

И. В. САРАЕВ, адъюнкт Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России (Россия, 153040, г. Иваново, просп. Строителей, 33; e-mail: saraev-i-v@mail.ru)

А. Г. БУБНОВ, д-р хим. наук, доцент, профессор кафедры пожарной техники, Учебно-научный комплекс "Пожаротушение" Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России (Россия, 153040, г. Иваново, просп. Строителей, 33; e-mail: bubag@mail.ru)

В. Ю. КУРОЧКИН, канд. техн. наук, преподаватель кафедры пожарной техники, Учебно-научный комплекс "Пожаротушение" Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России (Россия, 153040, г. Иваново, просп. Строителей, 33; e-mail: vyk_@mail.ru)

Ю. Н. МОИСЕЕВ, начальник кафедры пожарной техники, Учебно-научный комплекс "Пожаротушение" Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России (Россия, 153040, г. Иваново, просп. Строителей, 33; e-mail: fireman13@mail.ru)

А. Д. СЕМЕНОВ, канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры пожарной техники, Учебно-научный комплекс "Пожаротушение" Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России (Россия, 153040, г. Иваново, просп. Строителей, 33; e-mail: sad8_3@mail.ru)

УДК 614.843

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ОБЩАЯ ПОЛЬЗА — ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКСНЫЙ КРИТЕРИЙ ВЫБОРА ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ

Представлен новый подход к отбору пожарных рукавов. Обоснована возможность применения подхода, использующего безразмерный критерий общей пользы, для рационального выбора конкретного комплекта пожарных рукавов для оснащения пожарно-спасательных подразделений. Показано, что критерий рассчитывался исходя из показателей надежности рукавов, стоимости жизни и затрат на предотвращение отказов рукавов на пожаре. Выявлено, что показатель стоимости жизни незначительно влияет на результаты выбора комплекта рукавов при сопоставлении полученных расчетом показателей общей пользы.

Ключевые слова: пожарные рукава; техногенный риск; надежность; вероятность отказа; общая польза.

Темп и эффективность пожаротушения и спасательных работ зависят от множества факторов [1], поэтому выбор предпочтений по параметрам стоимости и эффективности предлагаемых мер при ограниченных ресурсах имеет одно из первоочередных значений [2]. Пожарные рукава являются одним из основных видов пожарного оборудования [3], и от их исправного состояния во многом зависит эффективность и успешность действий пожарных подразделений на пожаре. Стоимость пожарных рукавов и их эксплуатации по сравнению с другими видами пожарной техники достаточно высока. Кроме того, до 85 % отказов пожарной техники приходится именно на долю пожарных рукавов. Условия и режимы эксплуатации рукавов предъявляют повышенные требования к безотказности их работы. Возникновение отказов во время работы наиболее опасно, так как среднее время их устранения увеличивает время тушения на 5–8 мин, что, в свою очередь, может привести к срыву действий пожарно-спасательных подразделений (ПСП) или снижению их эффективности. Отметим, что в настоящее время более 10 отечествен-

ных и зарубежных фирм-производителей, таких как ПО "Берег", ОАО "Рукав", НПО "РУСАРСЕНАЛ" и др., выпускают виды пожарных рукавов различных диаметров. Следовательно, для лица, принимающего решение (ЛПР) по комплектованию ПСП пожарными рукавами, выбрать конкретного поставщика (производителя) рукавов (отвечающих всем современным требованиям, в том числе обеспечивающим минимально необходимое время обслуживания, наладки и профилактики) весьма затруднительно из-за отсутствия единых критериев выбора.

Авторами [4] за основу решения подобной задачи при выборе "портфеля антирисковых программ" был взят алгоритм редукции переменных, применяемый для решения одномерной задачи с одним ограничением, эффективность которого подтверждена многочисленными экспериментами [5]. Процесс решения задачи выбора в указанных работах был разбит на два этапа: первый — редукция переменных, ведущая к значительному сокращению размерности задачи; второй — определение оптимальных значений оставшихся (нередуцированных) переменных

за счет эффективного использования динамического программирования. Отметим, что этапы решения такой блочной задачи весьма громоздки, хотя и ведут к тем же результатам, которые были получены нами в [6], но с использованием другого подхода (на примере выбора из множества комплектов гидравлического аварийно-спасательного инструмента). Варианты более простого решения таких задач выбора по сравнению с указанными в [4, 5] представлены в [7–9].

Как отмечалось выше, выбор конкретного вида рукавов (независимо от их диаметра) на современном рынке представляет собой нетривиальную задачу. Ранее, в статье [6], было показано, что для выбора того или иного оборудования возможно использование интегрального показателя — математического ожидания ущерба от прекращения его работы как дополнительного критерия выбора комплекта пожарных рукавов. В связи с этим нами сделано предположение, что показатель относительной общей пользы W может быть использован и для выбора пожарных рукавов при оценке его по формуле [6, 10]:

$$W = V/(G + B), \quad (1)$$

где V — предотвращенный ущерб, руб., т. е. ущерб, который мог быть причинен в случае смертности или травматизма при ликвидации последствий пожара; $V = U$;

U — ущерб в случае отказа пожарных рукавов;
 G — затраты на предотвращение и снижение уровня техногенного риска (в первую очередь эксплуатационные затраты на обслуживание рукавов), руб.;

B — уровень техногенного риска, руб., который можно представить как математическое ожидание ущерба в результате отказа пожарного рукава.

Здесь уровень техногенного риска B в стоимостном выражении (математическое ожидание ущерба) рассчитывается по формуле

$$B = QU, \quad (2)$$

где Q — вероятность отказа оборудования при использовании рукавов (на пожаре).

Относительная общая польза W , приносимая пожарными рукавами при спасении одной человеческой жизни, может быть рассчитана при известных данных по затратам G на предотвращение отказов того или иного комплекта. Если же еще знать и реальные вероятности отказа оборудования Q , то можно получить более достоверные данные для сравнения комплектов рукавов (причем чем выше величина W , тем более надежен и эффективен (относительно) тот или иной комплект рукавов).

При существующей системе учета отказов пожарных рукавов, в том числе из-за нежелательности

огласки (во время тушения пожара), получить статистически достоверные данные по подобным событиям не представляется возможным. Поэтому для выполнения расчетов величины W , а также при выборе того или иного комплекта рукавов для определения вероятностей неблагоприятных событий (отказов) можно воспользоваться методом построения и анализа “дерева отказов” (АДО) [10] технологических процессов, как наиболее часто используемым и наглядным, тем более что он рекомендуется рядом нормативных документов. Например, в [11] приведен пример построения “дерева отказов”, а для более сложных случаев можно найти многочисленные примеры в технической литературе [12].

Допустимое значение вероятности безотказной работы выбирается в зависимости от степени опасности отказа и определяется нормативным документом [13], из которого следует, что допустимая вероятность безотказной работы P для пожарных рукавов должна быть не менее 0,99. Приближенный расчет P дает значение 0,9938 (следовательно, $Q = 0,0062$). Соответственно, нормативная вероятность отказа пожарных рукавов Q не должна превышать 0,01 (или 1 %).

Для расчета вероятности безотказной работы рукавов P и, соответственно, вероятности их отказа Q по [10, 11] нами были выбраны три наиболее важные характеристики четырех комплектов рукавов “Латексированный”, “Армтекс”, “Тетекс”, “Стандарт” [14, 15] (см. таблицу). Эксплуатационные годовые затраты G на обслуживание рукавов диаметром 51 мм (всегда используемых при тушении пожаров [3]) по данным учебной пожарной части ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России не зависят от марки и составляют 9246 руб. на один рукав, т. е. они одинаковы для всех видов рукавов.

Наихудшим событием, которое может случиться с пожарными рукавами на пожаре, является их выход из строя (отказ) и последующее возможное замедление темпа тушения пожара. Ущерб из-за отказа рукавов U будет зависеть от смертности и тяжести заболеваний, потерь времени, связанных непосредственно с замедлением скорости тушения пожара.

Для демонстрации возможности использования формул (1) и (2) в целях рационального выбора закупаемого пожарного оборудования примем, что наихудшим событием при отказе рукавов будет смерть индивидуума. Поскольку стоимость жизни в России на законодательном уровне до сих пор не определена, для расчета U можно воспользоваться показателем статистической стоимости жизни (ССЖ), применяемым в случае необходимости принятия решений на государственном уровне, например для оценки целесообразности реформ, проектов и мер.

Результаты расчета относительной общей пользы для выбора комплекта рукавов

Показатель		Наименование рукавов			
		Армтекс	Латексированный	Стандарт	Гетекс
Стойкость к абразивному износу, циклы		320	300	50	43
Температура хрупкости покрытия, °С		–46	–40	–60	–53
Стойкость к контактному прожигу при (450±10) °С, с		34	30	25	5,3
Стоимость комплекта рукавов, руб.		2200	2585	1400	1570
Q		0,0065	0,0072	0,0072	0,0083
P		0,9934	0,9928	0,9928	0,9916
B , руб.	B'	23400	25920	25920	29880
	B''	6409	7099	7099	8184
W	W''	110,2	102,3	102,3	92,0
	W'''	62,9	60,3	60,3	56,5

Примечание. B' и W' рассчитаны исходя из оценки U по данным компании “Росгосстрах”, B'' и W'' — исходя из оценки U по ССЖ.

Использовать для этих целей ССЖ предложил НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды РАМН (в настоящее время ССЖ не применяется для принятия решений о компенсации за причиненный ущерб):

$$\text{ССЖ} = \text{ВВП } T_{\text{ср}} / N, \quad (3)$$

где ВВП — валовой внутренний продукт, руб. (например, для Ивановской обл. ВВП = 152,18 млрд. руб. в 2013 г.);

$T_{\text{ср}}$ — средняя продолжительность жизни населения в регионе, лет; $T_{\text{ср}} = 67,2$ года (62,5 — для мужчин, 72 — для женщин);

N — численность населения в регионе, чел.; $N = 1037079$ чел.

Приведенные данные приняты по сведениям Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Ивановской обл. (<http://ivanovo.gks.ru>).

Кроме того, согласно исследованиям, проведенным Центром стратегических исследований компании “Росгосстрах” (<http://www.rgs.ru>) в 36 крупных и средних российских городах, “стоимость” человеческой жизни в России на первую половину 2014 г. составляет 3,6 млн. руб.

Результаты расчета вероятностных величин P и Q , относительной общей пользы применения различных комплектов рукавов W , а также математиче-

ских ожиданий ущерба из-за вероятного отказа оборудования B — по данным компании “Росгосстрах” (B') и по показателю ССЖ (B'') в Ивановской обл. приведены в таблице. Ее анализ показывает, что независимо от того, каким образом рассчитывался ущерб U , самый высокий показатель общей пользы W (по сравнению с другими рукавами) имеют рукава “Армтекс”. Хотя закупочная цена этих рукавов не самая высокая, но показатель общей пользы на 7 % выше, чем у более дорогих рукавов, а уровень техногенного риска даже ниже в 1,11 раза, чем у недорогих рукавов “Стандарт”. Для получения более точных показателей ЛПР в дальнейшем могут использовать и другие важные характеристики рукавов, предоставляемые фирмами-производителями, и в первую очередь статистические данные по отказам рукавов (это позволит наиболее рационально и эффективно подойти к выбору пожарных рукавов).

Таким образом, предложенный ранее подход к оценке надежности [6] пожарно-спасательного оборудования с использованием показателей риска для расчета критерия относительной общей пользы может дополнять предоставляемые фирмами-производителями результаты сертификационных испытаний для принятия управленческих решений по включению или невключению их в стандартный комплект рукавов ПСП [16, 17].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Statheropoulos M., Agapiou A., Pallis G. C., Mikedi K., Karma S., Vamvakari J., Dandoulaki M., Andritsos F., Thomas C. L. P. Factors that affect rescue time in urban search and rescue (USAR) operations // Natural Hazards. — 2014. — Vol. 75, Issue 1. — P. 57–69. doi: 10.1007/s.11069-014-1304-3.
2. Psarros G., Skjong R., Eide M. S. The acceptability of maritime security risk // Journal of Transportation Security. — 2009. — Vol. 2, Issue 4. — P. 149–163. doi: 10.1111/j.1541-1338.2004.00080.x.

3. Полозов А. А., Самохвалов Ю. П. Определение относительных частот использования пожарного оборудования на пожарах // Пожаровзрывобезопасность. — 2006. — Т. 15, № 4. — С. 62–65.
4. Ingargiola G. P., Korsh J. F. Reduction algorithm for zero-one single knapsack problems // Management Science. — 1973. — Vol. 20, No. 4. — Part 1. — P. 460–463. doi: 10.1287/mnsc.20.4.460.
5. Птускин А. С., Левнер Е. В. Выбор антирисковых программ для уменьшения потерь в цепях поставок // Вестник Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. Сер.: Машиностроение. — 2014. — Т. 96, № 3. — С. 119–135.
6. Бубнов А. Г., Курочкин В. Ю., Моисеев Ю. Н., Семенов А. Д. Использование показателей риска для выбора аварийно-спасательного оборудования // Пожаровзрывобезопасность. — 2014. — Т. 23, № 2. — С. 50–55.
7. Филиновский А. М., Иванов А. Н., Поляков А. С. Сужение неопределенностей экспертных оценок эффективности гидравлического аварийно-спасательного инструмента // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. — 2013. — № 2. — С. 29–35.
8. Филиновский А. М., Поляков А. С. Оценка параметров гидравлического аварийно-спасательного инструмента на основе метода анализа размерностей // Проблемы управления рисками в техно-сфере. — 2012. — Т. 22, № 2. — С. 12–19.
9. Тодосейчук С. П., Парамонов В. В. Сравнительная оценка эффективности гидравлического инструмента для проведения аварийно-спасательных работ // Технологии гражданской безопасности. — 2006. — Т. 3, № 1. — С. 78–79.
10. Бубнов А. Г., Гриневич В. И., Гуцин А. А., Пластинина Н. А. Методология выбора способа очистки воды от органических соединений с использованием параметров экологического риска // Известия вузов. Сер.: Химия и химическая технология. — 2007. — Т. 50, вып. 8. — С. 89–93.
11. РД 03-418–01. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов : утв. постановлением Госгортехнадзора РФ от 10.07.2001 № 30; введ. 01.10.2001. — М. : НТЦ “Промышленная безопасность”, 2001.
12. Алымов В. Т., Тарасова Н. П. Техногенный риск. Анализ и оценка : учебное пособие для вузов. — М. : ИКЦ “Академкнига”, 2004. — 118 с.
13. ГОСТ Р 22.9.01–95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Аварийно-спасательный инструмент и оборудование. Общие технические требования. — Введ. 01.01.96. — М. : Изд-во стандартов, 1995.
14. ГОСТ Р 51049–2008. Техника пожарная. Рукава пожарные напорные. Общие технические требования. Методы испытаний. — Введ. 27.02.2009. — М. : Изд-во стандартов, 2008.
15. NFPA 1961. Standard on fire hose. — Quincy, MA : National Fire Protection Association, 2013.
16. Теребнев В. В., Семенов А. О., Смирнов В. А., Тараканов Д. В. Анализ и поддержка решений при тушении крупных пожаров // Пожаровзрывобезопасность. — 2010. — Т. 19, № 9. — С. 51–57.
17. Теребнев В. В., Семенов А. О., Тараканов Д. В. Теоретические основы принятия решений при управлении силами и средствами на пожаре // Пожаровзрывобезопасность. — 2012. — Т. 21, № 10. — С. 14–17.

Материал поступил в редакцию 17 февраля 2015 г.

English

AVAIL TOTAL ADVANTAGE — ADDITIONAL CRITERION OF THE FIRE HOSES CHOICE

SARAEV I. V., Adjunct of Ivanovo Fire and Rescue Academy of State Fire Service of Emercom of Russia (Stroiteley Avenue, 33, Ivanovo, 153040, Russian Federation; e-mail address: saraev-i-v@mail.ru)

BUBNOV A. G., Doctor of Chemical Sciences, Docent, Professor of Fire Fighting Equipment Department, Educational and Scientific Complex “Firefighting” of Ivanovo Fire and Rescue Academy of State Fire Service of Emercom of Russia (Stroiteley Avenue, 33, Ivanovo, 153040, Russian Federation; e-mail address: bubag@mail.ru)

KUROCHKIN V. Yu., Candidate of Technical Sciences, Lecturer of Fire Fighting Equipment Department, Educational and Scientific Complex “Firefighting” of Ivanovo Fire and Rescue Academy of State Fire Service of Emercom of Russia (Stroiteley Avenue, 33, Ivanovo, 153040, Russian Federation; e-mail address: vyk_@mail.ru)

MOISEEV Yu. N., Head of Fire Fighting Equipment Department, Educational and Scientific Complex "Firefighting" of Ivanovo Fire and Rescue Academy of State Fire Service of Emercom of Russia (Stroiteley Avenue, 33, Ivanovo, 153040, Russian Federation; e-mail address: fireman13@mail.ru)

SEMENOV A. D., Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of Fire Fighting Equipment Department, Educational and scientific Complex "Firefighting" of Ivanovo Fire and Rescue Academy of State Fire Service of Emercom of Russia (Stroiteley Avenue, 33, Ivanovo, 153040, Russian Federation; e-mail address: sad8_3@mail.ru)

ABSTRACT

Fire hoses alongside with other fire equipment are one of the main types of it. The efficiency and success of fire brigades activities depends on its good condition. The use of hoses has requirements for the reliability of their work. The failure in this mode is the most dangerous, because the time to repair failures significantly increases the time required to extinguish the fire. It is well known that currently, more than 10 domestic and foreign manufacturers produce different sets of fire hoses.

Therefore, the choice of a particular manufacturer of modern fire hoses, that minimize time for maintenance and prevention, from the hoses-analogues is very difficult for the specialist because of the lack of uniform criteria.

Previously it was shown that for the choice of equipment the specialist can apply the integral indicator the mathematical expectation of damage from the loss of his health. We made the assumption that indicator of the relative common benefit can be used for justification of the choice set fire hoses. Moreover, the higher the value of this benefit, the more reliable and relatively effective is one or the other set.

Because the worst result of fire is temporary incapacitation (or failure) of fire hoses with a subsequent slower rate of fire, damage from the specified failure will primarily depend on the mortality and severity of diseases associated with slowing of the rate of extinguishment (using the value of human life.).

For testing we have selected the three most important characteristics of the four sets of hoses "Latexonly", "Armtex", "Getex", "Standard", manufactured according to State Standard 51049-2008.

The results of the calculations show that the highest common benefit (compared with other hoses) has "Armtex". Although the purchase price of these hoses is lower than the most expensive hoses, and the total benefit is 7 % higher (the level of technogenic risk is also lower in 1.11 times than the cheap hoses — "Standard").

Therefore, the previously proposed approach to the assessment of reliability on example, of a hydraulic rescue tool (using risk indicators) can be used to determine the most reliable fire and rescue equipment, including fire hoses.

Keywords: fire hoses; technogenic risk; reliability; probability of failure; total advantage.

REFERENCES

1. Statheropoulos M., Agapiou A., Pallis G. C., Mikedi K., Karma S., Vamvakari J., Dandoulaki M., Andritsos F., Thomas C. L. P. Factors that affect rescue time in urban search and rescue (USAR) operations. *Natural Hazards*, 2014, vol. 75, issue 1, pp. 57–69. doi: 10.1007/s.11069-014-1304-3.
2. Psarros G., Skjong R., Eide M. S. The acceptability of maritime security risk. *Journal of Transportation Security*, 2009, vol. 2, issue 4, pp. 149–163. doi: 10.1111/j.1541-1338.2004.00080.x.
3. Polozov A. A., Samokhvalov Yu. P. Opredeleniye otnositelnykh chastot ispolzovaniya pozhnogo oborudovaniya na pozharakh [Determination of the relative frequency of use of fire fighting equipment on fire]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2006, vol. 15, no. 4, pp. 62–65.
4. Ingargiola G. P., Korsh J. F. Reduction algorithm for zero-one single knapsack problems. *Management Science*, 1973, vol. 20, no. 4, part 1, pp. 460–463. doi: 10.1287/mnsc.20.4.460.
5. Ptuskin A. S., Levner E. V. Vybor antiriskovykh programm dlya umensheniya poter v tsepyakh postavok [Selection of anti-risk programs for reducing losses on supply chains]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. N. E. Baumana. Seriya: Mashinostroyeniye — Herald of Moscow State Technical University N. E. Bauman. Series: Engineering*, 2014, vol. 96, no. 3, pp. 119–135.

6. Bubnov A. G., Kurochkin V. Yu., Moiseev Yu. N., Semenov A. D. Ispolzovaniye pokazateley riska dlya vybora avariyno-spasatel'nogo oborudovaniya [The use of risk indicators to select rescue equipment]. *Pozharovzryvobezопасnost — Fire and Explosion Safety*, 2014, vol. 23, no. 2, pp. 50–55.
7. Filanovskiy A. M., Ivanov A. N., Polyakov A. S. Suzheniye neopredelennostey ekspertnykh otsenok effektivnosti gidravlicheskogo avariyno-spasatel'nogo instrumenta [Narrowing the uncertainties of expert assessments of the effectiveness of hydraulic rescue tools]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta gosudarstvennoy protivopozharnoy sluzhby MChS Rossii — Bulletin of the St. Petersburg University of State Fire Service of Emercom of Russia*, 2013, no. 2, pp. 29–35.
8. Filanovskiy A. M., Polyakov A. S. Otsenka parametrov gidravlicheskogo avariyno-spasatel'nogo instrumenta na osnove metoda analiza razmernostey [Parameter estimation of hydraulic rescue tools on the basis of dimensional analysis]. *Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere — Risk Management Problem in the Technosphere*, 2012, vol. 22, no. 2, pp. 12–19.
9. Todoseychuk S. P., Paramonov V. V. Sravnitel'naya otsenka effektivnosti gidravlicheskogo instrumenta dlya provedeniya avariyno-spasatel'nykh rabot [Comparative evaluation of hydraulic tools for rescue operations]. *Tekhnologii grazhdanskoy bezопасnosti — Civil Security Technology*, 2006, vol. 3, no. 1, pp. 78–79.
10. Bubnov A. G., Grinevich V. I., Gushchin A. A., Plastinina N. A. Metodologiya vybora sposoba ochistki vody ot organicheskikh soyedineniy s ispolzovaniyem parametrov ekologicheskogo riska [Methodology selection method of water purification from organic compounds using parameters environmental risk]. *Izvestiya vuzov. Seriya: Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya — Proceedings of the Universities. Series: Chemistry and Chemical Technology*, 2007, vol. 50, no. 8, pp. 89–93.
11. *Management Document 03-418–01. Methodological guidelines for risk analysis of hazardous production facilities*. Moscow, Promyshlennaya bezопасnost Publ., 2001. 18 p. (In Russian).
12. Alymov V. T., Tarasova N. P. *Tekhnogennyy risk. Analiz i otsenka. Uchebnoye posobiye dlya vuzov* [Technological risk. Analysis and evaluation. A manual for schools]. Moscow, Akademkniga Publ., 2004. 118 p.
13. *State Standard of Russian Federation 22.9.01–95. Safety in emergencies. Emergency and rescue tools and equipment. General technical requirements*. Moscow, Izdatelstvo standartov, 1995. 12 p. (in Russian).
14. *State Standard of Russian Federation 51049–2008. Fire equipment. Pressure fire hoses. General technical requirements. Test methods*. Moscow, Standartinform Publ., 2009. 23 p. (in Russian).
15. *NFPA 1961. Standard on fire hose*. National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2013.
16. Terebnev V. V., Semenov A. O., Smirnov V. A., Tarakanov D. V. Analiz i podderzhka resheniy pri tushenii krupnykh pozharov [Analysis and support solutions that arise when putting out large fires]. *Pozharovzryvobezопасnost — Fire and Explosion Safety*, 2010, vol. 19, no. 9, pp. 51–57.
17. Terebnev V. V., Semenov A. O., Smirnov V. A., Tarakanov D. V. Teoreticheskiye osnovy prinyatiya resheniy pri upravlenii silami i sredstvami na pozhare [Decision making theoretical basis of management on fire]. *Pozharovzryvobezопасnost — Fire and Explosion Safety*, 2012, vol. 21, no. 10, pp. 14–17.