

*Для цитирования:* Степанов О.И., Худякова С.А. Применение моделей систем информационно-аналитического обеспечения пожарно-спасательных подразделений при пожаротушении. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2019; 46 (2): 108-117. DOI:10.21822/2073-6185-2019-46-2-108-117.

*For citation:* Stepanov O. I., Khudyakova S.A. Application of models of information and analytical support systems fire fighting rescue units. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2019; 46 (2): 108-117. (in Russ.) DOI:10.21822/2073-6185-2019-46-2-108-117

## ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 519.8: 614.842.6

DOI:10.21822/2073-6185-2019-46-2-108-117

### ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПРИ ПОЖАРОТУШЕНИИ

Степанов О. И.<sup>1</sup>, Худякова С.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Главное управление МЧС России по Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре, 628011, г. Ханты-Мансийск, ул. Студенческая, 5а, Россия,

<sup>2</sup>Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России, 620062, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22, Россия,

<sup>1</sup>e-mail: [oleg01911@yandex.ru](mailto:oleg01911@yandex.ru), <sup>2</sup>e-mail: [hudyakovac@mail.ru](mailto:hudyakovac@mail.ru)

**Резюме. Цель.** Предложено рассмотрение структуры сил и средств пожарно-спасательных подразделений, основанное на декомпозиции сил и средств подразделений на позиции по тушению пожара и позиции, обеспечивающие действия по тушению пожаров. **Метод.** Применена структурно-функциональная модель деятельности пожарно-спасательных подразделений, позволяющая представить этапы развития системы как составляющие единого процесса пожаротушения. Выявлены причины отсутствия сведений об обстановке на месте пожара у лица, принимающего решения в отношении сил и средств пожарно-спасательных подразделений. **Результат.** Проведен анализ сведений об обстановке на месте пожара, потребляемых лицом, принимающим решения в отношении сил и средств пожарно-спасательных подразделений. Приведено взаимоотношение источников и субъектов обработки информации на пожаре. Приведена структура базы данных об объекте возможного пожара, как источника расчетных параметров для системы информационно-аналитического обеспечения пожарно-спасательных подразделений. Предложена структура расчетного модуля системы информационно-аналитического обеспечения пожарно-спасательных подразделений при организации тушения пожаров в зданиях. Приведены условия взаимодействия лица, принимающего решения в отношении сил и средств пожарно-спасательных подразделений, с программными продуктами систем поддержки управления и документами предварительного планирования действий подразделений по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ. **Вывод.** Программная реализация моделей систем информационно-аналитического обеспечения пожарно-спасательных подразделений позволяет формализовать процесс исследования произошедших пожаров, провести оценку действий пожарно-спасательных подразделений по созданию позиций по ведению действий. Приведено направление перспективной интеграции моделей систем информационно-аналитического обеспечения пожарно-спасательных подразделений в их деятельность.

**Ключевые слова:** пожаротушение, система, поддержка принятия решений, алгоритм, расчетный модуль

## COMPUTER SCIENCE, COMPUTER ENGINEERING AND MANAGEMENT

### APPLICATION OF MODELS OF INFORMATION AND ANALYTICAL SUPPORT SYSTEMS FIRE FIGHTING RESCUE UNITS

*Oleg I. Stepanov*<sup>1</sup>, *Svetlana A. Khudyakova*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Main Directorate of the Ministry of Emergencies of Russia for the Khanty-Mansi Autonomous Okrug - Ugra,

<sup>1</sup>5a Studencheskaya Str., Khanty-Mansiysk 1628011, Russia,

<sup>2</sup> Ural Institute of the State Fire Service EMERCOM of Russia,

<sup>2</sup>22 Mira Str., Sverdlovsk region, Ekaterinburg 2620062, Russia,

<sup>1</sup>e-mail: [oleg01911@yandex.ru](mailto:oleg01911@yandex.ru), <sup>2</sup>e-mail: [hudyakovac@mail.ru](mailto:hudyakovac@mail.ru)

**Abstract. Objectives** It was proposed to review the structure of the fire and rescue divisions management system, based on the decomposition of the forces and means of the subdivisions into fire extinguishing positions and ensuring fire extinguishing actions. **Method** The structural and functional model of the development of the fire and rescue divisions management system has been clarified, which allows to present the stages of the development of the system as components of a single fire extinguishing process. The reasons for the lack of information about the situation at the site of a fire in a person who makes management decisions regarding the forces and means of fire and rescue units are given. **Result** The analysis of information about the situation at the place of fire consumed by the person making management decisions. The structure of the database of the object of possible fire as a source of design parameters for the system of information and analytical support for the management of fire and rescue units is given. The structure of the settlement module of the system of information and analytical support for the management of fire and rescue units in the organization of extinguishing fires in buildings is proposed. The conditions for the interaction of the person making management decisions in relation to the forces and means of fire and rescue divisions with the software of management support systems and documents of preliminary planning of actions of the divisions for fighting fires and conducting rescue operations are given. **Conclusion** The software implementation of the models of information and analytical support systems for the management of fire and rescue units makes it possible to formalize the process of researching the fires that have occurred. The direction of perspective integration of models of information and analytical systems support systems for fire and rescue units in their activities is given.

**Keywords:** fire suppression, system, decision support, algorithm, calculation module

**Введение.** Поддержка, или обеспечение, управления пожарно-спасательными подразделениями при пожаротушении является одним из направлений совершенствования системы управления подразделениями [1-3]. Современное развитие технологий предопределяет направление развития систем поддержки управления, которые формализуются в виде компьютерных программ различного уровня интегрированности в действующие структуры и подразделения [3-5].

Первичная, или традиционная, формализация поддержки управления представляется документами предварительного планирования действий пожарно-спасательных подразделений на месте пожара – планы и карточки тушения пожара [6]. Условия использования и корректировки данных документов не позволяют лицу, принимающему управленческие решения (руководителю тушения пожара), быть объективно осведомленным об особенностях обстановки на месте пожара виду скоротечности изменения обстановки и рассмотрении ограниченного вариационного ряда сценариев развития пожара. Наиболее объективными остаются сведения об объемно-планировочных решениях объекта пожара, составе сил и средств подразделений.

Система управления пожарно-спасательными подразделениями претерпевает структурные изменения в течение периода своего функционирования на месте пожара (рис. 1) [1].

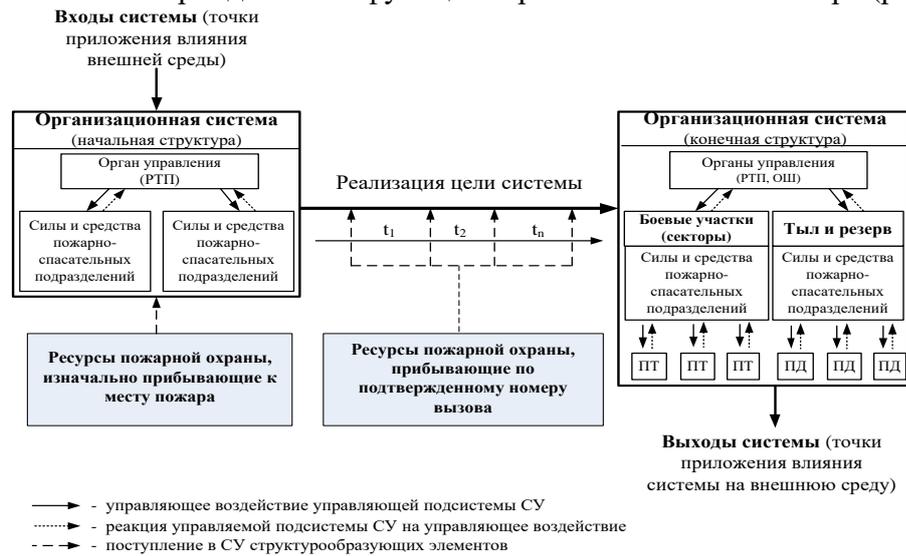


Рис. 1. Структурно-функциональная модель развития системы управления [1]  
 Fig. 1. The structural-functional model of the development of the control system [1]

где ПТ – позиции по тушению пожара, на которых осуществляется ведение действий по спасению людей, подаче огнетушащих веществ для тушения; ПД – позиции обеспечения действий по тушению пожара, на которых осуществляются обеспечивающие действия; РТП – руководитель тушения пожара; ОШ – оперативный штаб;  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_n$  – условные этапы пожаротушения

where ПТ - fire extinguishing positions, at which actions are taken to save people, supply fire extinguishing substances for extinguishing; ПД - positions for providing actions to extinguish a fire, at which supporting actions are carried out; RTP - fire extinguishing manager; OSH - operational headquarters;  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_n$  - conditional stages of fire fighting

Вероятность отсутствия у руководителя тушения пожара (РТП) объективной информации о складывающейся обстановке возрастает на начальном этапе пожаротушения. Эта ситуация возникает по причинам отсутствия адекватных и достоверных источников информации в начальный период пожаротушения, поскольку еще не проведена разведка на месте пожара или избытка потенциальных элементов управляемой подсистемы, не имеющих конкретных задач, соответствующих их тактическим возможностям.

Наиболее адекватными и достоверными источниками информации об обстановке на объекте пожара являются сами позиции по тушению, а именно личный состав, задействованный на них. Зная основные особенности объекта, данные источники информации могут формировать у РТП наиболее адекватное представление о складывающейся обстановке.

На современном этапе развития науки о прогнозировании пожаров представляется возможным построение математических моделей развития пожара с определенным уровнем доверия. Рассмотрение и понимание закономерностей развития пожара, в том числе на конкретном объекте, дает возможность выработки алгоритмов действий РТП в отношении управляемой подсистемы системы управления подразделениями. Иными словами, принятие и реализация решений РТП, в ситуации корректного прогнозирования процесса развития пожара, подчиняется определенному алгоритму [1].

Исследователями предлагаются различные интерпретации таких алгоритмов, имеющих своей целью выработку стабильного порядка действий оперативных отделений пожарно-спасательных подразделений по тушению пожара, а должностных лиц – по управлению силами и средствами приданных подразделений.

Минимальная информация, требуемая РТП в начальный период пожаротушения, представляется следующим набором сведений:

- локация объекта пожара на местности и его текущее функциональное состояние (статические сведения);
- место расположения очага пожара (динамические сведения);

- степень распространения отдельных опасных факторов пожара (ОФП) (динамические сведения);
- наличие людей в пространстве объекта пожара (динамические сведения);
- нахождение сосудов под давлением и ЛВЖ (ГЖ) на объекте пожара (динамические сведения);
- места и порядок остановки технологического процесса, отключения систем электропитания (статические сведения);
- наличие источников наружного противопожарного водоснабжения (статические сведения);
- исправность источников наружного противопожарного водоснабжения (динамические сведения);
- состав сил и средств пожарно-спасательных подразделений, прибывающих по установленному рангу вызова (динамические сведения);
- прогноз распространения ОФП (динамические сведения);
- прогноз достаточности сил и средств пожарно-спасательных подразделений для локализации пожара (динамические сведения).

РТП, на начальном этапе пожаротушения, ограничен в адекватных и корректных источниках информации, что вызывает необходимость принятия решений в условиях неопределенности [1, 7].

Объективные источники информации (зачастую справочной) в виде планов и карточек тушения пожара [6, 8] не могут быть фактически применены непосредственно на месте пожара, ввиду того, что являются печатными источниками в формате брошюрованных справочников различного объема и уровня квантификации объекта. При этом РТП, в большинстве случаев, не обладает штатным носимым электронно-вычислительным устройством, функционирующим в различных климатических условиях с надлежащей степенью надежности для взаимодействия с системами поддержки управления.

В этой связи представляется целесообразным оснащение пожарных автомобилей устройствами обработки (ввода, анализа и вывода данных) информации об объекте пожара и прогнозируемой обстановке на месте пожара. Практика пожаротушения показывает, что до формирования управляющей подсистемы (штаб пожаротушения, оперативная группа, тыл) РТП фактически не имеет времени на применение средств поддержки управления, при этом такая возможность имеется при следовании к месту вызова, где существенную роль в предоставлении информации может играть диспетчер (радиотелефонист) подразделения (рис.2).



Рис. 2. Источники и субъекты обработки информации

Fig. 2. Sources and subjects of information processing

На практике, с учетом опыта работы должностных лиц, диспетчер, при следовании караула на место вызова, успевает наделить будущего РТП актуальными сведениями: о расположении и исправности источников наружного противопожарного водоснабжения, о следовании экстренных и служб жизнеобеспечения к месту вызова, о явном наличии пострадавших, нуждающихся в помощи, о перекрытых и затрудненных участках проезда.

При программной реализации все статические сведения и ряд динамических сведений являются составляющей частью баз данных об объекте (рис.3).

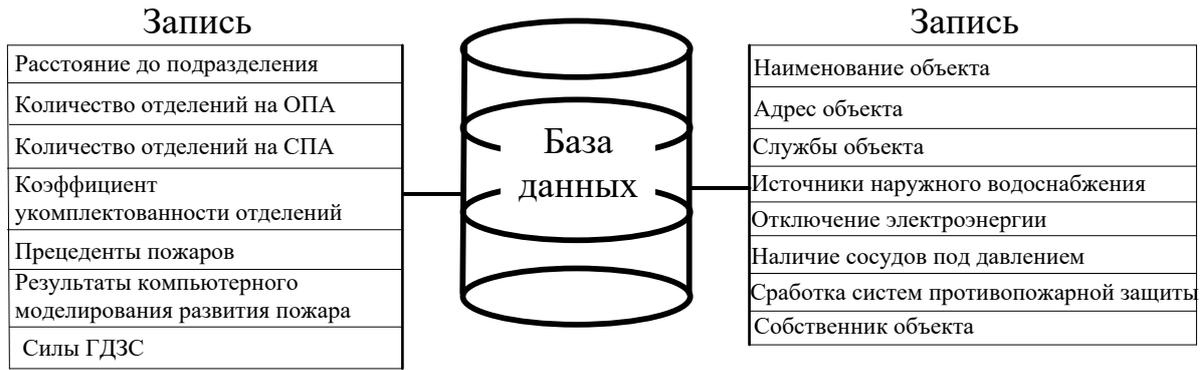


Рис. 3. Состав баз данных об объекте возможного пожара

Fig. 3. The composition of the database of the object of a possible fire

Расчетный модуль системы информационно-аналитического обеспечения управления пожарно-спасательными подразделениями при пожаротушении включает:

- блок расчета фактических параметров пожара ( $S_{п}$  – площадь пожара,  $P_{п}$  – периметр пожара,  $\Phi_{п}$  – фронт пожара);
- блок расчета требуемых параметров пожаротушения ( $S_{т}$  – площадь тушения,  $I_{ф}$  – фактическая интенсивность подачи огнетушащих веществ,  $Q_{ф}$  – фактический расход огнетушащих веществ,  $Q_{уд}$  – удельный расход огнетушащих веществ);
- блок расчета требуемых сил, средств и ресурсов пожарно-спасательных подразделений ( $N_{лс}$  – требуемое количество личного состава,  $N_{ПА}$  – требуемое количество пожарных автомобилей,  $N_{ств}$  – требуемое количество стволов для пожаротушения (защиты и тушения));
- блок контроля и оценки (расчет тактического потенциала [9, 10]).

Количественный ( $Пв$ ) и качественный ( $Пр$ ) критерии тактического потенциала [10] являются проверочными условиями соответствия системы управления подразделениями требуемым параметрам:

- для позиций по тушению пожара:  $П_{В}^{ПТ}$  – количественный критерий,  $Пр^{ПТ}$  – качественный критерий (критерий достаточности ресурсов);
- для позиций обеспечения действий по тушению пожара:  $П_{В}^{ПД}$  – количественный критерий,  $Пр^{ПД}$  – качественный критерий (критерий активности ПД).

Количественный критерий  $П_{В}^{ПТ}$  определяется как:

$$П_{В}^{ПТ} = \frac{\sum_{i=1}^I N_{ПТi}}{\sum_{j=1}^J N_{отд.j}}, \quad (1)$$

где  $N_{ПТ}$  – позиция ПТ;  $N_{отд.}$  – отделение на ОПА;  $I$  – число созданных ПТ;  $J$  – число отделений на ОПА, привлеченных к тушению пожара.

$Пр^{ПТ}$  определяется из возможности ПТ обеспечить необходимые условия локализации пожара. Параметрами при этом могут выступать площадь тушения ( $S_{т}$ ), объем тушения ( $V_{т}$ ), требуемый расход ОТВ ( $Q_{туш.}^{тр.об.}$ ):

$$Пр^{ПТ} = \frac{S_{туш.}^{факт.}}{S_{т}} = \frac{V_{туш.}^{факт.}}{V_{т}} = \frac{Q_{туш.}^{факт.}}{Q_{туш.}^{тр.об.}}, \quad (2)$$

где  $S_{туш.}^{факт.}$  – фактическая площадь тушения задействованными средствами подачи ОТВ;  $V_{туш.}^{факт.}$  – фактический объем тушения задействованными средствами подачи ОТВ;  $Q_{туш.}^{факт.}$  – фактическая подача ОТВ для тушения пожара.

$П_{В}^{ПД}$  определяется с учетом создания ПТ:

$$П_{В}^{ПД} = \frac{\sum_{k=1}^K N_{ПД k}}{(N_{отд.}^{общ.} - N_{отд.}^{ПТ})}, \quad (3)$$

где  $N_{\text{ПД}}$  – позиция ПД;  $K$  – число созданных позиций ПД;  $N_{\text{отд.}}^{\text{общ.}}$  – общее число отделений ПП, сосредоточенных на месте пожара;  $N_{\text{отд.}}^{\text{ПТ}}$  – число отделений, задействованных для создания ПТ.

$\Pi_{\text{Р}}^{\text{ПД}}$  определяется возможностью обеспечения ПТ требуемыми ресурсами:

$$\Pi_{\text{Р}}^{\text{ПД}} = \frac{N_{\text{ПТВ факт.}}}{N_{\text{ПТВ треб.}}} = \frac{Q_{\text{общ.факт.}}}{Q_{\text{общ.треб.}}}, \quad (4)$$

где  $N_{\text{ПТВ факт.}}$  – фактическое количество ПТВ (по видам), имеющееся на ПД;  $N_{\text{ПТВ треб.}}$  – требуемое для ПТ количество ПТВ (по видам);  $Q_{\text{общ.факт.}}$  – фактическая подача ОТВ, обеспечиваемая ПД;  $Q_{\text{общ.треб.}}$  – общий требуемый расход ОТВ для тушения и защиты.

Расчеты параметров пожара, параметров пожаротушения и требуемого состава сил и средств пожарно-спасательных подразделений производятся последовательно, по общеизвестному математическому аппарату [11-13].

Завершающим этапом выступает расчет количественного и качественного критериев тактического потенциала, по результату которого формируются заключения о способности системы управления пожарно-спасательными подразделениями обеспечить локализацию пожара в заданных параметрах (рис.4).

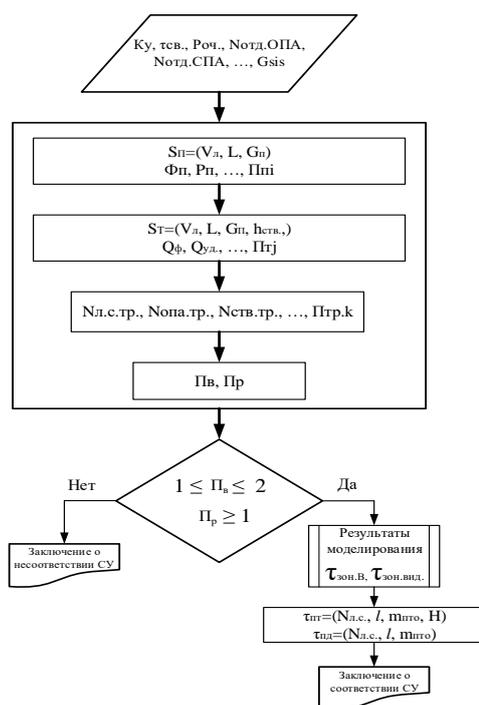


Рис. 4. Алгоритм расчетного модуля модели системы информационно-аналитического обеспечения

Fig. 4. The algorithm of the calculation module of the model of the information-analytical system providing

где  $R_{\text{оч}}$  – уровень нахождения очага пожара,  $K_u$  – коэффициент укомплектованности оперативных расчетов,  $N_{\text{отд.ОПА}}$  – количество оперативных отделений на ОПА,  $N_{\text{отд.СПА}}$  – количество оперативных отделений на СПА,  $G_{\text{sis}}$  – параметры сил и средств,  $G_n$  – геометрические параметры помещений объекта пожара,  $H$  – уровень нахождения ПТ,  $\Pi_{\text{pi}}$  – параметр пожара,  $\Pi_{\text{tj}}$  – параметр пожаротушения,  $\Pi_{\text{трк}}$  – расчетный параметр требуемых сил и средств,  $N_{\text{л.с.}}$  – численность личного состава,  $l$  – расстояние, преодолеваемое личным составом при создании позиций,  $m_{\text{пто}}$  – масса пожарно-технического оборудования

Where  $R_{\text{och}}$  is the level of location of the fire source,  $K_u$  is the staffing factor of operational calculations,  $N_{\text{от.ОПА}}$  is the number of operational departments at the fire department,  $N_{\text{от.СПА}}$  is the number of operational departments at the SPA,  $G_{\text{sis}}$  are the parameters of forces and means,  $G_n$  are the geometric parameters of the premises of the fire facility,  $H$  - the location level of the PT,  $\Pi_{\text{pi}}$  - fire parameter,  $\Pi_{\text{tj}}$  - fire extinguishing parameter,  $\Pi_{\text{трк}}$  - design parameter of the required forces and means,  $N_{\text{л.с.}}$  - the number of personnel,  $l$  - the distance traveled by personnel when creating positions,  $m_{\text{пто}}$  - the mass of fire-fighting equipment

В программных продуктах, системах поддержки принятия решений (СППР), результаты расчетов и обработки данных представляются в диалоговых окнах (рис. 5).

Факт выбора решающего направления действий руководителем инициирует порядок восстановления заданного состава сил и средств пожарно-спасательных подразделений.

**Входные данные при адресном вводе**

Адрес объекта пожара: Березовская 86

Решающее направление действий: Принцип 1

Месторасположение очага пожара: 2 этаж

Коэффициент укомплектованности оперативных отделений: 0.6

Вид средства подачи ОВ: РС-70, РСКЗ-70, РСП-70

Время с момента сообщения, мин: 5

Время следования ПП, мин: 5

Назад      Далее

а)

**Вывод данных для принятия решения по адресному запросу**

Тип объекта: Не установлено / В эксплуатации

Состояние эксплуатации: В эксплуатации

Наличие баллонного газа: + / Степень огнестойкости: 5

Наличие источников наружного водоснабжения:

Номер ПГ: ПГ 165-60	Расстояние, м: 130	Водоотдача, л/с: 40
Объем ПВ:	Расстояние, м:	

Ближайший ИППВ: Исправен

Заключение о достаточности сил и средств: Достаточно

Наличие пожарной техники:

ОПА: 4	Наименование: АПП-0.5 (ГАЗель)	АЦ-40 (43118)	АЦ-40 (260) Крас	ПСА-40 (6339)
Емкость цистерн, л.:	500	7000	8000	6000

СПА: 1 / Наименование: АКП-37 (Камаз) / Возможность подачи ОВ через стационарный прибор подачи: есть

ППВ: 0 / Наименование: / Емкость цистерн, л.:

Расчетная площадь пожара: 127,17 / Расчетная площадь тушения: 127,17

Пути дальнейшего распространения горения: лестничной клетки и прогара (5-7 минут пожара). Наиболее интенсивное распространение пожар получает в чердаке (до 10 минут пожара). Переход на 1 этаж происходит, в основном, через лестничную клетку (8-9 минут пожара), позже (10-15 минут пожара) через прогары и распространение по пустотам. Интенсивное распространение на 1 этаже происходит после 10 минут пожара.

Схема объекта на местности | Сохранить результат обработки | Схемы развертывания | Отправить форму

Перейти к новому запросу | Вывести окно запроса | Лог расчета | Печать | Выход

б)

**Рис. 5. Окно ввода данных (а) и результата расчетов (б) в СППР**  
**Fig. 5. The window for entering data (a) and calculation result (b) in DSS**

Заключение представляется набором рекомендаций РТП, предлагаемыми схемами развертывания сил и средств подразделений и сведениями об объекте пожара [14].

Также приводится прогноз проявления опасных явлений на пожаре, формируемый на основе исследований произошедших пожаров и научных достижений в области прогнозирования развития ОФП на объектах пожара [15-19].

**Вывод.** Применение предложенного алгоритма, помимо ранее предлагаемых методик определения эффективности функционирования пожарно-спасательных подразделений [2, 14, 20], позволяет аналитически объективно оценивать эффективность деятельности пожарно-спасательных подразделений в ходе пожаротушения, выраженную временем достижения локализации пожара.

Применение моделей систем информационно-аналитического обеспечения в деятельности пожарно-спасательных подразделений целесообразно на базе мобильных устройств, так как позволит РТП обрабатывать информацию с места пожара в оперативном режиме без использования промежуточных звеньев и создания (использования) сетей передачи данных, а также на ЭВМ диспетчеров пожарно-спасательных подразделений [1, 2-5, 21].

#### **Библиографический список:**

1. Денисов А.Н., Степанов О.И. Структура системы управления пожарно-спасательными подразделениями на начальном этапе пожаротушения // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 3 (73). С. 3-7.
2. Тараканов Д.В. Система информационного обеспечения действий по ликвидации пожаров в зданиях // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XI МНПК. – Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2016. – С. 321–324.
3. Денисов А.Н. Моделирование сосредоточения и введения сил и средств для планирования боевых действий пожарных подразделений // Пожары и окружающая среда: материалы XVII Международной науч.-практ. конф. – М.: ВНИИПО, 2002. – 477 с.
4. Тараканов Д.В., Варламов Е.С., Илеменов М.В. Компьютерное моделирование процессов развития и тушения пожаров в зданиях // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. – 2014. – Вып. № 5 (57).
5. Власов К.С., Данилов М.М. Применение информационных технологий для управления пожарно-спасательными подразделениями // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, 26 апреля 2019 года, г. Железногорск – Изд-во: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. - 852 с.
6. Приказ МЧС России от 25.10.2017 №467 «Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах».
7. Денисов А.Н. Методы, модели и алгоритмы поддержки управления пожарно-спасательными подразделениями при тушении пожаров: дисс. док. тех. наук: 05.13.10 – М., 2018.
8. Методические рекомендации по составлению планов тушения пожаров и карточек тушения пожаров, утвержденные МЧС России 27.02.2013 (№2-4-87-1-18).
9. Григорьев А.Н. Поддержка принятия управленческих решений при тушении крупных пожаров в общественных зданиях: автореферат диссертации канд. тех. наук. М., 2012. 26 с.
10. Степанов О.И., Стахеев М.В., Джабаев М.Д., Осипенко С.И. Применение тактического потенциала при оценке оперативно-тактических действий пожарных подразделений при тушении пожаров // Техносферная безопасность. 2015. №3 (8). С. 3-7.
11. Иванников В.П., Ключ П.П. Справочник руководителя тушения пожара. М., 1987. 288 с.
12. Терещнев В.В. Справочник руководителя тушения пожара. Тактические возможности пожарных подразделений. – М.: Пожкнига, 2004. 248 с.
13. Богданов М.И., Архипов Г.Ф., Мясенков Е.И. Справочник по пожарной технике и тактике: учебное пособие. Управление государственной противопожарной службы Санкт-Петербурга и Ленинградской области МЧС России. – СПб., 2002. 120 с.
14. Степанов О.И., Денисов А.Н., Степанова Я.В., Осипенко С.И. Применение систем информационно-аналитической поддержки управленческих решений при пожаротушении // Актуальные проблемы и инновации в обеспечении безопасности: материалы Дней науки (6-9 декабря 2016 г.) в 2-х частях. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2017. С. 49-50.
15. Kunkelmann J. Feuerwehreinsatztaktische Problemstellungen bei der Brandbekämpfung in Gebäuden moderner Bauweise / J. Kunkelmann, D. Brein. – 2010. 103 p.
16. Joerger S. Modern wood-frame construction: firefighting problems and tactics // Fire Engineering. – 2014. – Vol. 167, Issue 1.
17. Кошмаров Ю.А., Башкирцев М.П. Термодинамика и теплопередача в пожарном деле. – М. : ВИПТШ МВД СССР, 1987. – 444 с.
18. Кабелев Н.А. Пожарная разведка: тактика, стратегия и культура. – Екатеринбург : ООО «Издательство «Калан», 2016. – 348 с.
19. Трчка М. Специальные проявления пожара и меры пожаротушения. Текст для курсов, подготавливаемых в рамках сотрудничества Чешская республика – Молдавия. ВШБ - Технический Университет Острава. 2014/15, 66 с.
20. Бужин О.А., Дендаренко Ю.Ю., Сенчихин Ю.М. Методика оцінки організаційно-функціональної ефективності пожежнорятувальних підрозділів при гасінні пожеж // журнал «Проблеми пожежної безпеки». Випуск 40, 2016.
21. Королев П.С., Еремин М.П., Данилов М.М. К вопросу выбора решений при тушении пожара на основе этапов развития системы поддержки принятия решений // Материалы «Школы молодых ученых и специалистов МЧС РОССИИ - 2018». – М.: Академия ГПС МЧС России, 2018. – с. 28-33

#### References:

1. Denisov A.N., Stepanov O.I. Struktura sistemy upravleniya pozharo-spasatel'nymi podrazdeleniyami na nachalnom etape pozharotusheniya // Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti. 2017. № 3 (73). S. 3-7. [Denisov A.N., Stepanov O.I. The structure of the fire and rescue divisions management system at the initial stage of fire suppression // Technosphere safety technologies. 2017. № 3 (73). pp. 3-7. (In Russ)]
2. Tarakanov D.V. Sistema informacionnogo obespecheniya dejstvij po likvidacii pozharov v zdaniyah // Pozharnaya i avariynaya bezopasnost': sbornik materialov XI MNPk. – Ivanovo: IPSA GPS MCHS Rossii, 2016. – S. 321–324. [Tarakanov D.V. The system of information support of actions to eliminate fires in buildings // Fire and emergency safety: a collection of materials XI MNPk. - Ivanovo: IPSA GPS of the Emergencies Ministry of Russia, 2016. pp. 321–324. (In Russ)]
3. Denisov A.N. Modelirovanie sosredotocheniya i vvedeniya sil i sredstv dlya planirovaniya boevykh dejstvij pozharnykh podrazdelenij // Pozhary i okruzhayushchaya sreda: materialy XVII Mezhdunarodnoj nauch.-prakt. konf. – M.: VNIPO, 2002. – 477 s. [Denisov A.N. Simulation of concentration and introduction of forces and means for planning combat operations of fire departments // Fires and the environment: materials of the 17th International Scientific Practical Center. conf. - M.: VNIPO, 2002. 477 p. (In Russ)]
4. Tarakanov D.V., Varlamov E.S., Ilemenov M.V. Komp'yuternoe modelirovanie processov razvitiya i tusheniya pozharov v zdaniyah // Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti: internet-zhurnal. – 2014. – Vyp. № 5 (57). [Tarakanov D.V., Varlamov E.S., Ilemenov M.V. Computer modeling of the processes of development and extinguishing fires in buildings // Technologies of technospheric safety: Internet magazine. 2014. Vol. No. 5 (57). (In Russ)]
5. Vlasov K.S., Danilov M.M. Primenenie informacionnykh tekhnologij dlya upravleniya pozharo-spasatel'nymi podrazdeleniyami // Aktual'nye problemy obespecheniya pozharnoj bezopasnosti i zashchity ot chrezvychajnykh situacij: Sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, 26 aprelya 2019 goda, g. Zheleznogorsk – Izd-vo: FGBOU VO Sibirskaya pozharo-spasatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2019. - 852 s. [Vlasov K.S., Danilov M.M. The use of information technology for the management of fire and rescue units // Actual problems of fire safety and emergency protection: A collection of materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference, April 26, 2019, Zheleznogorsk - Publisher: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education and Science Emergency Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2019. 852 p. (In Russ)]
6. Prikaz MCHS RF ot 31.03.2011g. №156 «Ob utverzhdenii Poryadka tusheniya pozharov podrazdeleniyami pozharnoy okhrany». [Order of the EMERCOM of Russia No. 467 of 25.10.2017 «On Approval of the Regulations on Fire and Rescue Garrisons». (In Russ)]
7. Denisov A.N. Metody, modeli i algoritmy podderzhki upravleniya pozharo-spasatel'nymi podrazdeleniyami pri tushenii pozharov: diss. doktor tekhnicheskikh nauk: 05.13.10 – M., 2018. [Denisov A.N. Methods, models and algorithms to support the management of fire and rescue units in extinguishing fires: Diss. Doctor of Technical Sciences: 05.13.10 M., 2018. (In Russ)]
8. Metodicheskiye rekomendatsii po sostavleniyu planov tusheniya pozharov i kartochek tusheniya pozharov, utverzhdennyye MCHS Rossii 27.02.2013 (№2-4-87-1-18). [Methodical recommendations on compilation up plans for extinguishing fires and fire extinguishing cards approved by the EMERCOM of Russia 27.02.2013 (№2-4-87-1-18). (In Russ)]
9. Grigorev A.N. Podderzhka prinyatiya upravlencheskikh resheniy pri tushenii krupnykh pozharov v obschestvennykh zdaniyakh: avtoreferat dissertatsii kand. tekhn. nauk. M., 2012. 26 s. [Grigoriev A.N. Management decision-making support in extinguishing large fires in public buildings: dissertation abstract of the candidate. those. sciences. M., 2012. 26 p. (In Russ)]
10. Stepanov O.I., Stakheev M.V., Dzhabaev M.D., Osipenko S.I. Primenenie takticheskogo potentsiala pri otsenke operativno-takticheskikh deystvij pozharnykh podrazdeleniy pri tushenii pozharov // Tekhnosfernaya bezopasnost. 2015. №3 (8). S. 3-7. [Stepanov O.I., Stakheev M.V., Dzhabaev M.D., Osipenko S.I. The use of tactical potential in assessing the operational and tactical actions of fire departments in extinguishing fires // Technosphere safety. 2015. № 3 (8). pp. 3-7. (In Russ)]
11. Ivannikov V.P., Klyus P.P. Spravochnik rukovoditelya tusheniya pozhara. M., 1987. 288 s. [Ivannikov V.P., Klyus P.P. Directory of fire extinguishing. M., 1987. 288 p. (In Russ)]
12. Terebnev V.V. Spravochnik rukovoditelya tusheniya pozhara. Takticheskie vozmozhnosti pozharnykh podrazdelenij. M.: Pozhkniga, 2004. 248 s. [Terebnev V.V. Directory of fire extinguishing. Tactical capabilities of fire departments. - M.: Pozhkniga, 2004. 248 p. (In Russ)]
13. Bogdanov M.I., Arhipov G.F., Myastenkov E.I. Spravochnik po pozharnoj tekhnike i taktike: uchebnoe posobie. Upravlenie gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby Sankt-Peterburga i Leningradskoj oblasti MCHS Rossii. – SPb., 2002. – 120 s. [Bogdanov M.I., Arhipov G.F., Miastenkov E.I. Handbook of fire engineering and tactics: a tutorial. Management of the State Fire Service of St. Petersburg and the Leningrad Region of the Emergencies Ministry of Russia. SPb., 2002. 120 p. (In Russ)]
14. Stepanov O.I., Denisov A.N., Stepanova YA.V., Osipenko S.I. Primenenie sistem informacionno-analiticheskoy podderzhki upravlencheskikh reshenij pri pozharotushenii // Aktual'nye problemy i innovacii v obespechenii be-

- zopasnosti: materialy Dnej nauki (6-9 dekabrya 2016 g.) v 2-h chastyah. – Ekaterinburg: Ural'skij institut GPS MCHS Rossii, 2017. S. 49-50. [Stepanov O.I., Denisov A.N., Stepanova Ya.V., Osipenko S.I. The use of information and analytical support systems for management decisions during fire extinguishing // Actual problems and innovations in ensuring security: materials of the Days of Science (December 6-9, 2016) in 2 parts. - Yekaterinburg: Ural Institute of the State Fire Service of the Emergencies Ministry of Russia, 2017. pp. 49-50. (In Russ)]
15. Kunkelmann J. Feuerwehreinsatztaktische Problemstellungen bei Brandbekämpfung in Gebäuden moderner Bauweise / J. Kunkelmann, D. Brein. 2010. 103 p.
16. Joerger S. Modern wood-frame construction: firefighting problems and tactics // Fire Engineering. 2014. Vol. 167, Issue 1.
17. Koshmarov YU.A., Bashkirtsev M.P. Termodinamika i teploperedacha v pozharном dele. M. : VIPTSH MVD SSSR, 1987. 444 s. [Koshmarov Yu.A., Bashkirtsev M.P. Thermodynamics and heat transfer in the fire de lé. - M.: VIPTSH USSR Ministry of Internal Affairs, 1987. 444 p. (In Russ)]
18. Kabelev N.A. Pozharnaya razvedka: taktika, strategiya i kul'tura. – Yekaterinburg : ООО «Kalan», 2016. – 348 s. [Kabelev N.A. Fire Intelligence: Tactics, Strategy and Culture. Ekaterinburg: «Publishing «Kalan», 2016. 348 p. (In Russ)]
19. Trchka M. Special manifestations of fire and fire fighting measures. Text for courses prepared in the framework of cooperation Czech Republic - Moldova. VSB - Technical University of Ostrava. 2014/15, 66 p.
20. Buzhyn O.A., Dendarenko Yu. Yu., Senchykhin J.N. Methodology of estimation of organizationally-functional efficiency of fire rescue subdivisions is at extinguishing of fires // "Problems of fire safety". Issue 40, 2016.
21. Korolev P.S., Eremin M.P., Danilov M.M. K voprosu vybora reshenij pri tushenii pozhara na osnove etapov razvitiya sistemy podderzhki prinyatiya reshenij // Materialy «SHkoly molodyh uchenyh i specialistov MCHS ROSSII - 2018». M.: Akademiya GPS MCHS Rossii, 2018. s. 28-33. [Korolev P.S., Eremin M.P., Danilov M.M. On the issue of decision making in extinguishing a fire based on the stages of development of a decision support system // Materials of the School of Young Scientists and Specialists of the EMERCOM of Russia . 2018. M. : Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2018. pp. 28-33. (In Russ)]

**Сведения об авторах:**

**Степанов Олег Игоревич** – начальник отдела подготовки пожарно-спасательных и аварийно-спасательных формирований.

**Худякова Светлана Александровна** – кандидат педагогических наук, начальник кафедры математики и информатики.

**Information about authors:**

**Oleg I. Stepanov** - Head of the Department for the preparation of fire rescue and emergency rescue units.

**Svetlana A. Khudyakova** - Cand. Sc. (Pedagogical), Head of the department of mathematics and computer science.

**Конфликт интересов.**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Поступила в редакцию** 12.04.2019.

**Принята в печать** 27.05.2019.

**Conflict of interest.**

The authors declare no conflict of interest.

**Received** 12.04.2019.

**Accepted for publication** 27.05.2019.