

DOI: 10.12737/article_5a27cb8eace410.57038122

¹Шаптала В.Г., д-р техн. наук, проф.,
¹Северин Н.Н., д-р пед. наук, проф.,
¹Радоуцкий В.Ю., канд. техн. наук, проф.,
¹Шаптала В.В., канд. техн. наук, доц.,
²Северин С.Н., курсант,
³Олейник Д.В., препод.

¹Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

²Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

³Белгородский юридический институт МВД России им. И.Д. Путилина.

КОГНИТИВНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ПЕРВИЧНЫМИ МЕРАМИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА МУНИЦИПАЛЬНОМ УРОВНЕ

shapvlad7@yandex.ru

Представлен когнитивный подход к анализу и управлению реализацией первичных мер пожарной безопасности муниципальных образований. Методом импульсного моделирования рассмотрены сценарии изменения состояния пожарной безопасности в результате управляющих и дестабилизирующих воздействий.

Ключевые слова: муниципальное образование, первичные меры пожарной безопасности, когнитивная карта, импульсное моделирование.

Введение. Важным направлением улучшения состояния пожарной безопасности муниципальных образований (МО) является повышение эффективности деятельности органов местного самоуправления по реализации первичных мер пожарной безопасности [1].

Наибольшее количество пожаров регистрируется в жилом секторе, в производственных и общественных зданиях, расположенных на территориях муниципальных образований. В связи с этим Федеральный закон “Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации” [2] возлагает на органы местного самоуправления, поселений и городских округов функцию обеспечения первичных мер пожарной безопасности. Осуществление этих мер означает реализацию органами местного самоуправления основных функций системы обеспечения пожарной безопасности на местном муниципальном уровне в пределах их полномочий и финансово-экономических возможностей. Координацию обеспечения первичных мер пожарной безопасности выполняет комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности или Совет безопасности органа местного самоуправления. Пожарная безопасность муниципального образования складывается в результате сложного и нередко труднопредсказуемого взаимодействия многих факторов, охватывающих как субъекты противопожарной деятельности, так и проводимые ими мероприятия. Эффективным ин-

струментом исследования многофакторных взаимодействий является когнитивное моделирование [3, 4].

Основная часть. Первым этапом построения когнитивной модели пожарной безопасности муниципального образования является выявление и количественная оценка основных факторов ее формирования. Путем обработки экспертной информации [1] был составлен следующий список факторов (концептов):

S_1 – обстановка с пожарами на территории муниципального образования;

S_2 – государственный пожарный надзор;

S_3 – муниципальный контроль за соблюдением требований пожарной безопасности;

S_4 – муниципальное финансовое и материально-техническое обеспечение пожарной безопасности;

S_5 – муниципальная пожарная охрана;

S_6 – противопожарная инфраструктура;

S_7 – противопожарная пропаганда и обучение населения мерам пожарной безопасности;

S_8 – добровольные пожарные дружины;

S_9 – уровень нарушений обязательных требований пожарной безопасности и противопожарного режима в организациях на территории муниципального образования;

S_{10} – внешние пожароопасные воздействия (поджоги, грозовые разряды и другие стихийные бедствия, приводящие к пожарам).

Для количественного анализа сложившихся ситуаций и возможных сценариев их развития всем концептам ставятся в соответствие их количественные переменные состояния:

$\{X_1, X_2, \dots, X_{10}\}$. Переменная состояния X_1 целевого концепта C_1 должна учитывать обстановку с пожарами на территории МО. Основными количественными показателями обстановки с пожарами является количество пожаров $n_{П}$, количество погибших и травмированных на пожарах людей $n_{ПТ}$ и сумма полного материального ущерба от пожаров S_y [5]. Поэтому переменная состояния концепта C_1 – обстановки с пожарами на территории ПО, может быть определена следующим соотношением:

$$X_1 = 1 / \left(1 + \frac{n_{П}}{n_{П}^{cp}} + \frac{n_{ПТ}}{n_{ПТ}^{cp}} + \frac{S_y}{S_y^{cp}} \right), \quad (1)$$

где $n_{П}^{cp}, n_{ПТ}^{cp}, S_y^{cp}$ – средние по России значения основных показателей обстановки с пожарами для данного вида МО. С улучшением обстановки с пожарами значение X_1 возрастает и при полном отсутствии пожаров достигает максимального значения $X_1 = 1$. Путем обработки статистических данных найден интервал изменения этой переменной: $0,1 \leq X_1 \leq 1$.

Концепты C_2, C_3, C_4 являются управляющими. В качестве переменных X_2, X_3 , характеризующих результативность работы ГПН и муниципального контроля за соблюдением требований ПБ, могут быть приняты доли устраненных нарушений требований ПБ от общего числа выявленных нарушений [6]. Аналогично, показателем полноты финансового и материально-технического обеспечения ПБ X_4 может служить отношение его фактического объема к потребному.

Переменная состояния X_5 , относящаяся к муниципальной пожарной охране, равна 0 при ее отсутствии и 1, если такая охрана создана и функционирует. Промежуточное значение $0 < X_5 < 1$ присваивается экспертами переменной X_5 в случае, если муниципальной охраны нет, но местный бюджет частично финансирует государственную пожарную службу на основе соответствующего договора. Таким же образом, количественные показатели X_6, X_7 , и X_8 стабилизирующих концептов C_6, C_7, C_8 могут быть определены в виде долей (процентов) выполнения плановых заданий.

Концепты C_9 и C_{10} являются дестабилизирующими. В качестве количественной характеристики X_9 - обстановки с нарушениями требований ПБ примем относительную долю организаций, допустивших грубые нарушения обязательных требований ПБ, приводящих к загораниям или иным пожароопасным ситуациям. Числовой характеристикой X_{10} – внешнего пожароопасного

воздействия является его статистическая вероятность. Так, в 2016 г. 10,6 % пожаров возникло в результате поджогов [5], поэтому $X_{10} \cong 0,1$.

Степень выполнения противопожарных организационно-технических мероприятий на территории МО может быть оценена с помощью показателя K_{BM} , определяемого соотношением:

$$K_{BM} = \left(\sum_{i=2}^m X_i \right) / m, \quad (2)$$

где X_i – значения переменных состояния управляющих и стабилизирующих концептов, m – их количество (в рассматриваемом случае $m = 7$). По результатам экспертного анализа интервал изменения показателя выполнения противопожарных организационно-технических мероприятий в типичных для МО условиях составляет от 0,3 до 1. Эффективность функционирования системы противопожарной безопасности МО в целом можно количественно оценить с помощью соотношения:

$$K_{ПБ} = (X_1 + K_{BM} - X_9 - X_{10}) / 2, \quad (3)$$

где $K_{ПБ}$ – показатель полноты реализации первичных мер пожарной безопасности на территории МО, предусмотренных законом “О пожарной безопасности” [7]. При полном отсутствии пожаров, выполнении всех противопожарных мероприятий и требований пожарной безопасности в организациях и жилом секторе показатель $K_{ПБ}$ будет приближаться к своему максимальному значению $K_{ПБ} = 0,9 - 0,95$.

Таблица 1

Соответствие между лингвистическими описаниями и числовыми оценками связей между факторами

Лингвистическая оценка	Числовой интервал	
Не влияет	0	
Слабо усиливает (ослабляет)	(0; 0,25)	(- 0,25; 0)
Средне усиливает (ослабляет)	(0,25; 0,5)	(- 0,5; - 0,25)
Значительно усиливает (ослабляет)	(0,5; 0,75)	(- 0,75; - 0,5)
Сильно усиливает (ослабляет)	(0,75; 1)	(- 1; - 0,75)

Следующим этапом построения когнитивной модели пожарной безопасности МО является определение характера (знака) и силы причинно-следственных связей между каждой парой концептов. Если увеличение (уменьшение) переменной состояния концепта C_i приводит к увеличению (уменьшению) переменной состояния кон-

цепта C_j то связь между ними считается положительной. Если же изменение фактора-причины вызывает изменение фактора-следствия противоположного характера, то связь между ними считается отрицательной. Лингвистические(качественные) оценки этих связей, найденные по итогам обработки экспертной информации [6], отображались на интервал $[-1; 1]$ в виде числовых показателей (весов) этих связей (см. табл. 1).

Найденные в результате обработки экспертных оценок [1] веса причинно-следственных связей между концептами образуют матрицу $W = |w_{ij}|$, элементы которой w_{ij} определяют характер и силу влияния C_i на концепт C_j (табл. 2).

Когнитивная модель состояния пожарной безопасности МО может быть наглядно представлена в виде ориентированного взвешенного графа -нечеткой когнитивной карты. Вершинам графа соответствуют факторы, определяющие состояние ПБ, а его дугам – причинно-следственные связи между ними (рис. 1).

Компьютерная реализация когнитивной модели пожарной безопасности муниципального образования [8] позволяет проверить устойчивость функционирования сложившейся системы ПБ, а также найти интегральные показатели влияния основных факторов на эту систему и системы на факторы (табл. 3).

Таблица 2

Матрица весов причинно-следственных связей факторов когнитивной модели

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}
C_1	0	0	-0,25	0	0	0	0	0	0	0
C_2	0,5	0	0	0	0	0,5	0,25	0	-0,5	0
C_3	0,3	0	0	0	0	0,4	0,5	0	-0,25	0
C_4	0,3	0	0	0	0,5	0,25	0	0,25	0	0
C_5	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C_6	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C_7	0,3	0	0	0	0	0,3	0	0	-0,5	0
C_8	0,3	0	0	0	0	0	0,25	0	-0,3	0
C_9	-0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C_{10}	-0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

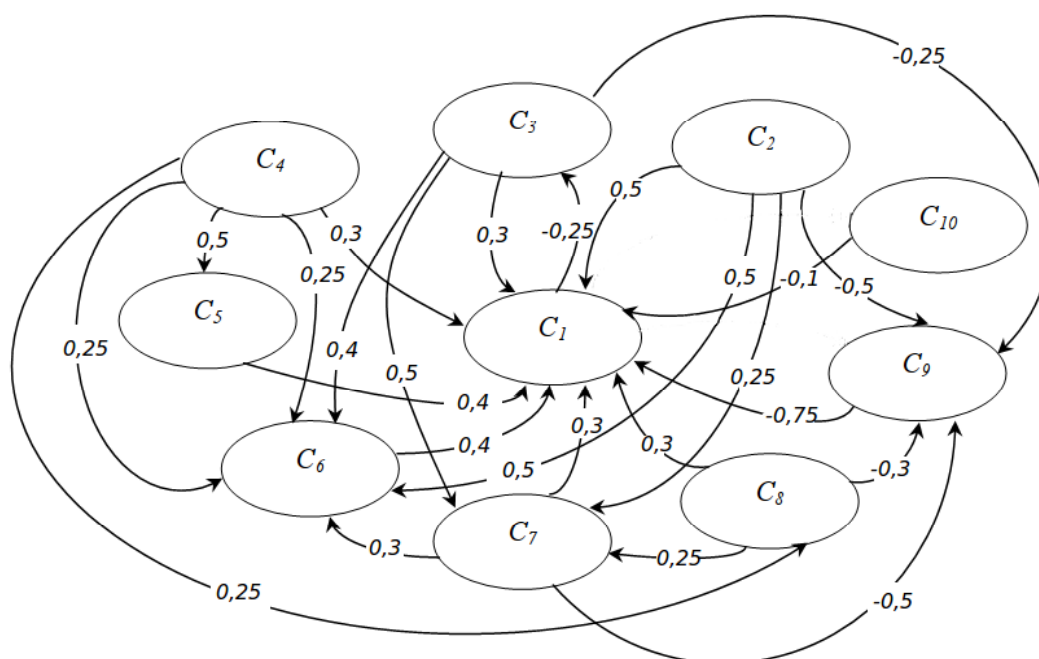


Рис. 1. Нечеткая когнитивная карта пожарной безопасности муниципального образования

Из табл. 3 следует, что наибольшее негативное влияние на состояние ПБ оказывает обстановка с пожарами, а следующими по степени

негативного влияния являются нарушения противопожарного режима в организациях и внешние пожароопасные воздействия. В наибольшей

степени по сравнению с другими концептами защищенность муниципального образования усиливает финансовая и материально-техническая поддержка мер пожарной безопасности, а также муниципальный контроль за соблюдением ее обязательных требований. Сама же система обеспечения ПБ наиболее сильно влияет на создание и поддержание в должном состоянии противопожарной инфраструктуры и снижение нарушений требований пожарной безопасности в организациях на территории муниципального образования. Отрицательное влияние системы ПБ на исполнение органами местного самоуправления своих контрольных функций объясняется тем, что далеко не всегда встречается понимание и содействие со стороны руководителей организаций, должностных лиц, ответственных за состояние ПБ, а также части населения, пренебрегающей мерами пожарной безопасности.

Когнитивная модель пожарной безопасности МО позволяет исследовать изменения ее состояния при заданных относительных изменениях показателей управляющих и стабилизирующих факторов.

Например, при повышении по отдельности на 10 % эффективности управляющих факторов: государственного пожарного надзора, муниципального контроля за соблюдением требований ПБ и финансового и материально-технического обеспечения ПБ наибольшее влияние на улучшение обстановки с пожарами оказывает ГПН (13 %) (рис. 2), затем по степени положительного влияния следует финансирование ПБ (11 %) и муниципальный контроль за соблюдением требований ПБ на территории МО (10 %).

Но наиболее действенным и экономичным является комплексный подход, при котором работа по улучшению пожарной безопасности ведется одновременно по всем направлениям. Так, при повышении финансирования ПБ всего на 5 % и дополнении его таким же 5-процентным повышением результативности всех управляющих факторов, а также профилактической и учебной работы среди населения можно ожидать улучшения обстановки с пожарами на 18 % и снижения количества грубых нарушений требований ПБ в организациях на 8 % (рис. 2.).

Таблица 3

Концепты	Показатели влияния концептов на систему	Показатели влияния системы на концепты
Обстановка с пожарами	-0,05	0,2
ГПН	0,05	0
Муниципальный контроль	0,10	-0,08
Финансирование	0,13	0
Муниципальная пожарная охрана	0,02	0,05
Противопожарная инфраструктура	0,03	0,14
Противопожарная пропаганда	0,01	0,08
Добровольные пожарные дружины	0,03	0,03
Уровень нарушений ППР	-0,04	-0,16
Внешнее пожарное воздействие	-0,02	0

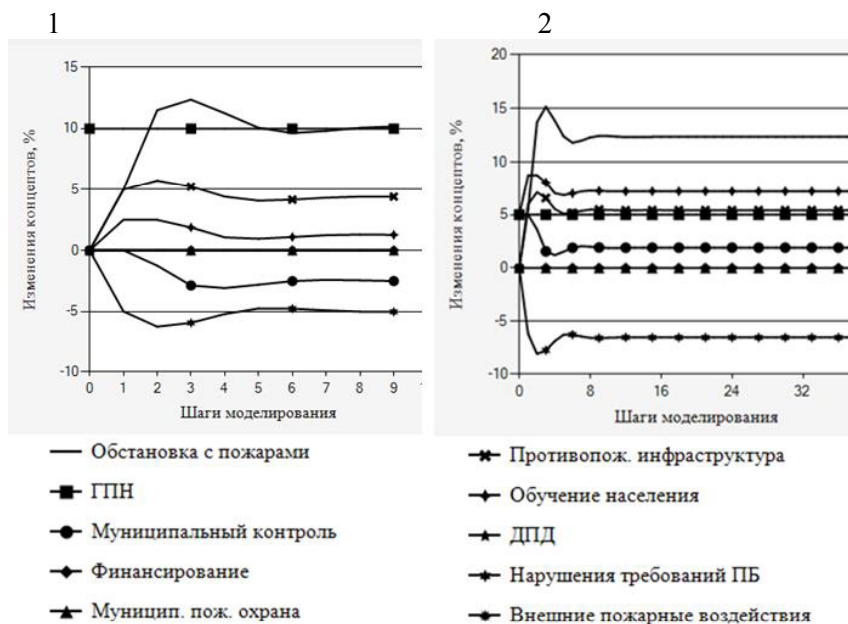


Рис. 2. Результаты моделирования влияния управляющих и стабилизирующих факторов на состояния системы пожарной безопасности (1 – влияние повышения эффективности ГПН, 2 – комплексное влияние управляющих и стабилизирующих факторов)

Существует множество подобных наборов управляющих и стабилизирующих воздействий, в связи с чем возникает задача оптимизации, состоящая в определении такой их комбинации, которая обеспечит наибольший рост пожарной безопасности при заданных или минимальных затратах местного бюджета [9].

Полученные выше количественные оценки носят ориентировочный характер, поскольку они зависят от матрицы смежности (табл. 2), которая выводится путем обработки и упорядочения субъективного и нечеткого экспертного знания.

Для повышения достоверности анализа состояния и возможных вариантов совершенствования системы ПБ муниципальных образований необходима верификация когнитивной модели, т.е. сравнение результатов моделирования с имеющимися опытными данными. По итогам сравнения выполняется корректировка модели, которая включает в себя изменение состава факторов и значений причинно-следственных связей между ними [10].

Вывод. Разработанная когнитивная модель реализации первичных мер пожарной безопасности муниципальных образований позволяет провести анализ взаимодействия основных факторов, определяющих пожарную безопасность, и на этой основе выработать и обосновать управляющие решения, направленные на ее повышение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фомин А.В., Тужиков Е.Н. Экспертный метод оценки деятельности органов местного самоуправления по реализации первичных мер пожарной безопасности // Вестник Санкт-Петербургского университета ППС МЧС России. 2012. №2. С. 27–34.

2. Федеральный закон от 6.10.2003 № 131-ФЗ “Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации”

3. Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экономическим задачам. М.: Наука, 1986. 486 с.

4. Максимов В.И., Корноушенко Е.К. Аналитические основы применения когнитивного подхода при решении слабоструктурированных задач. Труды ИПУ РАН, т. 2. М.: ИПУ РАН, 1999. С. 95–109.

5. Статистика пожаров РФ 2016. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://wiki-fire.org>

6. Северин Н.Н. Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.Г., Шаптала В.В. Когнитивное моделирование состояния пожарной безопасности учреждений высшего профессионального образования // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №2. С. 27–34.

7. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69 – ФЗ “О пожарной безопасности”

8. Силев В. В. Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке. М.: ИНПРО-РЕС, 1995. 228 с.

9. Корноушенко Е.К. Достижение цели в ситуациях при ограниченных ресурсах на управление (когнитивный подход). Труды Международной конференции “Когнитивный анализ и управление развитием ситуации” (CASC 2009). М.: ИПУ РАН, 2009. С. 89–99.

10. Кулинич А.А. Верификация качественных математических моделей // Материалы Второй международной конференции «Системный анализ и информационные технологии». Обнинск, 2007. М.: 2007. Т1. С. 35–38.

Информация об авторах

Шаптала Владимир Григорьевич, доктор технических наук, профессор кафедры защиты в чрезвычайных ситуациях.

E-mail: zchs@intbel.ru.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Северин Николай Николаевич, доктор педагогических наук, профессор кафедры защиты в чрезвычайных ситуациях.

E-mail: zchs@intbel.ru.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Радоуцкий Владимир Юрьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры защиты в чрезвычайных ситуациях.

E-mail: zchs@intbel.ru.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Шаптала Вадим Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры защиты в чрезвычайных ситуациях.

E-mail: zchs@intbel.ru.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Северин Сергей Николаевич, курсант.

E-mail: Severinnik2008@intbel.ru.

Санкт-Петербургский университет ППС МЧС России,
Россия, 196105 Санкт-Петербург, Московский проспект, 149.

Олейник Денис Валерьевич, преподаватель кафедры огневой подготовки

E-mail: Losikoff@mail.ru

Белгородский юридический институт МВД России им. И.Д. Путилина.
Адрес: Россия, 308024, Белгород, ул. Горького, 71

Поступила в октябре 2017 г.

© Шаптала В.Г., Северин Н.Н., Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.В., Северин С.Н., Олейник Д.В., 2017

Shaptala V.G., Severin N.N., Radautsky V.Yu., Shaptala V.V., Severin S.N.
COGNITIVE APPROACH TO MANAGING PRIMARY FIRE SAFETY MEASURES
AT THE MUNICIPAL LEVEL

A cognitive approach to the analysis and management of the implementation of primary fire safety measures of municipalities is presented. The scenario of fire safety changes as a result of destabilizing and control actions is considered by the impulse simulation method.

Keywords: *municipal formation, primary fire safety measures, cognitive map, impulse simulation.*

Information about the authors

Shaptala Vladimir Grigoryevich, PhD, Professor.

E-mail: zchs@intbel.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukov, 46.

Severin Nikolay Nikolaevich, PhD, Professor.

E-mail: zchs@intbel.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukov, 46.

Radautsky Vladimir Yuryevich, PhD, Assistant professor.

E-mail: zchs@intbel.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukov, 46.

Shaptala Vadim Vladimirovich, PhD, Assistant professor.

E-mail: zchs@intbel.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukov, 46.

Severin Sergey Nikolaevich, Cadet.

E-mail: Severinnik2008@intbel.ru.

Emercom of Russia St. Petersburg university,
Russia, 196105 St. Petersburg, Moskow av., 149.

Oleinik Denis Valerievich, lecturer.

E-mail: Losikoff@mail.ru

Belgorod Law Institute of the Ministry of the Interior of Russia. I.D. Putilina.
Russia, 308024, Belgorod, ul. Gorky, 71.

Received in October 2017

© Shaptala V.G., Severin N.N., Radautsky V.Yu., Shaptala V.V., Severin S.N., Oleinik D.V., 2017
