

УДК 614.84

Моделирование процесса принятия решений о соответствии объекта защиты требованиям пожарной безопасности

ISSN 1996-8493
DOI:10.54234/CST.19968493.2022.19.3.73
© Технологии гражданской безопасности, 2022

А.Б. Ичмелян, Л.В. Краснова, Д.А. Вечтомов

Аннотация

В статье рассмотрены проблемы принятия решений о соответствии объекта защиты требованиям пожарной безопасности. Для оценки соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности авторами предложено проведение «обучения» нейронной сети. Результаты моделирования сопоставлены с результатами экспертной оценки. При этом предложенный авторами подход к оценке возможности принятия решения о соответствии объекта требованиям пожарной безопасности субъектом основывается на уже имеющемся опыте и подготовке.

Ключевые слова: пожарная безопасность; техническое регулирование; объект защиты; оценка соответствия; квалификация дежания.

Modeling of the Decision-Making Process on the Compliance of the Protection Object with Fire Safety Requirements

ISSN 1996-8493
DOI:10.54234/CST.19968493.2022.19.3.73
© Civil Security Technology, 2022

A. Ichmelyan, L.V. Krasnova, D. Vechtomov

Abstract

The article discusses the problems of decision-making on the compliance of protection facilities with fire safety requirements. To assess the compliance of the protection object with fire safety requirements, the authors proposed conducting "training" of neural network. The simulation results are compared with the results of expert evaluation. At the same time, the approach proposed by the authors to assess the possibility of making the decision on compliance with fire safety requirements by the subject is based on existing experience and training.

Key words: fire safety; technical regulation; object of protection; conformity assessment; qualification of the act.

29.06.2022

Необходимость цифровизации «рутинных» процессов в настоящее время не вызывает сомнений. Кроме высвобождения временных ресурсов для решения других задач алгоритмизация процессов, являющаяся необходимой стадией их цифровизации, позволяет получить эталонные варианты решения задач

Наличие эталонов, с которыми можно сравнить действия субъекта по принятию решения, крайне важно при оценке его действий и имеет важную роль, например, при оценке действий инспекторского состава надзорных органов. Основой создаваемой в настоящее время общей теории безопасности является

синергетический подход, в рамках которого поведение сложных систем может быть описано при помощи иерархии упрощенных моделей [1].

Процесс анализа ситуации на объекте защиты и принятия решения о его соответствии требованиям пожарной безопасности является сложным; в ходе него анализируются данные из различных отраслей знаний: от естественных наук, включая знания о физической картине явления, до гуманитарных — о необходимом порядке функционирования общественных систем [2].

Вместе с тем, «для того, чтобы получить единую и внутренне взаимозависимую систему — организацию, подчиняющуюся определенным законам... , нужно прежде создать желаемую информационную модель» [3].

Предложенный в работе [4] подход к оценке соответствия с применением технологий нейронных сетей позволяет связать в единую модель объекты и явления, оценка которых необходима при рассматриваемом процессе. Одними из основных результатов, получаемых при «обучении» нейронной сети, являются значения

весов связей между ее отдельными элементами — «нейронами» [5].

Получение весов влияния одних объектов на другие также возможно в рамках экспертной оценки, что применяется в научных исследованиях. В работе [6] мероприятиям по противопожарной защите присвоены веса влияния на обеспечение пожарной безопасности объектов защиты (табл. 1).

Распределение их по элементам концептуальной модели деятельности по обеспечению пожарной безопасности в зависимости от их направленности, с учетом формализованных правил идентификации объектов технического регулирования [7], дает значения, представленные на рис. 1.

$$W_k = \sum_{i=1}^n w_{k,i}, \tag{1}$$

где:

W_k — вес мероприятий элемента k концептуальной модели для объекта защиты определенного функционального назначения;

Таблица 1

Значения весов связей между объектами и явлениями [6]

№ п/п	Мероприятия	Вес мероприятия в системе обеспечения пожарной безопасности для объектов защиты				Направленность мероприятий в соответствии с концептуальной моделью [7]
		Гостиницы	Торговые центры	Спортивные центры	Офисные здания	
1	2	3	4	5	6	7
1	Контроль за огнеопасными работами	2	2	2	2	Предотвращение пожара
2	Безопасность электрооборудования	1	1	1	1	
3	Молниезащита	1	2,5	3	5	
4	Пожароопасные участки	2	2	2	2	
5	Наличие пожарного поста при проведении массовых мероприятий	1	4	4	4	
6	Содержание подвалов	1	2	2	2	
7	Хранение и работа с ЛВЖ и ГЖ	1	3	3	2	
8	Автоматическая пожарная сигнализация	2	2	3	3	Обнаружение пожара
9	Система оповещения о пожаре	3	4	4	4	
10	Система автоматического пожаротушения	2	2	2	2	Первичные действия
11	Внутренний противопожарный водопровод	2	2	2	2	
12	Телефонная связь с пожарной частью	1	1	1	1	
13	Первичные средства пожаротушения	1	3	3	3	
14	Добровольная пожарная дружина	2	2	2	2	
15	Выполнение запрета на использование синтетических горючих материалов	1	1	2	2	Эвакуация людей
16	Система дымоудаления	3	4	4	4	
17	Световые указатели на путях эвакуации	1	1	1	1	
18	Планы эвакуации	4	1	1	1	
19	Пути эвакуации	4	1	1	1	
20	Безопасность посетителей	3	1	1	1	
21	Запасные ключи	2	3	3	3	Ограничение распространения
22	Этажность	3	3	4	4	
23	Противопожарные двери	3	3	3	3	
24	Стеллажи для хранения	1	2	4	4	
25	Пустоты в строительных конструкциях	1	3	6	6	
26	Условия размещения горячей нагрузки	1	5	1	1	

№ п/п	Мероприятия	Вес мероприятия в системе обеспечения пожарной безопасности для объектов защиты				Направленность мероприятий в соответствии с концептуальной моделью [7]
		Гостиницы	Торговые центры	Спортивные центры	Офисные здания	
1	2	3	4	5	6	7
27	Противопожарный занавес, дренчерная завеса	2	2	2	2	Ограничение распространения
28	Отопление	1	2	2	4	
29	Противопожарные стены	1	5	5	6	Обеспечение огнестойкости
30	Степень огнестойкости	2	6	2	2	
31	Огнезащита строительных конструкций	2	2	2	2	
32	Генеральный план объекта	1	2	2	2	Тушение пожара
33	Указатели на водоисточниках	3	4	4	4	
34	Наружное противопожарное водоснабжение	2	2	2	2	
35	Состояние подъездных путей	1	3	3	3	
36	Заключение ГПС по зданиям объекта	3	2	2	2	Организационные мероприятия
37	Документальное обеспечение противопожарного режима	2	2	2	2	
38	Соблюдение режима пожарной безопасности	1	3	3	3	
39	Наличие охраны	1	3	3	3	
40	Пожарно-техническая комиссия	2	4	4	4	
41	Согласование с ГПН сдачи помещений в аренду	1	3	3	6	

n — количество мероприятий, относящихся к объектам определенного функционального назначения, ед.;

$w_{k,i}$ — вес мероприятия, относящегося к элементу концептуальной модели k , для объекта определенного функционального назначения, ед.

При «обучении» нейронной сети, представленной на рис. 2, с использованием набора ситуаций, изложенных в работе [8], получены веса связей между входным и промежуточным слоями, которые представлены в табл. 2.

Распределение суммарного веса связи элементов входного слоя с промежуточным слоем сети представлено на рис. 3.

Перестроим графики, представленные на рис. 2, таким образом, чтобы максимальное и минимальное

значения на нем были соответственно равны максимальному и минимальному значениям весов, приведенных на рис. 1. При таком перестроении форма графиков сохраняется. Это дает возможность представить графики на одном рисунке и провести их сравнение.

Вычисление относительных весов нейросети $U_k^{н.с.}$ на рис. 4 определялось по зависимости (2):

$$U_k^{н.с.} = w_{\max}^{\text{экс.}} \cdot \frac{w_{\max}^{н.с.} - w_k^{н.с.}}{w_{\max}^{н.с.} - w_{\min}^{н.с.}}, \quad (2)$$

где: $w_{\max}^{\text{экс.}}$ — максимальный вес мероприятий по оценке экспертов из приведенных на рис. 1; $w_{\max}^{н.с.}$ — максимальный вес мероприятий по «оценке» нейросети из проведенных на рис. 3; $w_k^{н.с.}$ — вес мероприятий, относящихся к элементу концептуальной модели k ,

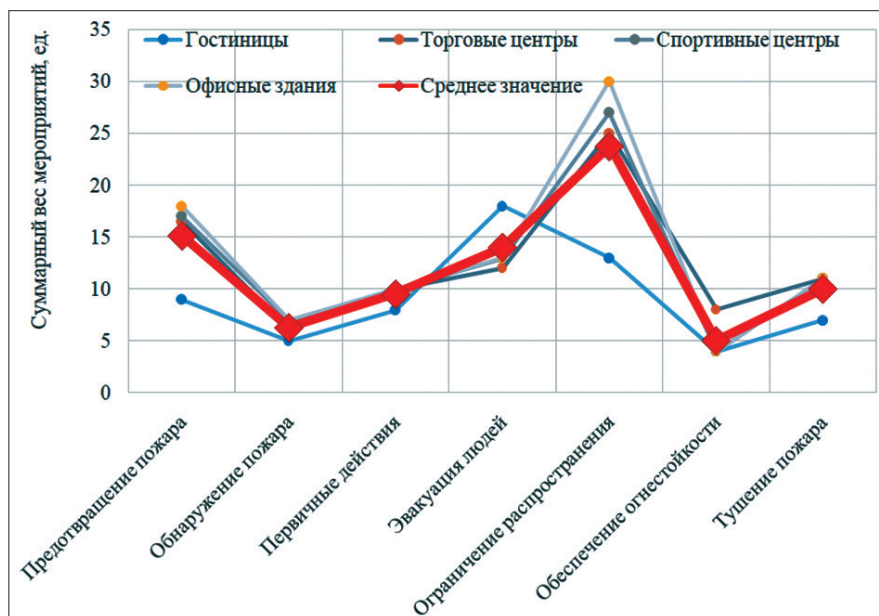


Рис. 1. Суммарный вес мероприятий, составленный по результатам опроса экспертов [6], распределенный по элементам концептуальной модели деятельности по обеспечению пожарной безопасности

Таблица 2

Весовые коэффициенты связей между «нейронами» входного слоя и «нейронами» промежуточного слоя, полученные в результате «обучения» сети

Номер элемента промежуточного слоя	Предотвращение пожара	Обнаружение пожара	Первичные действия	Эвакуация людей	Ограничение распространения	Обеспечение огнестойкости	Тушение пожара
1	0,501	0,827	0,677	1,129	0,077	0,357	0,247
2	1,164	0,092	-0,013	-0,309	-0,013	0,707	-0,013
3	0,609	0,704	0,672	0,283	0,322	0,992	0,022
4	0,123	0,589	0,031	0,855	0,861	0,981	0,151
5	0,547	0,334	0,788	0,319	0,858	0,548	0,938
6	0,897	0,072	0,523	0,422	0,413	0,203	0,563
7	0,844	0,593	0,984	0,705	0,924	0,754	0,434
8	0,268	0,480	0,747	1,385	0,467	-0,143	-0,103
9	0,188	0,813	0,539	0,926	0,529	0,919	0,569
Средний вес связи	0,571	0,500	0,550	0,635	0,493	0,591	0,312
Суммарный вес связи	5,141	4,504	4,946	5,716	4,436	5,316	2,806

по «оценке» нейросети; $w_{\min}^{н.с.}$ — минимальный вес мероприятий по «оценке» нейросети из проведенных на рис. 3; k — номер элемента концептуальной модели деятельности по обеспечению пожарной безопасности.

Анализ графиков, приведенных на рис. 4, показывает, что «обученная» на типовых ситуациях нейросеть и эксперты по-разному оценивают значимость мероприятий для обеспечения пожарной безопасности объектов защиты. Наиболее значимыми эксперты считают

мероприятия, направленные на обеспечение ограничения распространения пожара, в то время как нейросеть — мероприятия, направленные на эвакуацию людей.

Следует отметить, что направления изменений графиков (рис. 4) на начальном участке совпадают, что может говорить о корректности примененного подхода к оценке.

Разность оценок приведена на рис. 5. Наибольшую разность получила оценка мероприятий, направленных на обеспечение огнестойкости объектов защиты,

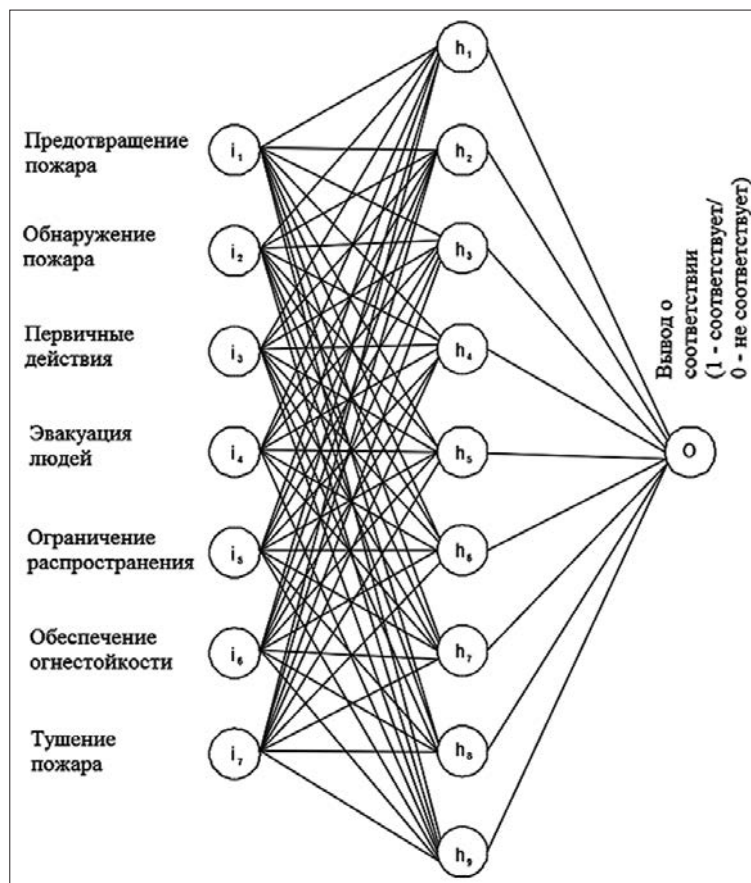


Рис. 2. Структура нейронной сети для моделирования деятельности по оценке соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности

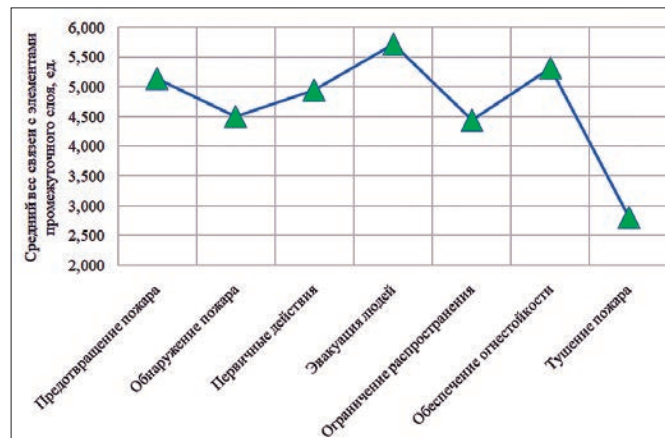


Рис. 3. Весовые коэффициенты связей между «нейронами» входного слоя сети и нейронами» выходного слоя, распределенные по элементам концептуальной модели деятельности по обеспечению пожарной безопасности

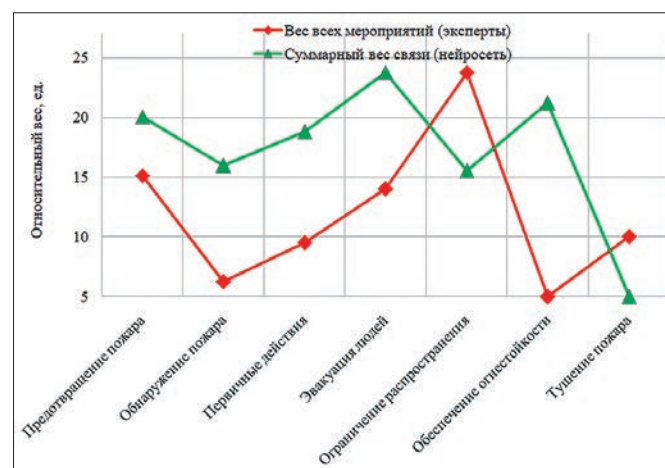


Рис. 4. Относительные веса противопожарных мероприятий

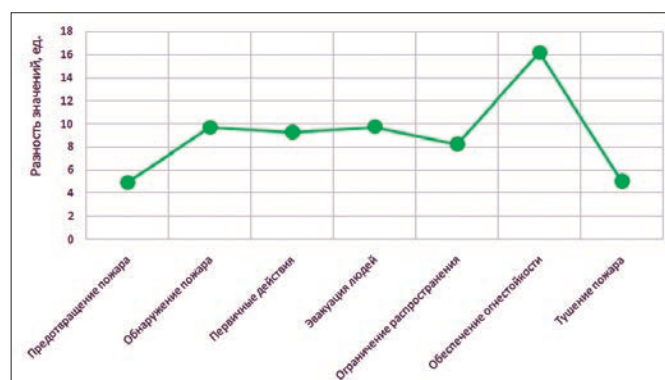


Рис. 5. Разность оценок значимости противопожарных мероприятий экспертов и нейросети

в то время как расхождения в оценке мероприятий, направленных на предотвращение возникновения пожара и обеспечение условий его успешного тушения, минимальны по сравнению с другими элементами.

По результатам исследования можно говорить о формировании механизма, позволяющего оценить возможность принятия решения человеком, основываясь на уровне его подготовки. Это важно при квалификации нарушений требований безопасности, когда устанавливается возможность лица предвидеть наступление опасных последствий. Отмечается [9], что субъективная сторона деяния, отраженная в формуле «могло

предвидеть»...», зависит от человеческого сознания, которое, в свою очередь, может быть смоделировано [9].

В первом приближении процесс оценки возможности предвидения выглядит так, как представлено на рис. 6.

Внедрение рассмотренного механизма оценки позволяет, с одной стороны, повысить объективность самой оценки соответствия объектов защиты требованиям пожарной безопасности, с другой, позволяет оценить действия субъекта принятия решения. Такой механизм позволяет технически раскрыть формулировку «могло предвидеть», исходя из квалификации субъекта принятия решения, когда мнение эксперта будет более значимо.



Рис. 6. Последовательность оценки возможности принятия решения субъектом, исходя из его квалификации

Литература

1. Акимов В. А. Научные основы общей теории безопасности. // Технологии гражданской безопасности. 2021. Т. 18. № 5. С. 7–11.
2. Козлачков В. И. Техническое регулирование в области пожарной безопасности. М.: Академия ГПС МЧС России, 2011.
3. Зотов С. С. Объективный реализм. Опыт самостоятельного осмысления реальности. М.: ООО «Издательский дом Недра», 2017.
4. Ичмелян А. Б., Григорьев Д. Ю., Вечтомов Д. А. Применение современных технологий при оценке соответствия объектов защиты требованиям пожарной безопасности // Технологии гражданской безопасности. 2021. Т. 18. № 1. С. 73–76.
5. Тим Джонс М. Программирование искусственного интеллекта в приложениях. М.: ДМК Пресс, 2015.
6. Костерин И. В. Экспертный метод оценки пожарной опасности многофункциональных общественных зданий [Электронный ресурс] // Научный журнал «Технологии технологической безопасности». URL: <http://academygps.ucoz.ru/ttb/2011-2/2011-2.html> (дата обращения: 19.05.2022).
7. Вечтомов Д. А. Информационно-аналитическая система поддержки принятия управленческих решений в процессе мониторинга требований пожарной безопасности: дисс. к.т.н. М.: Академия ГПС МЧС России, 2014.
8. Ичмелян А. Б., Вечтомов Д. А., Краснова Л. В. Современные технологии оценки соответствия объектов защиты требованиям пожарной безопасности // Технологии гражданской безопасности. 2022. Т. 19. № 2. С. 63–68.
9. Белецкий И. А. Уголовная ответственность за нарушение правил безопасности при производстве работ или оказании услуг: автореферат дисс. к.ю.н. Омск, 2017 [Электронный ресурс] // Портал НЭБ. URL: https://viewer.rusneb.ru/ru/000199_000009_008713429 (дата обращения: 19.05.2022).

Сведения об авторах

Ичмелян Артур Борисович: МЧС Республики Абхазия, зам. нач. Управления гос. пож. надзора Республики Абхазия, подполковник.
г. Сухум, Республика Абхазия.
SPIN-код: 2662-8660.

Краснова Любовь Викторовна: к. э. н., ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), с. н. с. науч.-исслед. отдела.
Москва, Россия.
SPIN-код: 6524-6195.

Вечтомов Денис Анатольевич: к. т. н., Департамент образовательной и научно-технической деятельности МЧС России, ст. инсп., полковник внутренней службы.
Москва, Россия.
SPIN-код: 4999-6183.

Information about the authors

Ichmelyan Artur B.: Ministry of Emergency Situations of the Republic of Abkhazia, Deputy Head of the Department of State Fire Supervision of the Republic of Abkhazia, Lieutenant Colonel.
Sukhum, Republic of Abkhazia.
SPIN-scientific: 2662-8660.

Krasnova Lyubov V.: PhD (Economic Sc.), All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies, Senior Researcher, Research Department.
Moscow, Russia.
SPIN-scientific: 6524-6195.

Vechtomov Denis A.: PhD (Technical Sc.), Department of Educational, Scientific and Technical Activities of the Russian Emergencies Ministry, Senior Inspector, Colonel of Internal Service.
Moscow, Russia.
SPIN-scientific: 4999-6183.