено, что целесообразно реализовывать сверхраннее обнаружение в локальной системе безопасности объекта, так как сигналы от средств сверхраннего обнаружения не требуют активных действий караулов пожарной охраны.

Ключевые слова: сверхраннее обнаружение загораний; угарный газ CO; газовый пожарный извещатель; датчик температуры; тепловизор; локальная система безопасности объекта.

DOI: 10.18322/PVB.2016.25.09.78-83

Словосочетание “сверхраннее обнаружение загораний” как термин впервые прозвучало на I межведомственном семинаре “Физические и физико-химические методы и средства сверхраннего обнаружения загораний”, состоявшемся в ноябре 1993 г. на базе Санкт-Петербургской высшей пожарно-технической школы МВД России (ныне Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России).

Термин “сверхраннее обнаружение загораний” введен как альтернативный применяемым методам раннего обнаружения загораний [1] и означает “установление с заданной достоверностью факта, времени и места начавшихся предпламенных и пламенных процессов, ведущих к начальной стадии пожара, когда еще имеется возможность подавления загораний переносными или встроенными в защи-

щаемый объект автоматическими средствами пожаротушения до прибытия к очагу пожара подразделений государственной противопожарной службы” [2].

В настоящее время термины “сверхраннее обнаружение загораний” и “раннее обнаружение загораний” довольно часто встречаются в научных публикациях, но авторы порой толкуют их по-разному, а иногда не делают различия между ними, в зависимости от того, насколько предлагаемое ими решение, по их мнению, лучше по сравнению с известными методами раннего обнаружения загораний [3–5].

Таким образом, и в настоящее время, спустя 23 года после упомянутого нами семинара, идея сверхраннего обнаружения загораний продолжает оставаться одной из самых привлекательных для лиц, занимающихся разработками в этой области [3–5].

Следует отметить, что работы по исследованию проблем раннего и сверхраннего обнаружения активно ведутся и за рубежом [6–8].

Отмеченные обстоятельства послужили основанием для написания настоящей статьи.

Проблему сверхраннего обнаружения загораний следует рассматривать с научной, технической и организационно-правовой сторон.

Научная сторона проблемы

В работе [1] теория раннего обнаружения загораний построена на изменениях характеристик температурных и дымовых полей, создаваемых развитыми очагами загораний. Таким образом, ни повышение чувствительности пожарных извещателей, ни избыточное (сверхнормативное по количеству) оснащение ими защищаемых объектов в этом случае не в состоянии принципиально изменить картину обнаружения загораний. Этим путем можно повысить лишь достоверность обнаружения места возникшего очага загорания, но невозможно заблаговременно его обнаружить и предупредить дальнейшее развитие неконтролируемых процессов.

Возникновение идеи сверхраннего обнаружения обусловлено тем, что недостаточно регистрировать характеристики температурных и дымовых полей очагов уже развившихся загораний, поскольку это влечет за собой запоздалые действия персонала по тушению пожара. А заключается идея в том, что необходимо контролировать изменения этих характеристик до наступления загорания или, в крайнем случае, на очень раннем этапе его развития.

К таким изменениям (сигналам о сверхраннем обнаружении загорания) могут быть отнесены, например, скорость и ускорение изменения температуры нагрева T поверхности или объема физических тел (в том числе объемов помещений), концентрации C выделяющихся специфических газов и другие характерные признаки.

К изменению газового состава среды приводят выделяющиеся при нагреве многих материалов молекулы угарного газа, водорода и углекислого газа. Как правило, с началом тления в атмосферу защищаемого объекта начинает выделяться угарный газ СО. Его концентрация 20–40 ppm в воздухе означает, что уже началось тление [5]. Регистрация этих изменений среды позволяет задолго до появления дыма и огня сформировать сигнал пожарной опасности, который может служить заблаговременным оповещением о несанкционированном нагреве в элементах защищаемого объекта. Другими словами, зафиксировав эти изменения, мы получим информацию о том, что в данный момент в защищаемом объекте есть точки, подозрительные с точки зрения возникновения в них пожара. Интенсивность выде-

ления газов и их количество будут зависеть от вида нагреваемого материала.

Поскольку пожарную опасность идентифицируют обычно с высокой температурой, влияющей на процессы деструкции материалов, рассмотрена физико-математическая модель, пригодная для решения практических задач сверхраннего обнаружения загораний [9]. Она базируется на известной физической модели фазовых превращений при нагреве твердого тела: $T = f(Q)$ (где Q — количество тепла, необходимое для фазовых превращений). Учитывая, что время разогрева τ , мощность теплового потока N и количество тепла Q связаны зависимостью $\tau = Q/N$, можно утверждать, что и для функции $T = f(\tau)$ сохраняется прежний характер зависимости.

Точное аналитическое решение поставленной задачи отсутствует, поскольку величины Q и N могут быть переменными, поэтому был применен метод последовательного приближения, в том числе использование результатов анализа экспериментов, описанных в работе [10].

Обработка указанных данных позволила получить следующую зависимость:

$$T = \begin{cases} T_{\text{воспл}} (1 - e^{-k\tau^{2/2}}) + T_0 e^{-k\tau^{2/2}}, & T_0 \leq T \leq T_{\text{воспл}}; \\ T_{\text{max}} (1 - e^{-k_1\tau^{2/2}}) + T_{\text{воспл}} e^{-k_1\tau^{2/2}}, & T_{\text{воспл}} \leq T \leq T_{\text{max}}, \end{cases}$$

где $T_{\text{воспл}}$ — температура воспламенения вещества;
 k, k_1 — коэффициенты, учитывающие условия теплообмена;

T_0 — температура окружающей среды;

T_{max} — максимальная температура горения вещества;

T — текущая температура, являющаяся функцией времени нагрева.

Анализ зависимости показывает, что функция $T = f(\tau)$ содержит три величины — $T_0, T_{\text{воспл}}, T_{\text{max}}$. Точки перегиба этой функции могут быть вычислены по известным в математике формулам.

Таким образом, зная температуру на поверхности вещества в начальный момент и в некоторый зарегистрированный (или контролируемый) момент времени, можно оценить ситуацию и спрогнозировать характер развития будущего пожара и остальные параметры, необходимые для принятия мер по предупреждению дальнейших негативных последствий.

Как видно из рис. 1, в период времени с момента начала повышения температуры до точки воспламенения (или самовоспламенения) обнаружить соответствующие этому процессу изменения среды, и в первую очередь ее газового состава, можно до появления первых видимых признаков пожара — дыма и пламени. При этом время достижения кри-

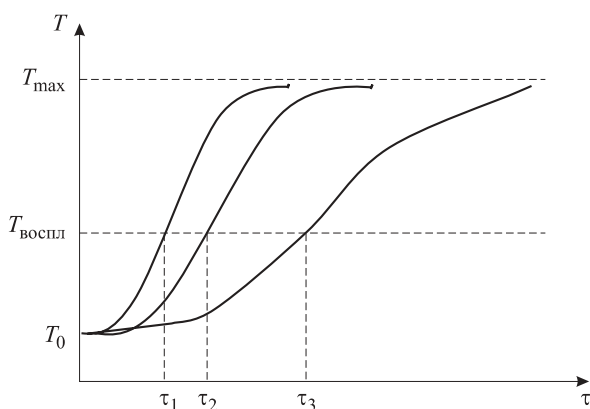


Рис. 1. Варианты изменения температуры тела при нагреве

тических значений температуры веществом будет определяться интенсивностью нагрева.

Наиболее подходящими для обнаружения этих изменений техническими средствами являются газовые пожарные извещатели, которые в настоящее время используют не только для обнаружения пожара, но и для защиты людей от угарного газа, так как 80 % смертельных случаев на пожарах приходится на отравление угарным газом [5].

Техническая сторона проблемы

На сегодняшний день проблему можно считать практически решенной в части применения датчиков температуры (для непрерывного контроля степени нагрева жидкостей) [10], автоматических газоанализаторов различных типов (для определения концентраций различных газов и паров) [11, 12], тепловизоров (для контроля температурных полей в помещениях) [13].

Например, ряд нефтебаз Ленобласти оснащен системами противоаварийной защиты (ПАЗ), контролирующими загазованность воздушной среды в местах потенциального скопления паров нефтепродуктов (площадки приема и выдачи нефтепродуктов в транспортные средства, насосные станции). При этом в зависимости от физико-химических свойств этих продуктов датчики дозрывных концентраций настраивают на срабатывание при достижении соответственно 10 % (первый порог опасности), 20 % (второй порог опасности) и 50 % (предельное значение) от нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР).

Кроме того, система ПАЗ обеспечивает отключение насосных агрегатов при утечках нефтепродуктов и пожаре (с активацией светозвуковой сигнализации). В системах применены сигнализаторы дозрывных концентраций газа оптического принципа действия, имеющие встроенные аппаратно-программные средства самодиагностики и способные передавать в GPS сигналы о необходимости технического обслуживания или сбое в работе.

Организационно-правовая сторона проблемы

Можно ли считать, что принцип сверххранного обнаружения загораний реализован на практике, а повсеместное внедрение его решит проблему ликвидации возможного источника загорания до появления пламени? К сожалению, анализируя публикации в специализированных журналах, утвердительного ответа на этот вопрос дать нельзя. И причин здесь несколько. Главная же состоит в том, что приемные устройства регистрации сигналов (чувствительные элементы пожарных извещателей, способные реагировать на весьма малые изменения температур тел и концентраций газов), которые должны реализовывать процесс сверххранного обнаружения загораний, в большинстве своем по-прежнему регистрируют очевидные признаки пожара. Этим объясняется то, что их сигнал однозначно воспринимается как сигнал для выезда караула пожарной охраны [5, 11, 12]. В связи с этим многие авторы высказывают опасения по поводу большого количества ложных выездов караулов и срабатывания систем автоматического пожаротушения.

Вместе с тем сверххранное обнаружение загораний имеет своей целью обнаружение не пожара, а места (точки) возможного загорания. При достижении этой цели отпадает необходимость как в выезде караула пожарной охраны, так и в срабатывании системы автоматического пожаротушения.

Из изложенных соображений логично вытекает вывод, что сверххранное обнаружение загораний должно реализовываться не в системе ГПС МЧС России, а в локальной системе безопасности объекта (как это организовано на некоторых нефтебазах Ленобласти), ибо оно не требует активных действий по тушению.

В связи с этим применительно к техническим средствам сверххранного обнаружения загораний вместо термина “пожарный извещатель” целесообразно применять термин “датчик обнаружения источника возможного загорания” или “датчик пожарной опасности”.

Традиционно деятельность ГПС МЧС России направлена на пожарную профилактику объектов и непосредственное тушение пожаров. Сверххранное обнаружение пожара является промежуточным звеном между этими двумя функциями, и оно должно обеспечиваться администрацией объекта (собственниками или арендаторами зданий, особенно при их частой смене и перепрофилировании назначения объекта). Структурно технология обеспечения пожарной безопасности должна выглядеть так, как показано на рис. 2.

В связи с этим предлагаемое в некоторых статьях сочетание дымового, газового и теплового сен-



Рис. 2. Вариант структуры системы пожарной безопасности

соров в одном пожарном извещателе, на наш взгляд, не совсем целесообразно.

Газовые пожарные извещатели СО, которые могли бы стать основной технической составляющей системы сверхраннего обнаружения загораний, в отличие от извещателей других принципов действия более избирательны в возможности их применения в зависимости от вида объекта и возможной скорости развития пожара.

Хотя газообразные продукты горения выделяются практически при всех типах пожаров, газовые пожарные извещатели наиболее эффективны при пожарах с длительным периодом тления: в этом случае температура очага мала и материал подвергается пиролизу с большим выделением газообразных веществ. Иначе говоря, если ожидается тление ткани, бумаги, деревянной или пластиковой обшивки, кабеля, то газовый пожарный извещатель достаточно эффективно обнаружит загорание еще на стадии тления [5].

В связи с этим при разработке теории вопроса появляется настоятельная необходимость наложить определенные ограничения (начальные условия) на возможность применения газовых пожарных извещателей в виде четкой градации типа защищаемых объектов, возможных источников загорания, вариантов развития пожара.

Как только газовые пожарные извещатели будут выделены в отдельную группу, вместе с изменением их статуса и терминологии потребуются разработка тактики их применения, ведь в охранной технике практически все недостатки средств обнаружения нейтрализуются за счет их тактически грамотной расстановки. Так, в пределах любого помещения вероятность загорания распределена по его

объему не равномерно, а точно, поэтому и газовые пожарные извещатели должны быть размещены как можно ближе к точкам, в которых возможно загорание. Тогда в процессе диффузионного распространения молекул СО требуемый порог концентрации в районе чувствительного элемента (сенсора) извещателя будет достигнут быстрее за счет сокращения времени рассеивания.

С учетом того что диффузия молекул происходит равномерно во всех направлениях, сенсоры СО всех пожарных извещателей регистрируют пороговое значение их концентрации, но с разницей во времени. Анализ этой разницы, привязанной к плану контролируемого помещения, позволит с высокой степенью точности определить место в помещении, подозрительное с точки зрения возможного загорания.

Для снижения вероятности ложных сигналов и, соответственно, повышения достоверности обнаружения нужно использовать все возможности аппаратных средств борьбы с помехами, а для этого должны быть изучены параметры сигнала о появлении несанкционированного нагрева элементов охраняемого помещения и выбраны соответствующие алгоритмы его выделения на фоне помех.

При таком подходе вполне реальным становится предотвращение пожара на основе сверхраннего обнаружения места возможного загорания. Однако для этого должен быть сделан главный шаг: в руководящие документы должны быть введены понятия сверхраннего и раннего обнаружения загораний. Только это положит конец путанице в определениях, даст возможность выделить эти исследования в отдельное направление в работе научно-исследовательских подразделений, занимающихся разработкой средств пожарной автоматики. Кроме того, к этой проблеме следует привлечь внимание адъюнктов, аспирантов и соискателей ученых степеней технических вузов, работающих по научной специальности “Пожарная и промышленная безопасность”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шаровар Ф. И. Методы раннего обнаружения загораний. — М. : Стройиздат, 1988. — 336 с.
2. Звонов В. С., Малинин В. Р., Поляков А. С. Можно ли предупредить пожар? / Физические и физико-химические методы и средства сверхраннего обнаружения загораний: материалы I межотраслевого семинара, 17 ноября 1993 г. — СПб. : Санкт-Петербургская высшая инженерная пожарно-техническая школа, 1994. — 68 с.
3. Рукин М. В. Газовые СО-извещатели — сверхраннее и точное обнаружение возгораний на взрывоопасных объектах. URL: <http://pandia.ru/text/78/179/58090.php> (дата обращения: 20.05.2016).
4. Федоров А. В., Членов А. Н., Лукьянченко А. А., Буцынская Т. А., Демёхин Ф. В. Системы и технические средства раннего обнаружения пожара. — М. : Академия ГПС МЧС России, 2009. — 158 с.
5. Сайдуллин Е. Газовые пожарные извещатели: обнаружение пожара на ранней стадии // Алгоритм безопасности. — 2009. — № 6. — С. 32–34.

6. *Joseph E. Johnson*. Engineering early warning fire detection // *Fire Technology*. — 1969. — Vol. 5, No. 1. — P. 5–15. DOI: 10.1007/BF02591608.
7. *Brian J. Meacham*. Factors affecting the early detection of fire in electronic equipment and cable installations // *Fire Technology*. — 1993. — Vol. 29, No. 1. — P. 34–59. DOI: 10.1007/BF01215357.
8. *Susan L. Rose-Pehrsson, Sean J. Hart, Thomas T. Street, Frederick W. Williams, Mark H. Hammond, Daniel T. Gottuk, Mark T. Wright, Jennifer T. Wong*. Early warning fire detection system using a probabilistic neural network // *Fire Technology*. — 2003. — Vol. 39, No. 2. — P. 147–171. DOI: 10.1023/A:1024260130050.
9. *Астапенко В. М., Кошмаров Ю. А., Молчадский И. С., Шевляков А. Н.* Термогазодинамика пожаров в помещениях. — М.: Стройиздат, 1988. — 448 с.
10. *Звонов В. С., Иванов А. Н., Поляков А. С.* Физико-математическое моделирование процесса развития горения материалов в интересах сверхраннего обнаружения пожаров // Новые технологии в деятельности органов и подразделений МЧС России: материалы Всероссийской научно-практической конференции, 26 мая 2004 г. — СПб., 2004. — С. 31–37.
11. *Неплюхов И. Г.* Несколько предложений в проект СП 5.13130 // Технологии защиты. — 2015. — № 4. — С. 25–31.
12. *Неплюхов И. Г.* Извещатели пожарные дымовые или газовые? // Пожарная безопасность: специализированный каталог. — 2015. — С. 52–56. URL: <http://www.secuteck.ru/imag/fire-0-2015> (дата обращения: 25.05.2016).
13. *Никитин С.* Тепловизоры как средство профилактики пожаров // Алгоритм безопасности. — 2013. — № 5. — С. 60–61.

Материал поступил в редакцию 31 мая 2016 г.

Для цитирования: *Артамонов В. С., Поляков А. С., Иванов А. Н.* Сверхраннее и раннее обнаружение загораний: понятия, границы применения и единство // Пожаровзрывобезопасность. — 2016. — Т. 25, № 9. — С. 78–83. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.09.78-83.

English

ULTRAEARLY AND EARLY FIRE DETECTION: TERMS, LIMITS OF USE AND UNITY

ARTAMONOV V. S., Doctor of Military Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Honorary Worker of Russian Higher Education, Winner of the Russian Federation Government Prize in Science and Engineering, State Secretary – Deputy Minister of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (Teatralnyy Way, 3, Moscow, 090121, Russian Federation; e-mail address: artamonov_vs@mail.ru)

POLYAKOV A. S., Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Worker of Science of the Russian Federation, Professor of the Physical and Technical Basement of Fire Safety Ensuring Department, Saint Petersburg University of the State Fire Service of Emercom of Russia (Moskovskiy Avenue, 149, Saint Petersburg, 196105, Russian Federation; e-mail address: poljakov_as@mail.ru)

IVANOV A. N., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Applied Mathematics and Information Technologies Department, Saint Petersburg University of the State Fire Service of Emercom of Russia (Moskovskiy Avenue, 149, Saint Petersburg, 196105, Russian Federation; e-mail address: iv.52@mail.ru)

ABSTRACT

Nowadays the term “ultraearly fire detection” and “early detection of fires” can be encountered in scientific publications, but often authors interpret their essence differently. Sometimes they make no distinction between them, depending on their solution value in comparison with known methods of early fires detection. At the same time the idea of ultraearly fire detection is still not implemented in practice. Therefore, the problem of ultraearly fire detection is considered from scientific, technical, organizational and legal points of view.

Scientific aspect. The idea of ultraearly fire detection lies in the fact that it is insufficient to register characteristics of temperature and smoke fields of already developed fires. It entails delayed personnel fire fighting action. It is necessary to monitor changes in these parameters before ignition

or, in extreme cases, on very early stage of fire. These changes (signals about ultraearly fire detection) are next: for example, changes of velocity and acceleration of the physical bodies surface heating temperature or volume (including room volume), concentration of specific emitting gases and other characteristic signs. Emitting during heating of many materials carbon monoxide, hydrogen, and carbon dioxide gas molecules change air composition. Registration of such changes allows generate fire alert signal long before smoke and fire appearance. It can be an early warning about unexpected elements heating in protecting object.

The technical aspect. Nowadays we have temperature sensors, thermal imagers, automatic various types gas analyzers. In the article, we have considered gas fire detectors which are the most appropriate for ultraearly fire detection today. We substantiate the expediency of terminology change in relation to technical tools, realizing the idea of ultraearly fire detection as well as we detect not fire, but places (points) of possible ignition.

Organizational and legal aspect. We have to make an important step on the level of guidance documents to realize the idea of ultraearly fire detection. Terms of early and ultraearly fire detection should be introduced. Only this will stop confusion in terms, allow distinguish researches in separate areas of scientific organizations involved in fire automatic developing.

Keywords: ultraearly fire detection; carbon monoxide CO; gas fire detector; temperature sensor; thermal imager; object local safety system.

REFERENCES

1. Sharovar F. I. *Early fire detection methods*. Moscow, Stroyizdat Publ., 1988. 336 p. (in Russian).
2. Zvonov V. S., Malinin V. R., Polyakov A. S. Is it possible to prevent the fire?. In: *Physical and physico-chemical methods and means of ultra-early detection of the fire. Proceedings of the I Interindustry Seminar*, November 17, 1993. St. Petersburg, St. Petersburg High Fire-Technical School, 1994. 68 p. (in Russian).
3. Rukin M. V. *Gas CO detectors — ultraearly and accurate fire detection on explosive objects*. Available at: <http://pandia.ru/text/78/179/58090.php> (Accessed 20 May 2016) (in Russian).
4. Fedorov A. V., Chlenov A. N., Lukyanchenko A. A., Butinskaya T. A., Demekhin F. V. *Early fire detection systems and technical means*. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2009. 158 p. (in Russian).
5. Saydulin E. Gas fire detectors: early stage fire detection. *Algoritm bezopasnosti (Security Algorithm)*, 2009, no. 6, pp. 32–34 (in Russian).
6. Joseph E. Johnson. Engineering early warning fire detection. *Fire Technology*, 1969, vol. 5, no. 1, pp. 5–15. DOI: 10.1007/BF02591608.
7. Brian J. Meacham. Factors affecting the early detection of fire in electronic equipment and cable installations. *Fire Technology*, 1993, vol. 29, no. 1, pp. 34–59. DOI: 10.1007/BF01215357.
8. Susan L. Rose-Pehrsson, Sean J. Hart, Thomas T. Street, Frederick W. Williams, Mark H. Hammond, Daniel T. Gottuk, Mark T. Wright, Jennifer T. Wong. Early warning fire detection system using a probabilistic neural network. *Fire Technology*, 2003, vol. 39, no. 2, pp. 147–171. DOI: 10.1023/A:1024260130050.
9. Astapenko V. M., Koshmarov Yu. A., Molchadskiy I. S., Shevlyakov A. N. *Indoor fires thermogas-dynamics*. Moscow, Stroyizdat Publ., 1988. 448 p. (in Russian).
10. Zvonov V. S., Ivanov A. N., Polyakov A. S. Physical and mathematical modeling of materials burning process in the interests of fire early detection. In: *New technologies in the activity of Emercom of Russia units. Proceedings of Scientific and Practical Conference*, 26 May 2004. Saint Petersburg, 2004, pp. 31–37 (in Russian).
11. Neplokhov I. G. Some proposals in the draft of set of rules 5.13130. *Tekhnologii zashchity (Protection Technologies)*, 2015, no. 4, pp. 25–31 (in Russian).
12. Neplokhov I. G. Fire annunciators smoke or gas? *Pozharnaya bezopasnost. Spetsializirovannyi katalog (Fire Safety. Special Catalogue)*, 2015, pp. 52–56 (in Russian). Available at: <http://www.secu-teck.ru/imag/fire-0-2015/> (Accessed 25 of May 2016).
13. Nikitin S. Thermal imagers as a fire prevention means. *Algoritm bezopasnosti (Safety Algorithm)*, 2013, no. 5, pp. 60–61 (in Russian).

For citation: Artamonov V. S., Polyakov A. S., Ivanov A. N. Ultraearly and early fire detection: terms, limits of use and unity. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2016, vol. 25, no. 9, pp. 78–83. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.09.78-83.