

Д. С. КОРОЛЕВ, преподаватель кафедры пожарной безопасности технологических процессов, Воронежский институт ГПС МЧС России (Россия, 394052, г. Воронеж, ул. Краснознаменная, 231; e-mail: otrid@rambler.ru)

А. В. КАЛАЧ, д-р хим. наук, профессор, заместитель начальника по научной работе, Воронежский институт ГПС МЧС России (Россия, 394052, г. Воронеж, ул. Краснознаменная, 231; e-mail: a_kalach@mail.ru)

Д. В. КАРГАШИЛОВ, канд. техн. наук, начальник кафедры пожарной безопасности технологических процессов, Воронежский институт ГПС МЧС России (Россия, 394052, г. Воронеж, ул. Краснознаменная, 231)

Ю. Н. СОРОКИНА, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры химии и процессов горения, Воронежский институт ГПС МЧС России (Россия, 394052, г. Воронеж, ул. Краснознаменная, 231; e-mail: sorokina-jn@mail.ru)

УДК 614.8

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ДЕСКРИПТОРОВ И ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В РАСЧЕТЕ ПОЖАРНОГО РИСКА

Показано, что в связи с существенными трудностями, с которыми сопряжено определение физико-химических свойств веществ, перспективным представляется метод, основанный на использовании дескрипторов и искусственных нейронных сетей. Рассмотрен процесс прогнозирования низшей теплоты сгорания, линейной скорости распространения пламени и удельной скорости выгорания кетонов и альдегидов на основе предлагаемого метода. Установлено, что полученные по данному методу результаты дают незначительную погрешность по сравнению со справочными данными. Сделан вывод, что метод прогнозирования на основе дескрипторов и искусственных нейронных сетей позволяет с удовлетворительной точностью оценить пожароопасные свойства органических соединений.

Ключевые слова: пожарная безопасность; расчет; пожарный риск; кетоны; пожароопасные свойства; нейронные сети; дескриптор; линейная скорость распространения пламени.

DOI: 10.18322/PVB.2015.24.09.32-38

В соответствии с постановлением Правительства № 290 “О федеральном государственном пожарном надзоре” [1] взаимодействие с надзорными органами строится на основании выставленных собственникам объектов защиты претензий с их стороны. Такие претензии, как правило, оформляются в виде предписаний надзорных органов (Государственного пожарного надзора) и содержат перечень мероприятий, необходимых для выполнения со стороны организации (собственника или арендатора объекта защиты). Пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной при соблюдении одного из следующих условий:

1) в полном объеме выполнены требования пожарной безопасности, установленные техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом № 184 “О техническом регулировании” [2];

2) пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных Федеральным законом [3].

Оценка пожарного риска включает в себя пожарно-техническое обследование объекта, расчет риска и составление соответствующего положительного заключения. В случае получения отрицательного результата при расчете величины пожарного риска разрабатывается комплекс дополнительных компенсирующих противопожарных мероприятий, направленных на снижение величины пожарного риска до нормативных значений.

Алгоритм проведения проверки представлен на рис. 1.

Более точному расчету величины пожарного риска способствуют данные по пожароопасным свойствам веществ, в том числе органических соединений. Количество органических соединений ежегодно увеличивается на 250–300 тысяч, и сведения

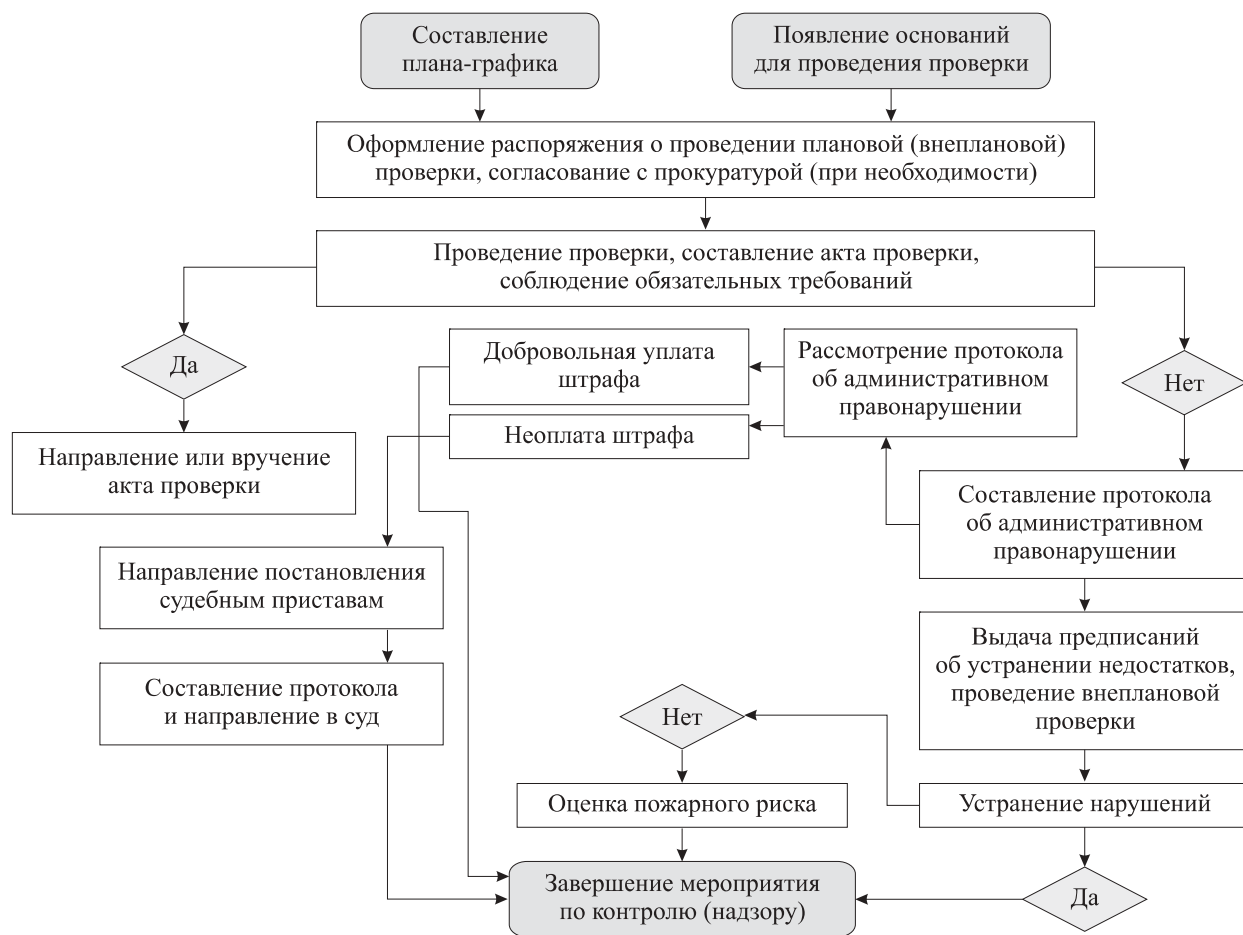


Рис. 1. Порядок проведения государственной типовой проверки инспектором отдела надзорной деятельности

Таблица 1. Некоторые дескрипторы, рассчитанные для исследованных органических соединений

Показатель	Пропаналь	2-Метилпропаналь	Бутаналь	Гептаналь	2-Метилнонаналь
Число атомов	5,00	6,00	6,00	9,00	12,00
Число атомов углерода	3,00	4,00	4,00	7,00	10,00
Относительное число атомов углерода	0,60	0,67	0,67	0,78	0,83
Число атомов водорода	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Относительное число атомов водорода	0,20	0,17	0,17	0,11	0,08
Число атомов кислорода	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Относительное число атомов кислорода	0,20	1,17	0,17	0,11	0,08
Количество связей	4,00	5,00	5,00	8,00	11,00
Количество одиночных связей	3,00	4,00	4,00	7,00	10,00
Относительное число одиночных связей	0,75	0,80	0,80	0,88	0,91
Количество двойных связей	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Относительное число двойных связей	0,25	0,20	0,20	0,13	0,09
Молекулярная масса	53,03	65,05	65,05	101,08	137,12
Относительная молекулярная масса	10,60	10,84	10,84	11,23	11,43
Гравитационный индекс G_1	277,37	358,92	358,93	603,60	849,88
Гравитационный индекс G_2	350,62	534,55	469,72	837,93	1311,60
Индекс Винера	10,00	18,00	20,00	84,00	206,00
Индекс Рандича (0-го порядка)	3,41	4,28	4,12	6,24	8,53
Индекс Рандича (1-го порядка)	1,91	2,27	2,41	3,91	5,31
Индекс Рандича (2-го порядка)	1,00	1,80	1,35	2,41	3,72
Индекс Рандича (3-го порядка)	0,50	0,82	0,71	1,46	2,50

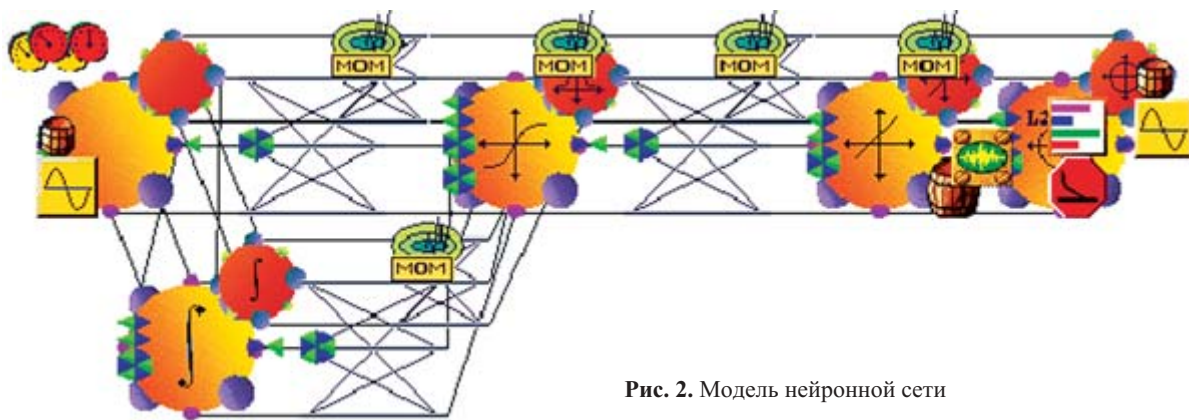


Рис. 2. Модель нейронной сети

о физико-химических свойствах многих из них на сегодня отсутствуют. В то же время при расчете величины пожарного риска необходимо знать такие свойства, как низшая теплота сгорания, линейная скорость распространения пламени, удельная скорость выгорания вещества [4, 5]. Однако экспериментальное определение физико-химических свойств веществ сопряжено с существенными техническими трудностями, экономическими и временными затратами [6]. В связи с этим перспективной представляется разработка метода определения пожароопасных показателей, основанного на использовании дескрипторов и искусственных нейронных сетей.

Рассмотрим процесс прогнозирования низшей теплоты сгорания, линейной скорости распространения пламени [7] и удельной скорости выгорания кетонов и альдегидов, основанный на использовании дескрипторов и искусственных нейронных сетей. Данный метод использовался нами в работе [8] и хорошо себя зарекомендовал.

Для описания строения молекул исследуемых соединений применялись дескрипторы структурной формулы — топологические индексы (Винера W , Рандича χ) и геометрические дескрипторы — площадь поверхности молекулы S , гравитационные индексы G_1 (все связи) и G_2 (все пары). Указанные дескрипторы были выбраны на основе сопоставления закономерностей изменения температуры вспышки в зависимости от строения молекул вещества.

В табл. 1 представлены дескрипторы [9–12] для группы исследуемых веществ. Как видно из данных, приведенных в табл. 1, с увеличением длины углеводородного радикала соединения наблюдается возрастание гравитационных индексов, индексов Винера и Рандича. В результате сопоставления показателей для 2-метилпропаналя и бутаналя установлено, что при разветвлении углеводородной цепи наблюдается увеличение дескрипторов, за исключением гравитационных индексов, индексов Винера и Рандича 1-го порядка.

Далее полученные данные обрабатывали в программе КДС 1.0, реализующей искусственные нейронные сети [13]. На рис. 2 приведена модель нейронной сети, состоящая из 30 нейронов.

Сравним полученные результаты с данными, представленными в базе данных по горючей нагрузке [7] и справочной литературе [14, 15] (табл. 2 и 3).

Сравнение результатов со справочными данными показывает, что относительная погрешность не превышает 18 %.

Из данных табл. 3 следует, что теплота сгорания вещества хорошо коррелирует с числом атомов углерода в молекуле и возрастает с увеличением длины углеводородной цепи. Предлагаемый метод прогнозирования учитывает также структуру углеводородного радикала: для разветвленных альдегидов значение теплоты сгорания выше, чем для веществ нормального строения.

Результаты прогнозирования показали относительную погрешность, не превышающую 15 % относительно значений, представленных в справочной литературе. Следовательно, результаты прогнозирования можно считать удовлетворительными.

Установлено, что на величину топологического индекса Винера W существенно влияет длина молекулы, наличие в ее структуре разветвлений, а также природа заместителей. Аналогичная зависимость установлена и для геометрических индексов G_1 , G_2 , и площади поверхности молекулы S . Индекс Винера и площадь поверхности молекулы возрастают при увеличении числа атомов углерода в цепи, причем для кетонов разветвленного строения эти дескрипторы имеют более низкие значения по сравнению с нормальными кетонами при одинаковом числе атомов углерода в молекуле. Наибольшую чувствительность к положению карбонильной группы в углеводной цепи проявляют гравитационные индексы.

Таким образом, метод прогнозирования на основе дескрипторов и искусственных нейронных сетей позволяет с удовлетворительной точностью оценить показатели пожароопасных свойств органических

Таблица 2. Результаты прогнозирования пожароопасных свойств кетонов в сравнении со справочными данными [7, 14, 15]

№ п/п	Вещество	Низшая теплота сгорания, мДж/кг		Удельная скорость выгорания, кг/(м ² ·с)		Линейная скорость распро- странения пламени, м/с	
		справочная	прогнозируемая	справочная	прогнозируемая	справочная	прогнозируемая
1	Ацетон	2,9	3,4	0,044	0,034	790	818
2	Дипропилкетон	3,9	3,5	—	0,045	—	815
3	Бутилметилкетон	3,5	4,8	—	0,042	—	768
4	6-Ундеканон	6,6	6,9	0,038	0,046	—	827
5	2-Пентанон	—	5,7	—	0,002	—	400
6	2-Октанон	—	6,9	—	0,037	—	824
7	2,4-Диметил-1,3-пентандион	—	3,7	—	0,046	—	474
8	3-Пентанон	—	3,3	—	0,011	—	402
9	3-Октанон	—	6,9	—	0,002	—	668
10	3-Гексанон	—	4,5	—	0,037	—	827
11	2-Гептанон	—	6,8	—	0,011	—	202
12	3-Метил-2-бутанон	—	3,4	—	0,002	—	416
13	2-Додеканон	—	6,9	—	0,046	—	830
14	2,6-Диметилпентанон	—	6,9	—	0,046	—	827
15	3-Нонанон	—	6,9	—	0,003	—	827

Таблица 3. Результаты прогнозирования пожароопасных свойств альдегидов в сравнении со справочными данными [7, 14, 15]

№ п/п	Вещество	Низшая теплота сгорания, мДж/кг		Удельная скорость выгорания, кг/(м ² ·с)		Линейная скорость распро- странения пламени, м/с	
		справочная	прогнозируемая	справочная	прогнозируемая	справочная	прогнозируемая
1	2-Метилпропаналь	—	373,8	—	0,045	—	378
2	2-Метилнонаналь	—	189,6	—	0,018	—	350
3	3-Метилнонаналь	—	258,3	—	0,038	—	459
4	Пропаналь	181,6	206,3	—	0,06	—	369
5	Октаналь	479,3	375,8	—	0,045	—	457
6	Додеканаль	722,6	689,5	—	0,056	—	209
7	Гексаналь	356,3	349,4	—	0,002	—	233
8	Деканаль	602,5	589,7	—	0,47	—	286
9	Пентаналь	336,8	300,7	0,06	0,046	—	378
10	Бутаналь	233,6	240,8	—	0,039	—	445
11	2-Этилбутаналь	—	256,3	—	0,02	—	584
12	Гептаналь	—	348,9	—	0,033	—	335
13	Ундеканаль	696	705,9	—	0,042	403	398
14	2-Метилбутаналь	—	584,1	—	0,07	—	456
15	2,3-Диметилпентаналь	403,5	399,8	—	0,089	—	285

соединений и в отличие от стандартных расчетных методов не требует использования других экспериментальных данных (температуры кипения, давления насыщенного пара).

Кроме того, полученные результаты расширяют базу данных по горючей нагрузке, представленную в нормативной и учебной литературе, и способствуют более точному расчету величины пожарного риска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О федеральном государственном пожарном надзоре : постановление Правительства РФ от 12.04.2012 № 290 // Российская газета. — 2012. — № 93.
2. О техническом регулировании : Федер. закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ; принят Гос. Думой 15.12.2002; одобр. Сов. Федерации 18.12.2002 // Российская газета. — 2002. — № 245.

3. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ; одобрен. Сов. Федерации 11.07.2008 // Российская газета. — 2008. — № 163; Собр. законодательства РФ. — 2008. — № 30 (ч. I), ст. 3579.
4. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности : приказ МЧС России от 30.06.2009 № 382; введен. 30.06.2009 // Российская газета. — 2009. — № 161.
5. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах : приказ МЧС РФ от 10.07.2009 № 404; зарег. в Минюсте РФ 17.08.2009, рег. № 14541; введен. 10.07.2009. — М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.
6. ГОСТ 12.1.044–89*. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. — Введен. 01.01.1991. — М. : Стандартинформ, 2006. — 100 с.
7. Кошмаров Ю. А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении. — М. : Академия ГПС, 2000. — 118 с.
8. Королев Д. С., Калач А. В. Категорирование помещений на основе дескрипторов и метода нейронных сетей // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. — 2015. — № 5. — С. 210–213.
9. Калач А. В., Карташова Т. В., Сорокина Ю. Н., Облиенко М. В. Прогнозирование пожароопасных свойств органических соединений с применением дескрипторов // Пожарная безопасность. — 2013. — № 1. — С. 70–73.
10. Ngoc L. M., Yoon-Mo K. Quantitative prediction of lipase reaction in ionic liquids by QSAR using COSMO-RS molecular descriptors // Biochemical Engineering Journal. — 2014. — Vol. 87. — P. 33–40. DOI: 10.1016/j.bej.2014.03.010.
11. Varnek A., Fourches D., Hoonakker F., Solov'ev V. P. Substructural fragments: an universal language to encode reactions, molecular and supramolecular structures // Journal of Computer-Aided Molecular Design. — 2005. — Vol. 19, No. 9–10. — P. 693–703. DOI: 10.1007/s10822-005-9008-0.
12. Baskin I., Varnek A. Building a chemical space based on fragment descriptors // Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening. — 2008. — Vol. 11, No. 8. — P. 661–668. DOI: 10.2174/138620708785739907.
13. Артеменко Н. В., Баскин И. И., Палюлин В. А., Зефирова Н. С. Искусственные нейронные сети и фрагментный подход в прогнозировании физико-химических свойств органических соединений // Изв. РАН. Сер. хим. — 2003. — № 1. — С. 19–28.
14. Корольченко А. Я., Корольченко Д. А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : справочник. — В 2 ч. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Асс. “Пожнаука”, 2004. — Ч. I. — 713 с.
15. Корольченко А. Я., Корольченко Д. А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : справочник. — В 2 ч. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Асс. “Пожнаука”, 2004. — Ч. II. — 774 с.

Материал поступил в редакцию 25 марта 2015 г.

Для цитирования: Королев Д. С., Калач А. В., Каргашилов Д. В., Сорокина Ю. Н. Прогнозирование основных показателей пожаровзрывоопасности органических соединений с помощью дескрипторов и искусственных нейронных сетей, используемых в расчете пожарного риска // Пожаровзрывобезопасность. — 2015. — Т. 24, № 9. — С. 32–38. DOI: 10.18322/PVB.2015.24.09.32-38.

English

FORECAST OF MAJOR INDICATORS OF FIRE AND INFLAMMATION ORGANIC COMPOUNDS USING DESCRIPTORS AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS USED IN THE EVALUATION OF FIRE RISK

KOROLEV D. S., Lecturer of Fire Safety Technological Processes Department, Voronezh Institute of State Firefighting Service of Emercom of Russia (Krasnoznamennaya St., 231, Voronezh, 394052, Russian Federation; e-mail address: otrid@rambler.ru)

KALACH A. V., Doctor of Chemical Sciences, Professor, Deputy Head of the Institute for Research, Voronezh Institute of State Firefighting Service of Emercom of Russia (Krasnoznamennaya St., 231, Voronezh, 394052, Russian Federation; e-mail address: a_kalach@mail.ru)

KARGASHILOV D. V., Candidate of Technical Sciences, Head of Fire Safety Technological Processes Department, Voronezh Institute of State Firefighting Service of Emercom of Russia (Krasnoznamennaya St., 231, Voronezh, 394052, Russian Federation)

SOROKINA Yu. N., Candidate of Technical Sciences, Docent, Docent of Chemistry and Combustion Department, Voronezh Institute of State Firefighting Service of Emercom of Russia (Krasnoznamennaya St., 231, Voronezh, 394052, Russian Federation; e-mail address: sorokina-jn@mail.ru)

ABSTRACT

According to Government Resolution No. 290 "On the Federal State Fire Supervision" dated 12.04.2012 for the purposes of monitoring compliance with the legal entity, individual entrepreneur, etc. requirements of fire safety are carried out routine checks. This type of oversight activities conducted after three years from the date of registration in a tax body or three years since the last scheduled inspection. To avoid this event in accordance with article 6 of Federal Law No. 123 "Technical regulations on fire safety requirements" (hereinafter — the Technical regulation) is permitted to carry out the calculation of the assessment of fire risk. If the calculated value does not exceed the allowable value set by the Technical regulations, it is considered that the facility meets fire safety requirements.

Every year the number of organic compounds is increased by 250–300 thousand, details of which there is no, and the calculation of the magnitude of fire risk requires knowledge of the properties of substances as lower heating value, specific speed of burnout, the linear speed of burnout. Experimental determination of physico-chemical properties of substances is associated with significant technical difficulties, economic and time costs. Therefore, a promising method for determination of the fire performance method is based on the use of descriptors and artificial neural networks.

The program KDS 1.0 handles pre-computed descriptors of the substance and predicts the required property.

Keywords: fire safety; calculation; fire risk; ketones; fire-dangerous properties; neural networks; descriptors; linear speed of a flame.

REFERENCES

1. About federal state fire supervision. Government Resolution no. 290. *Rossiyskaya gazeta* — *Russian Newspaper*, 2012, no. 93 (in Russian).
2. On technical regulation. Federal Law on 27.12.2002 No. 184. *Rossiyskaya gazeta* — *Russian Newspaper*, 2002, no. 245 (in Russian).
3. Technical regulations for fire safety requirements. Federal Law on 22.07.2008 No. 123. *Rossiyskaya gazeta* — *Russian Newspaper*, 2008, vol. 163; *Sobraniye zakonodatelstva* — *Collection of Laws of the Russian Federation*, 2008, no. 30 (part I), art. 3579 (in Russian).
4. Technique of determination of settlement sizes of fire risk in buildings, constructions and structures of various classes of functional fire danger. Order of Emercom of Russia on 30.06.2009 No. 382. *Rossiyskaya gazeta* — *Russian Newspaper*, 2009, No. 161 (in Russian).
5. Technique of determination of settlement sizes of fire risk on production objects. Order of Emercom of Russia on 10.07.2009 No. 404. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia Publ., 2009 (in Russian).
6. Interstate Standard 12.1.044–89*. Occupational safety standards system. Fire and explosion hazard of substances and materials. Nomenclature of indices and methods of their determination. Moscow, Standartinform Publ., 2006. 100 p. (in Russian).
7. Koshmarov Yu. A. *Prognozirovaniye opasnykh faktorov pozhara v pomeshchenii* [Forecasting of dangerous factors of the fire indoors]. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2000. 89 p.
8. Korolev D. S., Kalach A. V. Kategorirovaniye pomeshcheniy na osnove deskriptorov i metoda neyronnykh setey [Categorization of areas based on the descriptors and neural networks method]. *Vestnik BGTU im. Shukhova* — *Bulletin of BSTU named after V. G. Shukhov*, 2015, no. 5, pp. 210–213.
9. Kalach A. V., Kartashova T. V., Sorokina Yu. N., Oblienko M. V. Prognozirovaniye pozharoopasnykh svoystv organicheskikh soyedineniy s primeneniyem deskriptorov [Prediction of fire hazardous properties of organic compounds using descriptors]. *Pozharnaya bezopasnost* — *Fire Safety*, 2013, no. 1, pp. 70–73.

10. Ngoc L. M., Yoon-Mo K. Quantitative prediction of lipase reaction in ionic liquids by QSAR using COSMO-RS molecular descriptors. *Biochemical Engineering Journal*, 2014, vol. 87, pp. 33–40. DOI: 10.1016/j.bej.2014.03.010.
11. Varnek A., Fourches D., Hoonakker F., Solov'ev V. P. Substructural fragments: an universal language to encode reactions, molecular and supramolecular structures. *Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening*, 2005, vol. 19, no. 9–10, pp. 693–703. DOI: 10.1007/s10822-005-9008-0.
12. Baskin I., Varnek A. Building a chemical space based on fragment descriptors. *Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening*, 2008, vol. 11, no. 8, pp. 661–668. DOI: 10.2174/138620708785739907.
13. Artemenko N. V., Baskin I. I., Palyulin V. A., Zefirov N. S. Artificial neural network and fragmental approach in prediction of physicochemical properties of organic compounds. *Russian Chemical Bulletin*, 2003, vol. 52, no. 1, pp. 20–29. DOI: 10.1023/A:1022467508832.
14. Korolchenko A. Ya., Korolchenko D. A. *Pozharovzryvoopasnost veshchestv i materialov i sredstva ikh tusheniya: spravochnik. 2-e izd.* [Fire and explosion hazard of substances and materials and their means of fighting. Reference. 2nd ed.]. Moscow, Pozhnauka Publ., 2004. Part I, 713 p.
15. Korolchenko A. Ya., Korolchenko D. A. *Pozharovzryvoopasnost veshchestv i materialov i sredstva ikh tusheniya: spravochnik. 2-e izd.* [Fire and explosion hazard of substances and materials and their means of fighting. Reference. 2nd ed.]. Moscow, Pozhnauka Publ., 2004. Part II, 774 p.

For citation: Korolev D. S., Kalach A. V., Kargashilov D. V., Sorokina Yu. N. Prognozirovaniye osnovnykh pokazateley pozharovzryvoopasnosti organicheskikh soyedineniy s pomoshchyu deskriptorov i iskusstvennykh neyronnykh setey, ispolzuyemykh v raschete pozhnarogo riska [Forecast of major indicators of fire and inflammation organic compounds using descriptors and artificial neural networks used in the evaluation of fire risk]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2015, vol. 24, no. 9, pp. 32–38. DOI: 10.18322/PVB.2015.24.09.32-38.



Издательство «ПОЖНАУКА»

Предлагает книгу

А. Я. Корольченко, Д. О. Загорский КАТЕГОРИРОВАНИЕ ПОМЕЩЕНИЙ И ЗДАНИЙ ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ



В учебном пособии изложены принципы категорирования помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности, содержащиеся в современных нормативных документах. На примерах конкретных помещений рассмотрено использование требований нормативных документов к установлению категорий. Показана возможность изменения категорий помещений путем изменения технологии или внедрения инженерных мероприятий по снижению уровня взрывопожароопасности и повышению надежности технологического оборудования и процессов.

Пособие рассчитано на студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям «Пожарная безопасность», «Безопасность технологических процессов и производств», «Безопасность жизнедеятельности в техносфере», студентов строительных вузов и факультетов, обучающихся по специальности «Промышленное и гражданское строительство», сотрудников научно-исследовательских, проектных организаций и нормативно-технических служб, ответственных за обеспечение пожарной безопасности.

121352, г. Москва, а/я 43; тел./факс: (495) 228-09-03; e-mail: mail@firepress.ru