

Ю. С. Зайченко¹, Д. В. Тараканов², С. А. Шкунов¹

(¹Академия ГПС МЧС России, ²Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России; e-mail: entrenger@gmail.com)

ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ПЕРЕОСНАЩЕНИЮ ПАРКА ОСНОВНЫХ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Представлена разработанная специалистами Академии ГПС МЧС России и Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России база данных "Оперативная готовность пожарной техники РФ", использование которой в совокупности с системой поддержки принятия решений позволяет рационализировать реализацию процедуры переоснащения парка пожарной техники территориальных пожарно-спасательных гарнизонов Российской Федерации. База данных содержит информацию по оперативной готовности пожарной техники, которая структурирована в соответствии с климатическими районами Российской Федерации.

Ключевые слова: переоснащение, база данных, оперативная готовность, информационно-аналитическая модель, парк основных пожарных автомобилей.

Процесс переоснащения подразделений МЧС России является одной из составных частей системы поддержки функционирования МЧС России. Заблаговременное планирование в данной области, состоящее из комплекса работ по анализу ситуации, связанной с техническим обеспечением территориальных органов управления и подразделений, а также факторов, которые в той или иной степени влияют на техническое состояние средств [1], позволяет рационализировать распределение финансирования на данный процесс. Ведь эффективность выполнения основных задач, стоящих перед системой МЧС России по большей части зависит от уровня её оснащённости современными высокопроизводительными средствами защиты и спасения [2], также необходимо учитывать и особые условия эксплуатации пожарных автомобилей – в большей степени частоту их использования [3].

Важную роль при этом играет использование системы поддержки принятия решений по переоснащению парка основных пожарных автомобилей, которая предполагает принятие управленческих решений, повышающих уровень оперативной и технической готовности подразделений для выполнения задач по назначению.

Информационно-аналитическое обеспечение деятельности оперативных подразделений пожарной охраны, которое основано на системе поддержки принятия решений только по оперативному управлению территориальными пожарно-спасательными формированиями, позволяет обосновать количество пожарных автомобилей, а также мест дислокации оперативных подразделений пожарной охраны в различных населенных пунктах [4].

В источнике [1] предлагается для выбора управленческих решений по рациональному распределению финансовых средств использовать два критерия:

- коэффициент оперативной готовности ($0 \leq K_{o.g.}(t, \tau) \leq 1$) подразделений МЧС до и после переоснащения;
- коэффициент технической готовности ($0 \leq K_{т.г.}(t, \tau) \leq 1$) подразделений МЧС до и после переоснащения.

Как известно, при своевременном прибытии пожарных подразделений к местам вызовов в значительной мере сокращается время свободного развития пожара, что в дальнейшем приводит к снижению размеров прямого и косвенного материального ущерба, а также к уменьшению числа пострадавших и погибших людей [5]. Поэтому возникает необходимость изучать оперативную готовность, под которой понимается возможность подразделений МЧС России выполнять задачи по назначению за рассматриваемый период времени. Непосредственно сам критерий оперативной готовности характеризуется отношением времени использования подразделениями пожарной техники по назначению к общему максимально гипотетическому возможному времени её использования [6]:

$$K_o = \left(1 - \left[\sum_1^N (n_i, \Delta t)_j \frac{1}{N \Delta T} \right] \right), \quad (1)$$

где n_i – количество единиц техники, занятых на обслуживании одного вызова;

Δt – промежуток времени, определяющий занятость i -й единицы пожарной техники при обслуживании одного вызова, мин;

N – общее количество единиц техники в рассматриваемом гарнизоне пожарной охраны;

ΔT – промежуток времени, определяющий максимально возможную занятость одной единицы пожарной техники, мин.

Одна из важнейших задач системы материально-технического обеспечения МЧС России – это поддержание мобильных средств пожаротушения в постоянной технической готовности [7]. А, значит, коэффициент технической готовности предполагает получение вероятности технической возможности выполнять задачи по назначению в любой момент времени в течение определенного периода [6]:

$$K_t = [1 - Q/V] \cdot \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^{M_1} n_j t_{Toj} + \sum_{j=1}^{M_2} k_j t_{pj} + \sum_{j=1}^{M_3} m_j t_{mj}}{NT_o} \right], \quad (2)$$

где Q – количество отказов в работе основных пожарных автомобилей;

V – общее количество выездов всех подразделений;

n_j – количество технических обслуживаний одного из основных пожарных автомобилей за время T_o ;

M_1 – общее время, затраченное на все виды технического обслуживания;

M_2 – общее время, затраченное на все виды ремонтов;

M_3 – общее время, затраченное на обслуживание после пожара;

T_0 – фиксированный интервал времени, *мин*;

t_{TOj} – время, необходимое для технического обслуживания одного из основных пожарных автомобилей, *мин*;

k_j – количество ремонтов одного из основных пожарных автомобилей за время T_0 ;

t_{pj} – время, необходимое для ремонта основного пожарного автомобиля, *мин*;

m_j – количество технических обслуживаний одного основного пожарного автомобиля после пожара за время T_0 ;

$t_{ппj}$ – время, необходимое для технического обслуживания одного основного пожарного автомобиля после пожара, *мин*;

N – количество основных пожарных автомобилей, которые используются в гарнизоне в данный момент времени.

Приведённые выше критерии применяются для того, чтобы реализовать информационно-аналитическую модель принятия решений по переоснащению парка основных пожарных автомобилей пожарно-спасательных территориальных гарнизонов, представленную интегральным критерием риска. Использование при этом интервальных данных для каждого коэффициента позволит определить перекрываемую область значений, что приведёт не только к визуализации состояния вопроса, но и позволит более наглядно оценить его изменения в случае принятия конкретного действия.

Таким образом, лицо, принимающее решение по переоснащению, анализирует полученные интервальные показатели оперативной и технической готовности в гарнизонах с целью выявления наиболее нуждающегося и принимает в его пользу своё решение. Практическая реализация данной модели представлена на рис. 1.

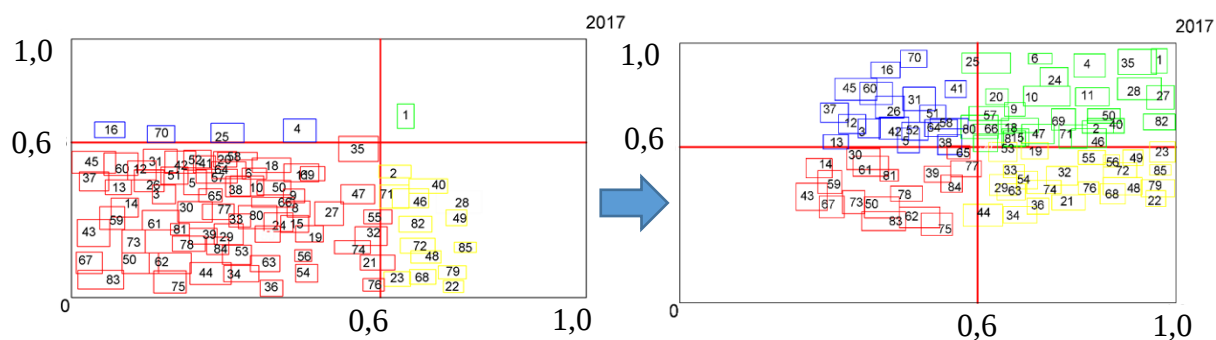


Рис. 1. Значения показателей оперативной и технической готовности парка пожарных автомобилей пожарно-спасательных гарнизонов без проведения переоснащения (слева) и с проведением переоснащения (справа) в 2017 г.

Однако проблемой использования данной модели для интервального анализа вариантов переоснащения является отсутствие информационных ресурсов, которые содержат систематизированную совокупность данных о занятости пожарной техники при выполнении задач по предназначению. Это связано с тем, что основная временная характеристика процесса функционирования системы МЧС – это общее время занятости пожарного автомобиля обслуживанием вызова [8]. Именно на её основе и определяются показатели оперативной и технической готовности. Поэтому для того, чтобы использовать эти критерии, возникает необходимость в процессе принятия решений получения информационных ресурсов, которые должны быть структурированы в виде базы данных.

При этом следует учитывать, что интервальный анализ данных предусматривает использование доверительной вероятности для установления границ интервалов.

Так, представленные в источнике [9] результаты вариационного показателя для некоторых регионов послужили базой для дальнейшего исследования в данной области. А в результате преобразований, представленных в работе [10], получено расчётное значение занятости при заданной величине риска, равной $\varepsilon = 0,1$. Визуализация данного процесса представлена на рис. 2.



Рис. 2. Анализ занятости основной пожарной техники субъектов Северо-Кавказского федерального округа Российской Федерации

Из рис. 2 наглядно видно, какой из субъектов Северо-Кавказского федерального округа Российской Федерации имеет максимальное значение занятости пожарной техники, что позволяет сделать вывод об оперативной готовности не только субъекта, но и определить регион, нуждающийся в первоочередном оснащении.

Именно использование интервальных значений информационных ресурсов с последующим вариационным анализом является основанием для выбора типа структуры базы данных.

Из всего вышеуказанного можно определить, что при формировании массива данных возникает необходимость применения базы данных реляционного типа, представляющую собой совокупность отношений, содержащих всю информацию, которая должна храниться в этой базе данных [11]. Структурной единицей реляционной модели при этом является отношение, которое с теоретической точки зрения является легко описываемым и хорошо изученным математическим объектом, а с практической – может трактоваться как таблица простейшей структуры [12]. Так, таблицы представляют собой абстракцию способа физического хранения данных, множество деталей которой скрыто от пользователя на уровне памяти [13]. Число столбцов при этом является фиксированным показателем, что определяет структуру базы данных заранее, однако, используемое число строк в реляционных базах данных ничем не ограничивается.

Разработанная база данных¹ включает в свой состав 9 объектов:

1. Значения вероятности для определения величины интервала в базе данных, которые имеют обозначение "Вероятность".

2. Удельная занятость пожарной техники по климатическим районам Российской Федерации обозначена как "Занятость КЗ".

3. Удельная занятость пожарной техники по федеральным округам страны обозначена как "Занятость ФО".

4. Распределение коэффициента оперативной готовности пожарной техники в соответствии с климатическим районом Российской Федерации обозначено следующим образом: "Коэффициенты КЗ".

5. Распределение коэффициента оперативной готовности пожарной техники в соответствии с федеральным округом страны обозначено следующим образом: "Коэффициенты ФО".

6. Перечень климатических районов Российской Федерации определён как "КЗ".

7. Перечень федеральных округов Российской Федерации имеет обозначение "ФО".

8. Перечень территориальных пожарно-спасательных гарнизонов на территории Российской Федерации обозначен как "Объекты".

9. Основной запрос и форма БД.

Перечисленные объекты имеют строго определённую связь между собой в базе данных и представлены в виде схемы на рис. 3.

¹ Свид. № 2019620619 РФ. Свидетельство о государственной регистрации базы данных. Оперативная готовность пожарной техники Российской Федерации / Зайченко Ю. С., Шкунов С. А., Матюшкин А. А., Тараканов Д. В.; заявка № 2019620456, дата поступления 28 марта 2019 г., дата регистрации в Реестре баз данных 16 апреля 2019 г.

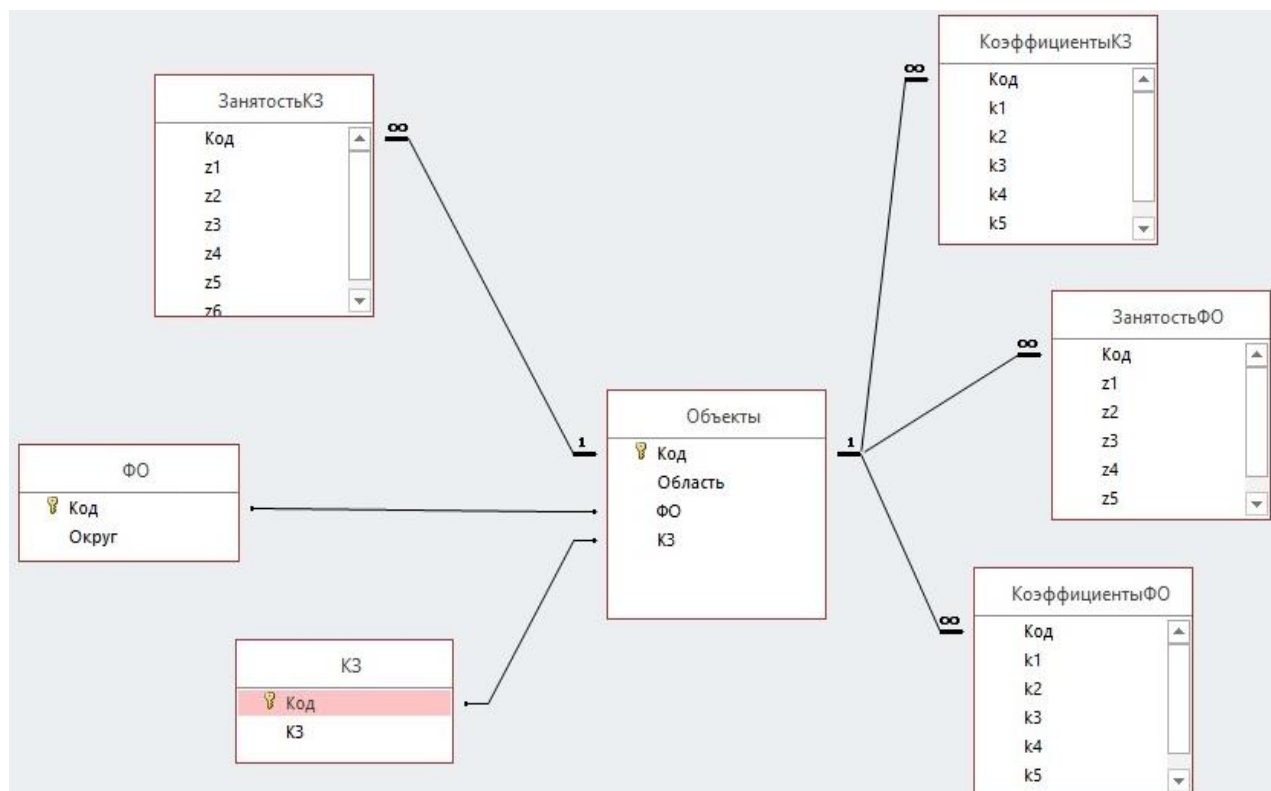


Рис. 3. Связь между объектами в базе данных "Оперативная готовность пожарной техники Российской Федерации"

Как видно из рис. 3, ключевыми объектами базы данных являются коды регионов², названия регионов и федеральных округов Российской Федерации, а также климатические зоны, расположенные на территории страны.

Таким образом, база данных "Оперативная готовность пожарной техники РФ" является информационным ресурсом для выбора лицом, принимающим управленческое решение, наиболее верного направления действий в процессе переоснащения парка пожарной техники территориальных пожарно-спасательных гарнизонов Российской Федерации. Она содержит информацию по оперативной готовности пожарной техники, которая структурирована в соответствии с климатическими районами Российской Федерации, и включает значения показателей удельной и интервальной занятости пожарной техники при её использовании на крупных пожарах и в чрезвычайных ситуациях.

Возможность использования базы данных в совокупности с системой поддержки принятия решений позволяет рационализировать реализацию процедуры переоснащения парка пожарной техники территориальных пожарно-спасательных гарнизонов Российской Федерации. Главным положительным моментом использования базы данных является сокращение затрат времени на поиск необходимой информации по оперативной готовности пожарно-спасательных автомобилей.

² Постановление Госстандарта России № 413 от 31 июля 1995 г. "ОК 019-95. Общероссийский классификатор объектов административно-территориального деления"

Дальнейшие исследования необходимо направить не только на анализ статистических данных по оперативной и технической готовности основных пожарных автомобилей, но и на совершенствование информационно-аналитической модели поддержки принятия решений по переоснащению парка пожарной техники территориальных пожарно-спасательных гарнизонов Российской Федерации.

Литература

1. Шкунов С. А. Информационно-аналитическая модель принятия решений по переоснащению парка пожарных автомобилей // Пожаровзрывобезопасность. 2016. Т. 25. № 7. С. 58-62. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.07.58-62.
2. Грязнов С. Н., Малышев В. П. Обоснование предложений по дальнейшему развитию системы технического оснащения спасательных сил МЧС России на долгосрочный период // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. 2015. № 1 (8). С. 34-50.
3. Ложкин В. Н., Лакеев Д. А., Ложкина О. В. Особенности диагностирования двигателей пожарных автомобилей // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2011. № 17. С. 6-13.
4. Матюшин А. В., Порошин А. А., Бобринев Е. В., Кондашов А. А., Варламкин А. В., Сурина Г. Л., Олейников В. Т., Трегубова В. И., Горшкова И. Н., Матюшин Ю. А. Информационно-аналитическое обеспечение деятельности оперативных подразделений пожарной охраны // Пожарная безопасность. 2007. № 2. С. 34-41.
5. Роенко В. В., Назармамбетов Д. Т., Омуров У. К. Влияние технических характеристик пожарных автомобилей на время их следования к местам вызовов // Технологии техносферной безопасности. 2017. Вып. 1 (71). С. 36-40. <http://academygps.ru/ttb>.
6. Роенко В. В., Тараканов Д. В., Шкунов С. А. Критерии оценки вариантов переоснащения подразделений МЧС России // Технологии техносферной безопасности. 2014. Вып. 5 (57). С. 90-96. <http://academygps.ru/ttb>.
7. Сорокоумов В. П., Саламатов А. Г. Изменение параметра потока отказов в зависимости от пробега пожарных автомобилей // Матер. всерос. науч.-практ. конф. с междунар. уч. "Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций". Т 1. Воронеж: Воронежский институт ГПС МЧС России, 2015. С. 439-441.
8. Гладков П. С., Гладков С. В. Моделирование занятости пожарного автомобиля как системы массового обслуживания на основе метода псевдосостояний // Современные наукоёмкие технологии. Региональное приложение. 2008. № 2. С. 46-58.
9. Зайченко Ю. С., Шкунов С. А., Тараканов Д. В. Исследование информационно-аналитической модели принятия решений по переоснащению парка основных пожарных автомобилей в территориальных пожарно-спасательных гарнизонах // Матер. XXIX междунар. научн.-практ. конф., посвященной 80-летию ФГБУ ВНИИПО МЧС России: Горение и проблемы тушения пожаров. М.: ВНИИПО МЧС России, 2017. С. 465-469.
10. Зайченко Ю. С., Шкунов С. А. Совершенствование информационно-аналитической модели принятия решений по переоснащению пожарной техники // Современные проблемы гражданской защиты. 2018. № 4 (29). С. 23-27.
11. Кириллов В. В., Громов Г. Ю. Введение в реляционные базы данных: учебное пособие. СПб: BHV-Петербург, 2009. 464 с.
12. Зафиевский А. В., Короткин А. А., Лататиев А. Н. Базы данных: учебное пособие. Ярославль: ЯрГУ, 2012. 164 с.
13. Токмаков Г. П. Базы данных. Концепция баз данных, реляционная модель данных, языки SQL и XML: учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ, 2010. 192 с.

Материал поступил в редакцию 11 октября 2019 г.

Для цитирования: Зайченко Ю. С., Тараканов Д. В., Шкунов С. А. Информационные ресурсы системы поддержки принятия решений по переоснащению парка основных пожарных автомобилей // Технологии техносферной безопасности. – Вып. 4 (86). – 2019. – С. 62-70. DOI: 10.25257/TTS.2019.4.86.62-70.

Yu. S. Zaichenko, D. V. Tarakanov, S. A. Shkunov

INFORMATION RESOURCES OF THE DECISION SUPPORT SYSTEM FOR RE-EQUIPMENT OF THE FLEET OF MAJOR FIRE TRUCKS

The article presents the database "Operational readiness of fire equipment of the Russian Federation" developed by specialists of the Academy of Emergency Situations of Russia and Ivanovo Fire and Rescue Academy of Emergency Situations of Russia, the use of which in conjunction with the decision support system allows to rationalize the implementation of the procedure of re-equipment of the Park of fire equipment of territorial fire and rescue garrisons of the Russian Federation. The database contains information on the operational readiness of fire equipment, which is structured in accordance with the climatic regions of the Russian Federation, and includes the values of specific and interval occupancy of fire equipment when it is used in large fires and in emergency situations. The possibility of using the database in conjunction with the decision support system allows to rationalize the implementation of the procedure for re-equipping the fire equipment fleet of the territorial fire and rescue garrisons of the Russian Federation.

Key words: re-equipment, database, operational readiness, information and analytical model, fleet of main fire engines.

Referemces

1. Shkunov S. A. Information and analytical decision-making model to retrofit of the fire vehicles park. *Pozharovzryvobezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2016, vol. 25, no. 7, pp. 58-62 (in Russian). DOI: 10.18322/PVB.2016.25.07.58-62.
2. Gryaznov S. N., Malyshev V. P. *Obosnovanie predlozhenij po dal'nejshemu razvitiyu siste-my tekhnicheskogo osnashcheniya spasatel'nyh sil MCHS Rossii na dolgosrochnyj period* [Justification of proposals for the further development of the technical equipment system of the Russian Emergencies Ministry for the long term]. *Strategiya grazhdanskoj zashchity: problemy i issledovaniya / Civil Protection Strategy: Issues & Research*, 2015, no. 1 (8), pp. 34-50.
3. Logkin V. N., Lakeev D. A., Logkina O. V. Features of engines diagnostic for fire-engine vehicles. *Tekhniko-tekhnologicheskie problemy servisa / Technical and technological problems of service*, 2011, no. 17, pp. 6-13 (in Russian).
4. Matyushin A. V., Poroshin A. A., Bobrinev E. V., Kondashov A. A., Varlamkin A. V., Surina G. L., Olejnikov V. T., Tregubova V. I., Gorshkova I. N., Matyushin Yu. A. *Informacionno-analiticheskoe obespechenie deyatel'nosti operativnyh podrazdelenij pozharnoj ohrany* [Information and analytical support for the activities of operational units of the fire department]. *Pozharnaya bezopasnost / Fire Safety*, 2007, no. 2, pp. 34-41.
5. Roenko V. V., Nazarmambetov D. T., Omurov U. K. The impact of technical characteristics of fire trucks on the arrival time on fires. *Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti / Technology of technosphere safety*, 2017, vol. 1 (71), pp. 36-40. Available at: <http://academygps.ru/ttb> (in Russian).
6. Roenko V. V., Tarakanov D. V., Shkunov S. A. Criteria for evaluating options reequipment units of Emercom of Russia. *Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti / Technology of technosphere safety*, 2014, vol. 5 (57), pp. 90-96. Available at: <http://academygps.ru/ttb> (in Russian).

7. Sorokoumov V. P., Salamatov A. G. *Izmenenie parametra potoka otkazov v zavisimosti ot probega pozharnyh avtomobilej* [Change in the parameter of the flow of failures depending on the mileage of fire engines]. *Mater. vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uch. "Problemy obespecheniya bezopasnosti pri likvidacii posledstvij chrezvychajnyh situacij"* [Proceed. of All-Russian scientific-practical conference with international teaching "Problems of ensuring security in emergency response"], part 1, Voronezh, Voronezh Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, 2015, pp. 439-441.

8. Gladkov P. S., Gladkov S. V. Modelling of employment of the fine-engine vehicle as systems of mass service on the basis of the method of pseudo-conditions. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii. Regional'noe prilozhenie / Modern high technology. Regional application*, 2008, no. 2, pp. 46-58 (in Russian).

9. Zajchenko Yu. S., Shkunov S. A., Tarakanov D. V. *Issledovanie informacionno-analiticheskoy modeli pri-nyatiya reshenij po pereosnashcheniyu parka osnovnyh pozharnyh avtomobilej v territorii-al'nyh pozharno-spasatel'nyh garnizonah* [Study of the information-analytical model of decision-making on the re-equipment of the fleet of main fire engines in territorial fire and rescue garrisons]. *Materialy XXIX mezhdunar. nauchn.-prakt. konf., "Gorenie i problemy tusheniya pozharov"* [Proceed. of XXIX International Scientific-Practical Conference "Combustion and the problem of extinguishing fires"], Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection of EMERCOM of Russia Publ., 2017, pp. 465-469.

10. Zajchenko Yu. S., Shkunov S. A. Improvement of information-analytical decision model for retrofitting fire equipment. *Sovremennye problemy grazhdanskoj zashchity / Modern problems of civil protection*, 2018, no. 4 (29), pp. 23-27 (in Russian).

11. Kirillov V. V., Gromov G. Yu. *Vvedenie v relyacionnye bazy dannyh: uchebnoe posobie* [Introduction to relational databases: tutorial]. Saint-Petersburg, BHV-Peterburg Publ., 2009, 464 p.

12. Zafievskij A. V., Korotkin A. A., Latatuev A. N. *Bazy dannyh: uchebnoe posobie* [Databases: tutorial]. Yaroslavl: Yaroslavl State University, 2012, 164 p.

13. Tokmakov G. P. *Bazy dannyh. Konceptiya baz dannyh, relyacionnaya model' dannyh, yazyki SQL i XML: uchebnoe posobie* [Database. Database Concept, Relational Data Model, SQL and XML: Tutorial.]. Ulyanovsk, Ulyanovsk State Technical University, 2010, 192 p.

For citation: Zaichenko Yu. S., Tarakanov D. V., Shkunov S. A. Information resources of the decision support system for re-equipment of the fleet of major fire trucks. *Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti / Technology of technosphere safety*, vol. 4 (86), 2019, pp. 62-70 (in Russian). DOI: 10.25257/TTS.2019.4.86.62-70.