

И. А. Лобаев¹, Д. А. Вечтомов², В. В. Плешаков¹, А. В. Федоров¹
(¹Академия ГПС МЧС России, ²Научно-техническое управление МЧС России;
e-mail: ialobaev@gmail.com)

ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ РАССЛЕДОВАНИИ ПОЖАРОВ НА ОСНОВЕ ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА

Для принятия управленческих решений при расследовании пожаров дознавателям органов государственного пожарного надзора требуется поддержка на основе расчётных методик. Однако, применение расчётных методик связано с большими трудозатратами, длительными сроками экспертизы, применением компьютерного моделирования пожаров с использованием мощных компьютеров. Для решения данной проблемы предлагается алгоритм поддержки принятия решений на основе экспресс-оценки динамики опасных факторов пожара наряду с динамикой срабатывания дымовых точечных пожарных извещателей.

Ключевые слова: расследование пожаров, экспресс-оценка, дымовые точечные пожарные извещатели, опасные факторы пожара, оптическая плотность дыма, алгоритм.

Деятельность должностных лиц по расследованию пожаров может быть представлена как последовательный процесс принятия управленческих решений, направленных на достижение одной общей цели – установлению состава правонарушения и других обстоятельств, подлежащих доказыванию. Принятие управленческих решений о наличии состава правонарушения, повлекшего возникновение пожара и причинение вреда, требует информационно-аналитической поддержки, поскольку для установления обстоятельств возникновения и распространения пожара и квалификации нарушений требований пожарной безопасности требуется применение расчётных методик, утверждённых в установленном порядке.

В работах ведущих специалистов в области расследования пожаров и пожарно-технической экспертизы [1, 2] показана возможность реконструкции начальной стадии пожара с использованием полевого дифференциального моделирования для установления времени возникновения пожара, места очага пожара и причины пожара. Однако применение расчётных методик с использованием полевой дифференциальной модели для установления обстоятельств возникновения и развития пожара до настоящего времени не реализовано и не закреплено в методиках и нормативных документах в области пожарной безопасности.

Авторами предлагается способ реконструкции начальной стадии пожара с учётом определения соответствия расчётных данных времени достижения оптической плотности дыма, полученных с использованием полевой математической модели и фактических данных времени срабатывания **дымовых точечных пожарных извещателей (ДТПИ)**, полученных после пожара с приёмно-контрольного прибора, передающего сигнал на автоматизированное рабочее место адресной или адресно-аналоговой системы **автоматической пожарной сигнализации (АПС)**. Реконструкция пожара проводилась с учётом реализации множества сценариев для получения зависимостей от времени начала пожара, места очага пожара, учитывались различные виды типовой пожарной нагрузки, влияющей на динамику распространения опасных факторов пожара.

Однако использование в практической деятельности таких исследований и большого массива полученных данных с целью установления очага и причины пожара целесообразно, но неэффективно по установленным срокам проведения экспертиз и квалификации экспертов. Затраты времени на проведение расчётов по полевой математической модели составили 99 рабочих дней, а для использования предложенного авторами способа в практической деятельности судебно-экспертных учреждений ФПС МЧС России необходимо обучение по программам дополнительного профессионального образования.

В связи с этим, авторами разработана экспресс-оценка определения расчётного времени достижения оптической плотности дыма, которое можно сравнить с фактическим временем срабатывания ДТПИ при пожаре, и проведены численные эксперименты по выявлению зависимости времени достижения порога срабатывания ДТПИ от объёмов помещений, вида горючей нагрузки и других показателей. При расчётах учитывались площадь S от 100 до 14400 м², высота помещений h от 3 до 12 м, высота плоскости горения от 0 до 75 % от высоты помещения, расположение очага пожара в помещении l от 0 до 20 м от ДТПИ (рис. 1). Горючая нагрузка "Радиоматериалы: поли (этилен стирол пропил), гетинакс" [5]. Чувствительность ДТПИ в пределах от 0,05 до 0,2 дБ/м.

Расчёт времени срабатывания ДТПИ при пожаре проводился с использованием программного комплекса "Фогард-НВ (полевая модель)".

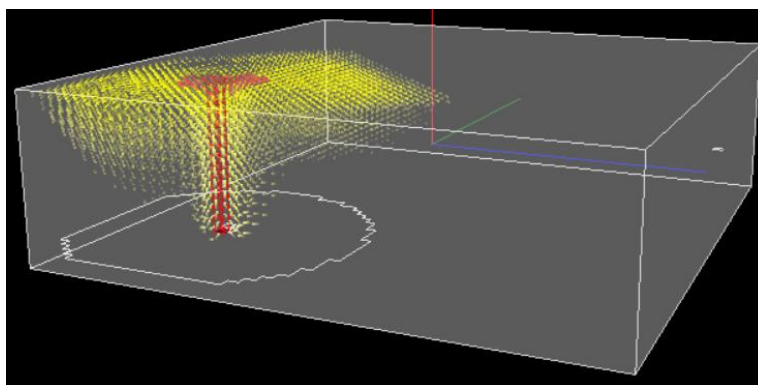


Рис. 1. 3D-модель помещения, где расположен очаг пожара

На рис. 2 представлен график зависимости времени срабатывания ДТПИ по максимальному значению порога срабатывания при пожаре в помещении площадью от 100-1600 м², высотой от 3 до 12 м, с горючей нагрузкой "Радио-материалы: поли (этилен стирол пропилен), гетинакс".

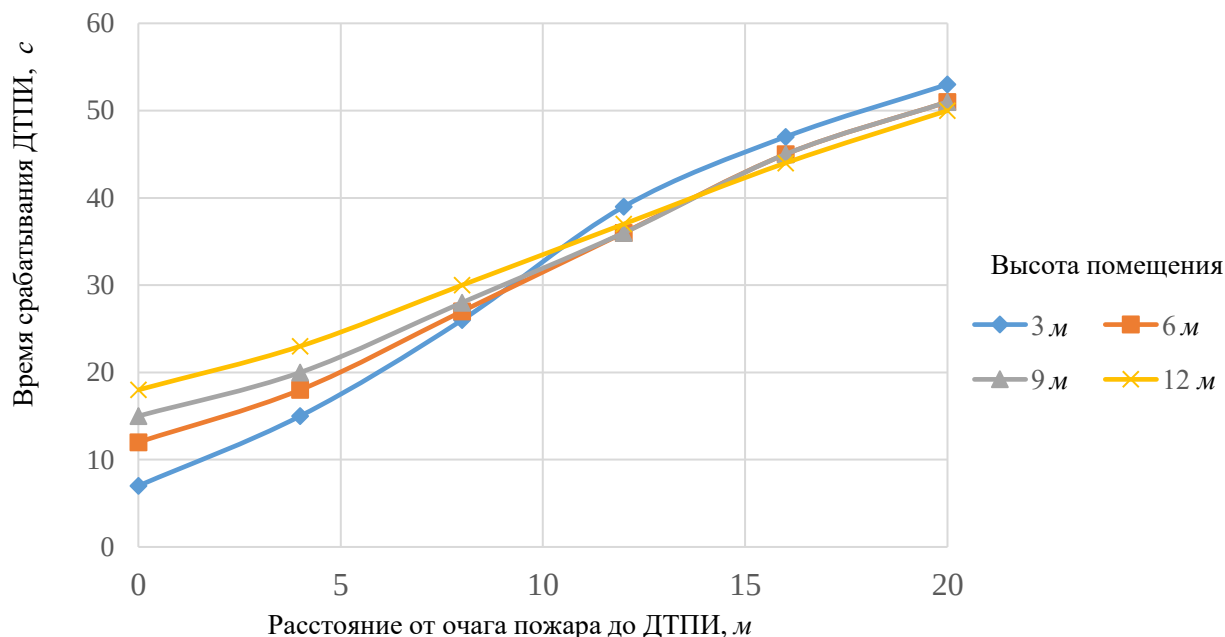


Рис. 2. Зависимость времени срабатывания дымовых точечных пожарных извещателей от расстояния до очага пожара

Разница времени срабатывания ДТПИ при пожаре между минимальным и максимальным значением порога чувствительности составит 2 с.

График учитывающий, весовые коэффициенты влияния расстояния от очага пожара до ДТПИ и высоты помещения представлен на рис. 3.

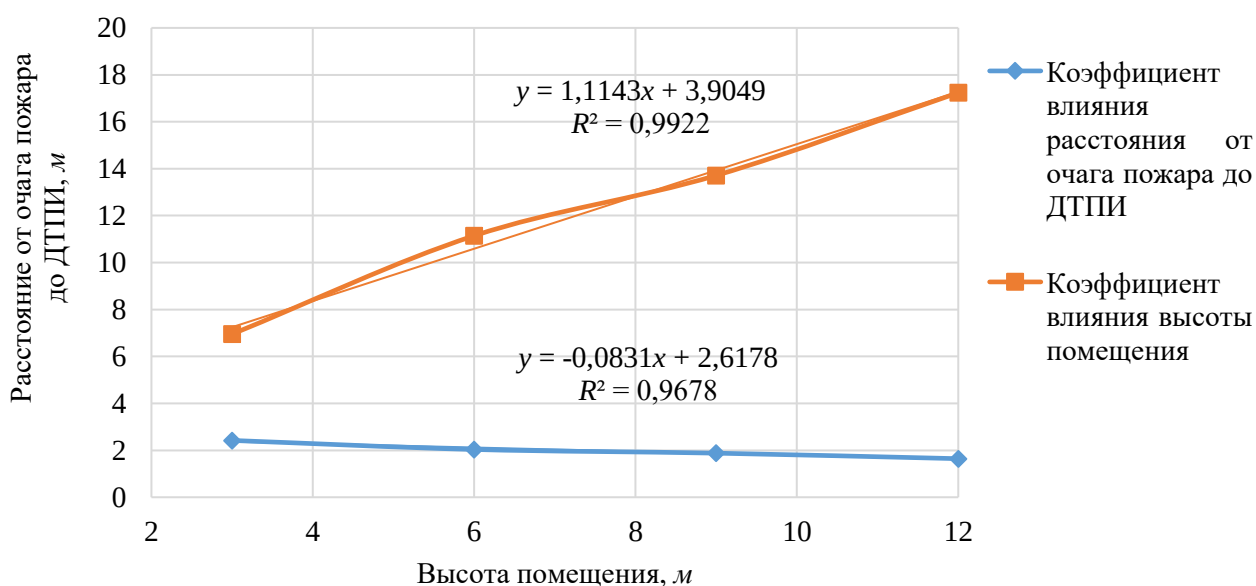


Рис. 3. График весовых коэффициентов влияния расстояния очага пожара до ДТПИ и высоты помещения

С учётом зависимости времени срабатывания дымовых точечных пожарных извещателей авторами разработана формула экспресс-оценки определения времени срабатывания ДТПИ при пожаре в помещении площадью от 100-1600 м², при горючей нагрузке "Радиоматериалы: поли (этилен стирол пропилен), гетинакс":

$$t_{\text{обн}} = ((-0,0825h + 2,6875)l + (1,1367h + 1,75)) \cdot \Pi_{\Gamma} + t_{\text{ин.пи}},$$

где h – высота помещения, м (от 3 до 12 м);

$t_{\text{ин.пи}}$ – инерционность ДТПИ (указана в технических условиях и паспортах на извещатели конкретных типов), с;

l – удаление ДТПИ от очага пожара, м (до 20 м);

Π_{Γ} – коэффициент высоты плоскости пожара.

При удалении ДТПИ очага пожара:

до 4 м – $\Pi_{\Gamma} = -0,00344x + 0,99400$;

4-8 м – $\Pi_{\Gamma} = (0,0007l - 0,0034)x + (-0,0007l + 0,994)$;

8-12 м – $\Pi_{\Gamma} = 0,00076x + 0,989$;

2-16 м – $\Pi_{\Gamma} = 0,0006x + 0,989$;

16-20 м – $\Pi_{\Gamma} = 0,0004x + 0,995$,

где x – высота плоскости пожара (от 0 до 75 % высоты помещения), %,

$$x = \frac{h_{\Gamma}}{h} \cdot 100 \%,$$

где h_{Γ} – высота плоскости горения, м.

Авторами также разработаны формулы экспресс-оценки определения времени срабатывания ДТПИ при пожаре для горючих нагрузок: "**Магазины", "Упаковка: бумага + картон + поли (этилен + стирол), "Резинотехнические изделия; резина, изделия из неё" при пожаре в помещении площадью 100-1600 м² и 1600 м² и более.

Данная экспресс-оценка применима для зданий организаций торговли, производственного и складского назначения, помещений правильной геометрической формы и условно стационарного очага горения. Методика эффективна для расстояния до 20 м от очага пожара до ДТПИ.

Погрешность представленной формулы экспресс-оценки времени срабатывания ДТПИ при пожаре подтверждается сравнением результатов расчётов, проведённых по ней и с использованием полевой дифференциальной модели (табл. 1).

Таблица 1

Сравнения результатов расчётов, произведённых с использованием
полевой дифференциальной модели и формулы экспресс-оценки

	Исходные данные				Время срабатывания, с		Погрешность, %
	Площадь помещения, м ²	Высота помещения, м	Удалённость ДТП от очага пожара, м	Высота плоскости горения, %	Полевая дифференциальная модель	Формула экспресс-оценки	
1	9600	3	0	0			3,5
2	400	6	4	50	14	14,4	3,5

Как показывает сравнительный анализ, самая большая погрешность не превышает 3,5 %, что подтверждает адекватность экспресс-формулы.

Таким образом, при использовании формулы экспресс-оценки время экспертизы по установлению времени начала пожара, места очага пожара и причины пожара по виду горючей нагрузки сократится многократно и не потребуются переподготовка экспертов судебно-экспертных учреждений ФПС МЧС России.

Для использования экспертами в практической деятельности способа реконструкции начальной стадии пожара для установления времени и очага пожара авторами разработан алгоритм поддержки принятия управленческих решений при расследовании пожаров на основе экспресс-оценки параметров опасных факторов пожара (рис. 4).

Применение предложенного алгоритма является дополнительным методом реконструкции начальной стадии пожара, с помощью которого возможно подтвердить или опровергнуть предварительные выводы эксперта о времени начала пожара, месте расположения очага пожара и виде первично загоревшихся материалов с достоверной точностью, определённой возможностями применения полевой дифференциальной математической модели.

Вывод. Представленный алгоритм может быть использован широким кругом специалистов без использования специального программного обеспечения и позволит в кратчайшие сроки провести реконструкцию начальной стадии пожара.

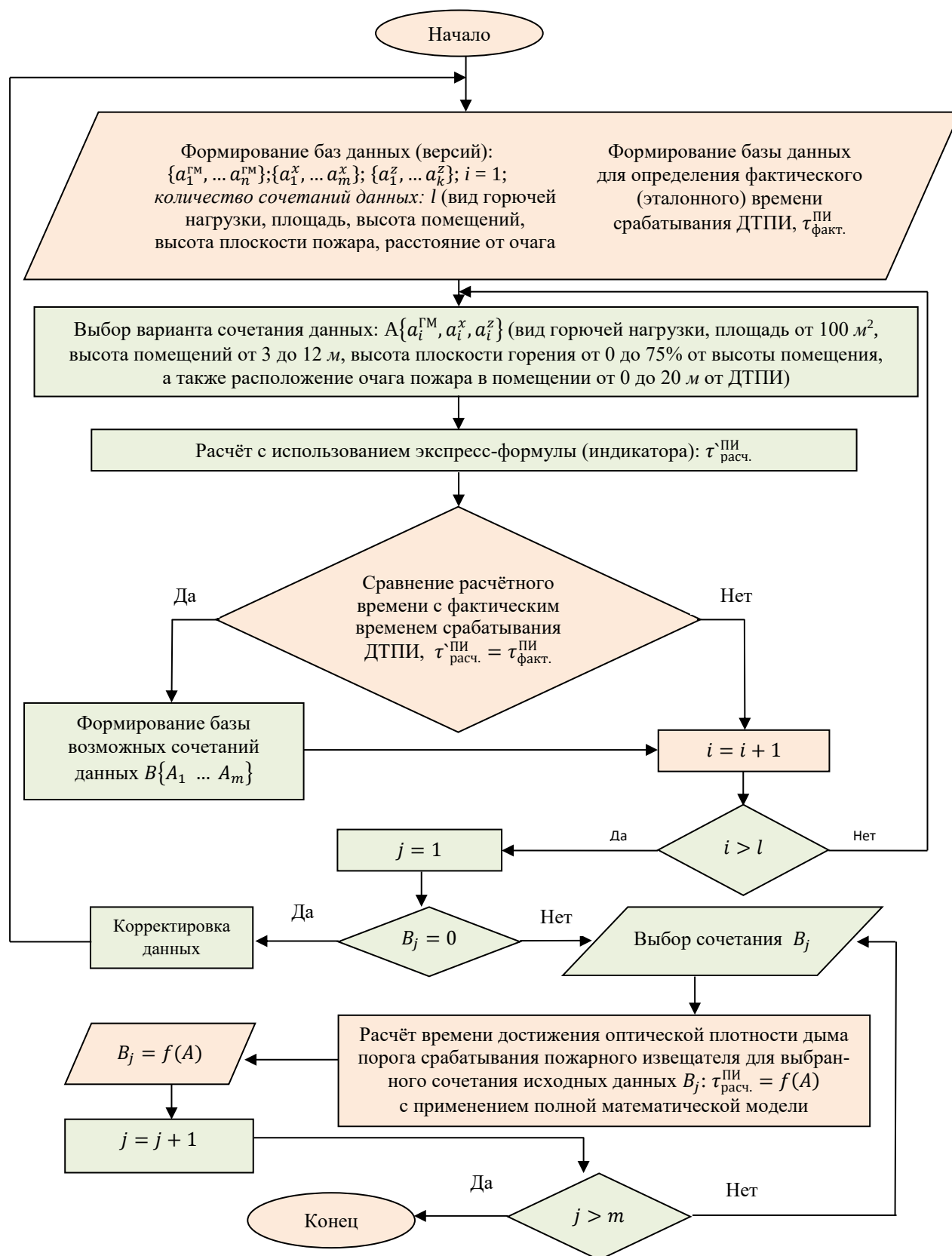


Рис. 4. Алгоритм поддержки принятия управленческих решений при расследовании пожаров на основе экспресс-оценки параметров опасных факторов пожара

Литература

1. Агеев П. М., Голиков А. Д., Лобова С. Ф., Тумановский А. А., Чешко И. Д. Расчётные методы в судебной пожарно-технической экспертизе: методическое пособие. СПб.: СПбФ ВНИИПО МЧС России, 2011. 110 с.
2. Методология судебной пожарно-технической экспертизы: основные принципы. М.: ВНИИПО МЧС России, 2013. 23 с.
3. Козлачков В. И. Типовая и риск-ориентированная модели надзорной деятельности в области обеспечения пожарной безопасности. Сравнительный анализ. М.: Академия ГПС МЧС России, 2016. Деп. в ВИНТИ РАН 10.02.2016 № 31-B2016.
4. Козлачков В. И. Информационная деятельность. Система ориентиров. М.: Академия ГПС МЧС России, 2011. 213 с.
5. Кошмаров Ю. А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: учебное пособие. М.: Академия ГПС МВД России, 2000. 118 с.
6. 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.
7. Членов А. Н., Буцынская Т. А. Раннее обнаружение пожара на промышленных объектах: монография. М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. 130 с.
8. Шаровар Ф. И. Пожаропредупредительная автоматика: теория и практика предотвращения пожаров от маломощных загораний: монография. М.: Спецавтоматика-СИ, 2013. 556 с.

Материал поступил в редакцию 8 июня 2018 г.

Для цитирования: Лобаев И. А., Вечтомов Д. А., Плешаков В. В., Федоров А. В. Поддержка принятия управленческих решений при расследовании пожаров на основе экспресс-оценки параметров опасных факторов пожара // Технологии техносферной безопасности. – Вып. 5 (81). – 2018. – С. 38-45. DOI: 10.25257/TTS.2018.5.81.38-45.

I. A. Lobaev, D. A. Vechtomov, V. V. Pleshakov, A. V. Fedorov
SUPPORT OF MANAGEMENT DECISION-MAKING
IN THE INVESTIGATION OF FIRES BASED ON THE RAPID ASSESSMENT
OF PARAMETERS OF DANGEROUS FIRE FACTORS

In order to make management decisions on the existence or lack of signs of offense during the investigation of fires, investigators of the GPN bodies need information and analytical support on the basis of standard established calculation methods. However, the use of calculation methods is associated with large labor costs, long terms of examination, the use of computer modeling of fires with the help of powerful computers, which makes it difficult for experts to use the calculation justification in favor of methods that use analytical findings on similar fires. The use of the results of such examinations often causes an objective imputation of guilt. To solve this problem, the authors propose an algorithm of supporting management decision-making during investigation of fires on the basis of rapid assessment of the parameters of the fire hazard detection system rapid assessment taking into account determining the time the fire started, the location of the fire, the type of fire load in the fire.

Key words: fire investigation, rapid assessment, smoke point fire detectors, fire hazards, optical smoke density, algorithm.

References

1. Ageev P. M., Golikov A. D., Lobova S. F., Tumanovskij A. A., Cheshko I. D. *Raschyotnye metody v sudebnoj pozharo-tekhnicheskoy ehkspertize: metodicheskoe posobie* [Calculation methods in judicial fire and technical expertise: a methodical guide]. Saint-Petersburg Branch of All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia Publ., 2011, 110 p.
2. *Metodologiya sudebnoj pozharo-tekhnicheskoy ehkspertizy: osnovnye principy* [Methodology of forensic fire and technical expertise: basic principles]. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia Publ., 2013, 23 p.
3. Kozlachkov V. I. *Tipovaya i risk-orientirovannaya modeli nadzornoj deyatel'nosti v oblasti obespecheniya pozharnoj bezopasnosti. Sravnitel'nyj analiz* [Typical and risk-oriented models of supervisory activities in the field of fire safety. Comparative analysis]. Moscow, Academy of State Fire Service of Emercom of Russia Publ., 2016, Deposited in All-Russian Institute for Scientific and Technical Information of Academy of Sciences of Russia, 10.02.2016, no. 31-B2016.
4. Kozlachkov V. I. *Informacionnaya deyatel'nost'. Sistema orientirov* [Information activities. The system of references points]. Moscow, Academy of State Fire Service of Emercom of Russia Publ., 2011, 213 p.
5. Koshmarov Yu. A. *Prognozirovaniye opasnykh faktorov pozhara v pomeshchenii: uchebnoe posobie* [Prediction of indoor fire hazards: Study Guide]. Moscow, Academy of State Fire Service of Internal Affairs of Russia Publ., 2000, 118 p.
6. Fedorov A. V., Chlenov A. N., Luk'yanchenko A. A., Butcinskaya T. A., Demyohin F. V. *Sistemy i tekhnicheskie sredstva rannego obnaruzheniya pozhara* [Systems and technical means of early fire detection]. Moscow, Academy of State Fire Service of Emercom of Russia Publ., 2009, 159 p.
7. Chlenov A. N., Butcinskaya T. A. *Rannee obnaruzhenie pozhara na promyshlennyykh obektakh* [Early detection of fire at industrial facilities]. Moscow, Academy of State Fire Service of Emercom of Russia Publ., 2015, 130 p.
8. Sharovar F. I. *Pozharopredupreditel'naya avtomatika: teoriya i praktika predotvrashcheniya pozharov ot malomoshchnyyh zagoraniy* [Fire Prevention Automation: Theory and practice of preventing fires from low-power fires]. Moscow, Special automation systems Publ., 2013, 556 p.

For citation: Lobaev I. A., Vechtomov D. A., Pleshakov V. V., Fedorov A. V. Support of management decision-making in the investigation of fires based on the rapid assessment of parameters of dangerous fire factors. *Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti / Technology of technosphere safety*, vol. 5 (81), 2018, pp. 38-45 (in Russian). DOI: 10.25257/TTS.2018.5.81.38-45.