

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.21869/2223-1560-2022-26-4-117-131>

Когнитивное моделирование информационного обеспечения игрового автоматизированного обучения

Ю.А. Халин ¹ ✉, А.И. Катыхин ¹, С.А. Зинкин ², А.А. Шилин ³

¹ Юго-Западный государственный университет
ул. 50 лет Октября, д. 94, г. Курск 305040, Российская Федерация

² Пензенский государственный университет
ул. Красная, д. 40, г. Пенза 440026, Российская Федерация

³ Национальный исследовательский Томский политехнический университет
пр. Ленина, д. 30, г. Томск 634050, Российская Федерация

✉ e-mail: yur-khalin@yandex.ru

Резюме

Цель исследования. Главной целью данной работы является повышение эффективности автоматизированного игрового обучения на основе когнитивного моделирования. На основе методики системного анализа и когнитивного моделирования слабо структурированных ситуаций предложена структура игрового автоматизированного обучающего комплекса, который может быть использован при обучении персонала в различных предметных областях. В нашем случае проводилось моделирование обучения персонала в условиях стереотипных и нестереотипных ситуаций.

Методы. В основе данной работы лежат общие положения теории систем и системного анализа, математической теории графов (основой которой является когнитивное моделирование). Основным инструментом когнитивного моделирования являлось построение нечётких когнитивных карт Силова. Предложена модификация алгоритма расчёта основных системных показателей нечёткой когнитивной карты. Для автоматизированного обучения использовалось игровое моделирование, основу которого составляли деловые игры. Вводилось понятие «оперативная игра», далее осуществлялось моделирование развития некоторой неблагоприятной ситуации с помощью нечётких когнитивных карт.

Результаты. Основным результатом данной работы является методика когнитивного моделирования информационного обеспечения игрового автоматизированного обучения. На основе разработанной методики было проведено игровое имитационное моделирование оперативной игры «Пожар в доме», в основе которой лежало построение нечёткой когнитивной карты, для которой были рассчитаны основные количественные системные показатели взаимного влияния, консонанса и диссонанса.

Заключение. Разработанная методика позволяет проводить игровое моделирование неблагоприятных (в том числе чрезвычайных) ситуаций, что в дальнейшем обеспечит адекватное поведение обучающихся в реально возникших ситуациях.

Ключевые слова: обучающие системы; игровое моделирование; деловая игра; оперативная игра; когнитивные карты; чрезвычайная ситуация.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Когнитивное моделирование информационного обеспечения игрового автоматизированного обучения / Халин Ю.А., Катыхин А.И., Зинкин С.А., Шилин А.А. // Известия Юго-Западного государственного университета. 2022; 26(4): 117-131. <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2022-26-4-117-131>.

Поступила в редакцию 26.08.2022

Подписана в печать 05.10.2022

Опубликована 14.10.2022

Cognitive Modeling of Information Support for Game-Based Automated Learning

Yuri A. Khalin ¹ ✉, Alexander I. Katykhin ¹, Sergey A. Zinkin ²,
Alexander A. Shilin ³

¹ Southwest State University
50 Let Oktyabrya str. 94, Kursk 305040, Russian Federation

² Penza State University
40, Krasnaya str., Penza 440026, Russian Federation

³ National Research Tomsk Polytechnic University
30, Ave Lenin, Tomsk 634050, Russian Federation

✉ e-mail: yur-khalin@yandex.ru

Abstract

Purpose of research. The main goal of this work is to increase the efficiency of automated game learning based on cognitive modeling. Based on the methodology of system analysis and cognitive modeling of weakly structured situations, the structure of a gaming automated training complex is proposed, which can be used in training personnel in various subject areas. In our case, staff training was simulated in stereotypical and non-stereotypical situations.

Methods. This work is based on the general provisions of systems theory and system analysis, mathematical graph theory (which is based on cognitive modeling). The main tool of cognitive modeling was the construction of fuzzy cognitive maps of Silov. A modification of the algorithm for calculating the main system indicators of a fuzzy cognitive map was proposed. Game modeling, based on business games, was used for automated learning. The concept of an operational game was introduced, then modeling of the development of some unfavorable situation was carried out using fuzzy cognitive maps.

Results. The main result of this work is the method of cognitive modeling of information support for game-based automated learning. Based on the developed methodology, a game simulation simulation of the operational game "House Fire" was carried out, which was based on the construction of a fuzzy cognitive map, for which the main quantitative system indicators of mutual influence, consonance and dissonance were calculated.

Conclusion: the developed methodology allows for game modeling of unfavorable (including emergency) situations, which in the future will ensure adequate behavior of students in real situations.

Keywords: educational systems; game modeling; business game; operational game; cognitive maps; emergency.

Conflict of interest: The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For citation. Khalin Y. A., Katykhin A. I., Zinkin S. A., Shilin A. A. Cognitive Modeling of Information Support for Game-Based Automated Learning. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta* = *Proceedings of the Southwest State University*. 2022; 26(4): 117-131 (In Russ.). <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2022-26-4-117-131>.

Received 26.08.2022

Accepted 05.10.2022

Published 14.10.2022

Введение

В настоящее время во всем мире для подготовки различных специалистов к выполнению своих функциональных обязанностей активно разрабатываются и применяются обучающие комплексы [1, 2, 3]. В основе таких комплексов, как правило, лежат какие либо из методов активного обучения, которые интенсивно развиваются в последнее время и повсеместно используются в обучающем процессе.

Среди имитационных методов активного обучения игровые являются наиболее эффективными и могут включать в себя все прочие методы, в зависимости от цели обучения и того насколько это способствуют ее достижению. Игровая форма формирует желаемое поведение обучаемого, дает возможность получать опыт и знания, совершая ошибки при принятии игровых решений, которые могут быть недопустимы в условиях реальной ЧС.

Материалы и методы

Суть игрового моделирования поведения заключается в том, что в игровой реальности, обучаемый становится перед необходимостью принять то или иное решение. Причем, с точки зрения психологии, для большинства людей действительность и игровая реальность равноценны. То есть, принимая решения в игровой реальности, человек использует все имеющиеся у него знания,

задействует привычные для него потребности и ценности, ориентируясь на известные ему нормы. Кроме того, наблюдая других обучаемых, появляется возможность перенимать знания, сравнивать свою и их реакцию на игровые ситуации. Такое наблюдение способствует формированию навыков, приобретению знаний и опыта.

С целью учета специфики предметной области, в работе введено понятие «оперативная игра» (ОИ), как разновидности игрового метода активного обучения.

В работах [4, 5, 6, 7] представлена структура игрового обучающего комплекса, в соответствии с которой необходимо обеспечить моделирование возникшей оперативной ситуации. Эффективным способом возникшей задачи является применение когнитивных методов. Это обуславливается слабоструктурированностью объектов, описывающих возникшую ситуацию¹.

Центральным понятием при использовании когнитивных методов является когнитивная карта, которая позволяет представить возникшую ситуацию в виде ориентированного знаково-го графа [8, 9]. Вершинами данного графа являются концепты (объекты и факторы описывающие возникшую си-

¹ Лагереv Д.Г. Автоматизация разработки управленческих решений в социально-экономических системах на основе применения нечетких когнитивных моделей: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.10, Брянск, 2007. 202 с.

туацию), а дуги показывают их взаимное влияние друг на друга, которое может быть положительным, отрицательным или нейтральным. Однако данные классические когнитивные карты позволяли проводить в основном качественный анализ, а для проведения количественного анализа разрабатывались различные модификации, одной из таких модификаций являлись нечёткие когнитивные карты, в которых дуги представляли собой нечёткое отношение предпочтения, в основе которого лежит понятие функции принадлежности.

Существует два подхода к построению нечётких когнитивных карт Силова и Коско [10, 11]. Применительно к нашей задаче будем использовать первый, так как он позволяет более точно учитывать силу взаимного влияния объектов, описывающих возникшую ситуацию (концептов).

В работе [12] показана методика вычисления системных показателей когнитивной карты: влияния концептов друг на друга, совместного и индивидуального консонанса и диссонанса. Предложенная методика основана на сравнении контуров, образованных из концептов карты по критерию соответствия, силы и баланса взаимного влияния. В настоящей работе проведена её адаптация к процессу моделирования типовой оперативной ситуации, используемой для автоматизированного обучения.

На рис. 1 представлен фрагмент нечёткой когнитивной карты Силова.

Концепт A , проводящий оценку, подвержен влиянию концептов $C_1, C_2, \dots, C_k$, однако и сам влияет на концепты $B_1, B_2, \dots, B_m$. В результате получаем два нечетких множества, для которых следует построить функции принадлежности [12, 13, 14]:

$$A_{\rightarrow} = \{ w_1/B_1, w_2/B_2, \dots, w_m/B_m \}, \quad (1)$$

$$A_{\leftarrow} = \{ p_1/C_1, p_2/C_2, \dots, p_k/C_k \}. \quad (2)$$

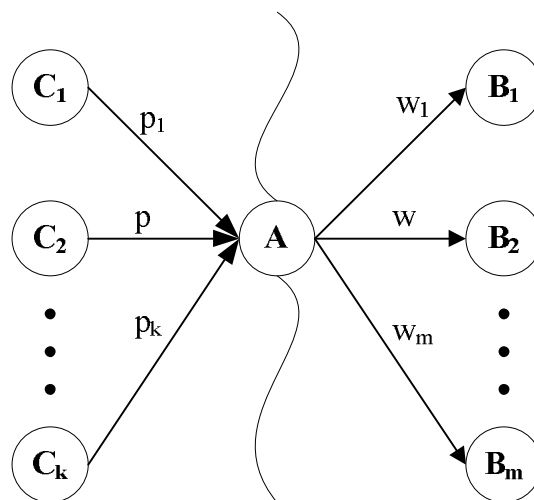


Рис. 1. Нечеткое множество концептов

Fig. 1. Fuzzy set of concepts

На следующем этапе, для описания опосредованных взаимных влияний концептов, был предложен модифицированный алгоритм расчета системных характеристик когнитивной карты с помощью определения транзитивного замыкания [6, 15, 16].

Шаг 1. Преобразование исходной нечеткой когнитивной карты с положительно-отрицательными нечеткими связями, к нечеткой матрице положительных связей R размерностью $2n \times 2n$ (n - число вершин) путем следующей замены:

$$\begin{aligned} w_{ij} > 0 &\Rightarrow r_{2i-1,2j-1} = w_{ij}, r_{2i,2j} = w_{ij}, \\ w_{ij} < 0 &\Rightarrow r_{2i-1,2j} = -w_{ij}, r_{2i,2j-1} = -w_{ij}. \end{aligned} \quad (3)$$

Остальные элементы матрицы R принимают нулевое значение.

Шаг 2. Определение транзитивного замыкания нечеткого отношения R :

1) Расчёт матрицы R^2 по формуле:

$$R^2 = R \circ R, \quad (4)$$

произведение матриц вычислим по следующей схеме:

если $C = A \circ B$, то

$$c_{ij} = \max_{k=1, \dots, n} \{a_{ik} b_{kj}\} \quad (i, j = 1, \dots, n). \quad (5)$$

Аналогично вычисляются матрицы: $R^3, \dots, R^n$. (где n – число концептов). Найдем $R^3 = R \circ R^2$ и т.д.

2) Определение транзитивного замыкания нечеткого отношения R :

$$\tilde{R} = \bigcup_{i=1}^n R^i = R \cup R^2 \cup \dots \cup R^n, \quad (6)$$

расчет каждого элемента можно производить используя:

$$\tilde{r}_{ij} = \max \{r_{ij}, r_{ij}^2, r_{ij}^3, \dots, r_{ij}^n\} \quad (i, j = 1, \dots, n), \quad (7)$$

где n – число концептов;

r_{ij}^2 – элемент матрицы R^2 , стоящий на пересечении i -ой строки и j -го столбца;

r_{ij}^3 – элемент матрицы R^3 и т.д.

Шаг 3. Преобразование матрицы матрицы $\tilde{R}$ к транзитивно замкнутой когнитивной матрице Z , элементами которой являются пары $(z_{ij}, \bar{z}_{ij})$, где z_{ij} характеризует силу положительного влияния, а $\bar{z}_{ij}$ – силу отрицательного влияния i -го концепта на j -й:

$$\begin{aligned} z_{ij} &= \max(\tilde{r}_{2i-1,2j-1}, \tilde{r}_{2i,2j}), \\ \bar{z}_{ij} &= -\max(\tilde{r}_{2i-1,2j}, \tilde{r}_{2i,2j-1}). \end{aligned} \quad (8)$$

Элементы полученной матрицы Z используются для расчёта системных показателей нечёткой когнитивной карты, характеризующих динамику решения одной или нескольких частных задач в условиях оперативной ситуации [17, 18, 11].

1. Влияние (воздействие) i -го концепта на j -й определяется следующим образом:

$$p_{ij} = \text{sign}(z_{ij} + \bar{z}_{ij}) \max(|z_{ij}|, |\bar{z}_{ij}|), \quad |z_{ij}| \neq |\bar{z}_{ij}|, \quad (9)$$

где z_{ij} – сила положительного влияния i -го концепта на j -й,

$\bar{z}_{ij}$ – сила отрицательного влияния i -го концепта на j -й,

$\text{sign}(x)$ – функция, возвращающая знак выражения x .

Взаимное положительное влияние является рефлексивным:

$$\tilde{P}_{ij} = \tilde{P}_{ji} = z_{ij} S z_{ji}. \quad (10)$$

Консонанс влияния концептов друг на друга, показывающий меру доверия к направлению (знаку) и силе взаимодействия (чем выше консонанс, тем убедительнее мнение):

$$c_{ij} = \frac{|z_{ij} + \bar{z}_{ij}|}{|z_{ij}| + |\bar{z}_{ij}|}. \quad (11)$$

Консонанс влияния концептов друг на друга:

$$\tilde{c}_{ij} = \tilde{c}_{ji} = \frac{|(z_{ij} + z_{ji}) + (\bar{z}_{ij} + \bar{z}_{ji})|}{|(z_{ij} + z_{ji})| + |(\bar{z}_{ij} + \bar{z}_{ji})|}, \quad (12)$$

Диссонанс взаимного влияния. Является нечетким дополнением консонанса:

$$d_{ij} = 1 - c_{ij}. \quad (13)$$

Диссонанс взаимного влияния i -го и j -й концептов:

$$\vec{d}_{ij} = \vec{d}_{ji} = 1 - \vec{c}_{ij}. \quad (14)$$

Полученные показатели позволяют проводить анализ сложных ситуаций и процессов.

Результаты и их обсуждение

Применим описанную в работе методику для обучения населения поведения и действия в пожароопасных ситуациях, основанную на автоматизированном игровом обучении [16, 7, 19, 17, 20]. Для описанной ситуации когнитивная карта представлена на рис. 2.

В табл. 1 представлены основные объекты чрезвычайной ситуации (ОЧС) выбранной задачи в виде концептов.

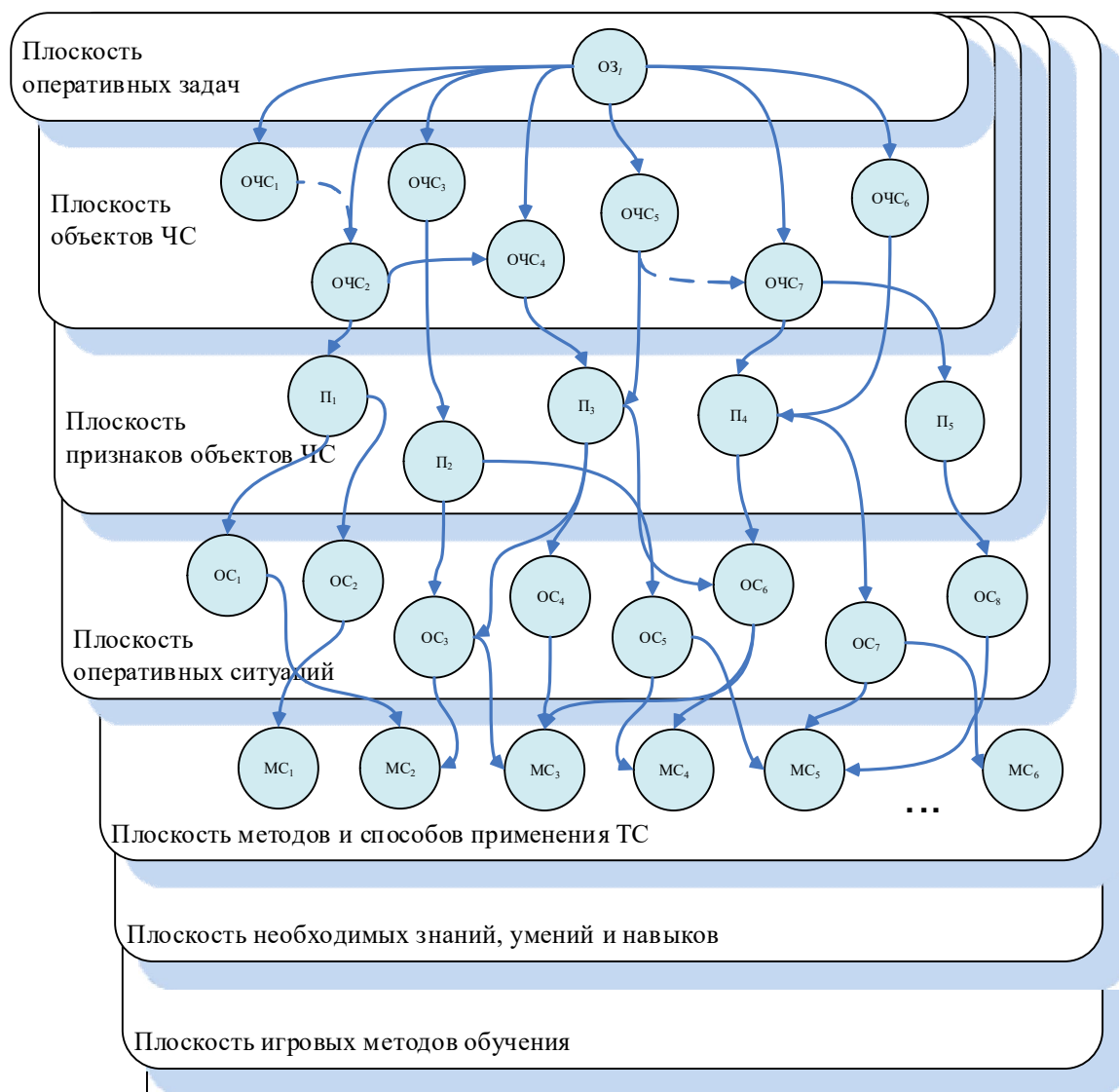


Рис. 2. Когнитивная карта организации пожаротушения

Fig. 2. Cognitive map of fire extinguishing organization

Таблица 1. ОЧС пожара в квартире**Table 1.** Points of fire in the apartment

Концепт / Concept	Наименование фактора / Name of the factor
ОЧС ₁	Электрогирлянда
ОЧС ₂	Электроприбор 2
ОЧС ₃	Мебель
ОЧС ₄	Ковер
ОЧС ₅	Окно
ОЧС ₆	Балкон
ОЧС ₇	Электрощитовая
ОЧС ₈	Водопровод
ОЧС ₉	Соседи

Представление информации о признаках ОЧС, указанных в табл. 2, может быть в виде текста, изображения, аудио, видео.

Таблица 2. Признаки ОЧС**Table 2.** Signs of OCHS

Концепт / Concept	Наименование фактора / Name of the factor
П ₁	Огонь
П ₂	Температура в помещении
П ₃	Концентрация отравляющих веществ
П ₄	Задымленность
П ₅	Взрыв
П ₆	Паника
П ₇	Шок
П ₈	Удушье
П ₉	Обморок

Действия человека по тушению пожара и проведению АСР, связанных с тушением пожаров, начинаются с мо-

мента идентификации возгорания и считаются законченными при полной ликвидации признаков огня и включают в себя этапы (оперативные ситуации), представленные в табл. 3.

Таблица 3. Оперативные ситуации**Table 3.** Operational situations"

Концепт / Concept	Наименование ситуации / Name of the situation
ОС ₁	Отключение электроэнергии
ОС ₂	Самостоятельное тушение пожара
ОС ₃	Звонок пожарной охране
ОС ₄	Эвакуация
ОС ₅	Возгорание одежды
ОС ₆	Укрытие на балконе или около окна

В соответствии с когнитивной картой тушения пожара в квартире определим методы и способы применения ТС (табл. 4).

Оперативная игра – «Пожар в доме»

Игра проводится с целью получения навыков поведения при пожаре в помещении. Является средством активизации и усиления практической направленности изучения курса «Основы безопасности жизнедеятельности».

Участниками являются учащиеся общеобразовательных школ, лицеев.

Сформируем упражнение уровня «стереотипных ситуаций». Обучаемому предлагается выбрать и разместить средства тушения пожара на схеме учитывая условия выполнения задачи и це-

лесообразность их применения при проведении пожаротушения на данном объекте.

Таблица 4. Плоскость методов и способов применения ТС

Table 4. The plane of methods and methods of application of the vehicle

Концепт / Concept	Наименование фактора / Name of the factor
C_1	Тушение пожара водой
C_2	Тушение пожара песком
C_3	Тушение пожара огнетушителем порошковым
C_4	Тушение пожара огнетушителем пенным
C_5	Поиск телефона
C_6	Вызов пожарной охраны
C_7	Обращение за помощью к соседям
C_8	Уплотнение двери
C_9	Самозащита от огня
C_{10}	Отключение электроприбора от сети
C_{11}	Отключение электричества в доме

Сценарий возникновения ЧС. В многоквартирном доме в результате неисправности блока питания произошло возгорание электрогирлянды. Создалась угроза распространения пожара на ковер, мебель комнаты.

Определим фазы проведения оперативной игры (табл. 5).

Описание оперативной ситуации в целом является весьма громоздким и выходит за рамки работы, поэтому остановимся на выборе только некоторых из множества значимых факторов,

перечисленных в последующих таблицах. Выбранные факторы, их начальные и целевые значения (условия упражнения) для фазы №2 приведены в табл. 6.

Таблица 5. Фазы оперативной игры

Table 5. Operational game phases

Фаза / Phase	Описание / Description
Φ_1	Обнаружение пожара
Φ_2	Попытка самостоятельно потушить пожар.
Φ_3	Вызов пожарной охраны
Φ_4	Эвакуация
Φ_5	Возгорание одежды
Φ_6	Укрытие
Φ_7	Ликвидация пожара

Далее построим нечёткую когнитивную карту возникшей ситуации (рис. 3).

Интенсивности влияния представлены в табл. 7.

В построенной нечеткой когнитивной карте представлены наиболее важные, непосредственные связи между концептами (т.е. связи, которые существуют в «явном» виде). Для анализа всех причинно-следственных связей концептов описанной оперативной ситуации необходимо также получение информации об их опосредованном взаимовлиянии.

Если в когнитивной карте имеется путь, содержащий как положительно, так и отрицательно взвешенные дуги, то наличие и характер влияния между начальной и конечной вершинами пути определяются значениями весов.

Таблица 6. Концепты фрагмента оперативной ситуации для фазы №2**Table 6.** Concepts of the operational situation fragment for phase No. 2

Концепт / Concept	Наименование фактора / Name of the factor	Решаемые задачи / Tasks to be solved	Началь- ный уро- вень / Entry level	Целевой уровень Target level /
ОЧС ₁	Электрогирлянда	Пожар должен быть потушен	Низкий	Низкий
ОЧС ₃	Мебель	Пожар должен быть потушен	Средний	Низкий
ОЧС ₄	Ковер	Пожар должен быть потушен	Средний	Низкий
П ₁	Огонь	-	Средняя	Низкая
П ₂	Температура в помещении	-	Средняя	Низкая
П ₄	Задымленность	-	Высокий	Низкий
ОС ₁	Отключение электроэнергии	Отключение электроэнергии от прибор, обесточивание квартиры		
ОС ₂	Самостоятельное тушение пожара	Ликвидация возгорания	Низкий	Высокий
С ₁	Тушение водой	Прекращение горения веществ и материалов	Высокий	Низкий
С ₃	Тушение огнету- шителем порош- ковым	Прекращение горения веществ и материалов	Низкий	Высокий
С ₁₀	Отключение элек- троприбора от сети	Отключение электричества от горящего электроприбора	Низкий	Высокий

Таблица 7. Нечеткая когнитивная матрица фрагмента ликвидации ЧС**Table 7.** Fuzzy cognitive matrix of an emergency response fragment

Кон- цепт / Concept	ОЧС ₂	ОЧС ₃	ОЧС ₄	П ₁	П ₂	П ₄	ОС ₁	ОС ₃	С ₁	С ₃	С ₁₀
ОЧС ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ОЧС ₃	0,31	0	0,33	0,59	0,48	0,75	0	0	0	0	0
ОЧС ₄	0	0,43	0	0,62	0,50	0,71	0	0	0	0	0
П ₁	0	0,43	0,43	0	0,8	0	0	0,7	0	0	0
П ₂	0	0,41	0,41	0,8	0	0	0	-0,65	0,52	0	0
П ₄	0	0	0	-0,4	0	0	0	-0,45	0	0	0
ОС ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0,47	0	0
ОС ₂	0	0	0	0,8	0,78	0,51	0	0	0,51	0	0
С ₁	0	0	0	0	0	0	0,68	0,74	0	0,63	0,65
С ₃	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
С ₁₀	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

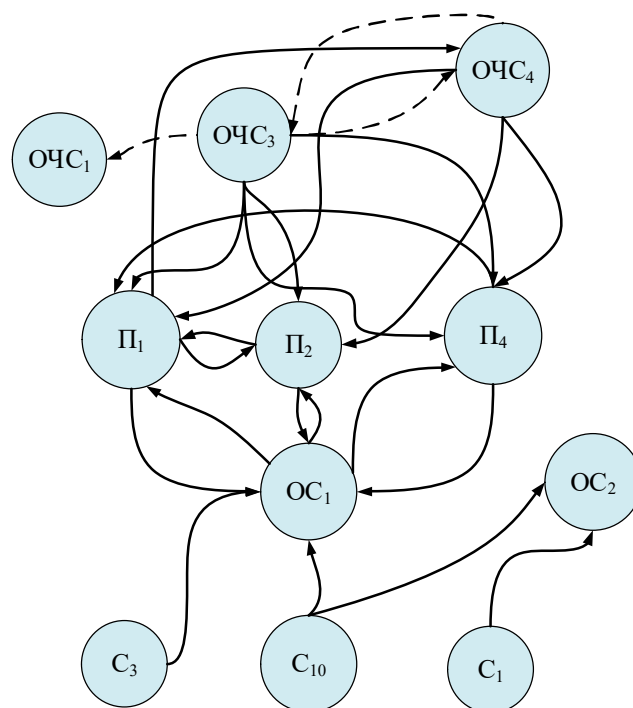


Рис. 3. Когнитивная карта фрагмента оперативной игры на фазе 3

Fig. 3. Cognitive map of a fragment of an operational game in phase 3

На следующем этапе проводят моделирование оперативной ситуации, в результате которого получают количественные оценки системных показателей соответствующей когнитивной

карты, основными среди которых являются показатели влияния, консонанса и диссонанса, представленные в табл. 8, и консонанса, представленные в табл. 9.

Таблица 8. Матрица консонанса влияния концептов

Table 8. The matrix of the consonance of the influence of concepts

Концепт / Concept	ОЧС ₂	ОЧС ₃	ОЧС ₄	П ₁	П ₂	П ₄	ОС ₁	ОС ₃	С ₁	С ₃	С ₁₀
ОЧС ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ОЧС ₃	0,41	0	0,23	0,49	0,38	0,45	0	0	0	0	0
ОЧС ₄	0	0,53	0	0,42	0,60	0,81	0	0	0	0	0
П ₁	0	0,53	0,01	0	0,8	0	0	0,7	0	0	0
П ₂	0	0,31	0,41	0,8	0	0	0	-0,55	0,32	0	0
П ₄	0	0	0	-0,5	0	0	0	-0,35	0	0	0
ОС ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0,37	0	0
ОС ₂	0	0	0	0,8	0,71	0,31	0	0	0,21	0	0
С ₁	0	0	0	0	0	0	0,48	0,74	0	0,53	0,35
С ₃	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
С ₁₀	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 9. Системные показатели нечеткой когнитивной карты**Table 9.** System indicators of fuzzy cognitive map

Концепт / Concept	$\bar{C}_i$	$\bar{C}_j$	$\bar{D}_i$	$\bar{D}_j$	$\bar{P}_i$	$\bar{P}_j$
ОЧС ₂	0,5978	0,4061	0,6662	0,8579	0,3323	0,1195
ОЧС ₃	0,6927	0,3783	0,5713	0,8857	0,3098	0,0509
ОЧС ₄	0,8327	0,1851	0,1025	0,4594	0,2145	0,7586
П ₁	0,7994	0,717	0,4646	0,547	0,3926	0,0669
П ₂	0,6174	0,4061	0,6466	0,8579	-0,0333	0,1495
П ₄	0,4841	0,6604	0,7799	0,6036	0,2401	0,1621
ОС ₁	0,7586	0,4313	0,5054	0,8327	0,1851	0,1025
ОС ₂	0,3843	0,4313	0,8797	0,8377	0,3336	0,0952
С ₁	0,2695	0,3785	0,6693	0,4791	0,5166	0,2495
С ₃	0,3784	0,2895	0,6045	0,8565	0,5952	0,4877
С ₁₀	0,7744	0,5054	0,9545	0,3993	0,3566	0,3786

Формирование развивающего упражнения уровня «нестереотипных ситуаций» рассмотрим, используя ту же модель описанного фрагмента. Обучаемому предлагается принять оперативное решение путем того или иного воздействия на управляемые факторы в условиях изменившегося состояния ситуации.

(Шаг 1). Так, в предложенный фрагмент оперативной ситуации введем импульс – пожар перекинулся на ковер ОЧС₄ (ГСМ), возникновение риска возгорания мебели ОЧС₃.

В данной ситуации обучаемый может оставить ситуацию без изменений или попытаться самостоятельно ОС₂ потушить возгорание.

(Шаг 2) В помещении возникла сильная задымленность.

В данной ситуации обучаемый может предпринять попытку выйти из помещения, или, если это невозможно,

укрыться в одной из комнат или на балконе ОЧС₆.

На основе анализа рассчитанных параметров и системы в целом, АИОК визуализирует состояние оперативной ситуации, что дает возможность оценить действия обучаемого на каждом шаге оперативной игры (с точки зрения значимости их результата для решения оперативной задачи) при выполнении учебного упражнения.

Выводы

В данной работе представлена методика организации обучения обучающихся в условиях пожароопасных ситуаций, основанная на применении когнитивного моделирования. Рассматривается оперативная игра «Пожар в доме», строится когнитивная карта возникшей ситуации и рассчитываются её системные показатели.

Список литературы

1. Беспалько В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения. М., 2001.
2. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. М.: Педагогика, 1989.
3. Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения. М., 2004.
4. Сизов А.С., Катыхин А.И., Макеев В.В. Формализация процесса обучения для синтеза структурно-функциональной организации автоматизированной системы обучения на базе игрового комплекса // Известия Курского государственного технического университета. 2010. № 4 (33). С. 66-71.
5. Формализация процесса эвакуации людей из помещения для создания автоматизированной обучающей игровой системы / А.С. Сизов, А.И. Катыхин, В.В. Макеев, В.В. Теплова // Известия Юго-Западного государственного университета. 2011. № 3 (36). С. 45-48.
6. Сизов А.С., Катыхин А.И., Макеев В.В. Подход к автоматизации разработки последовательности изучения учебной программы и генерации творческих задач автоматизированной обучающей системы // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2011. №11. С. 35-39.
7. Сизов А.С., Катыхин А.И., Макеев В.В. Концептуальная модель автоматизированной системы обучения на основе автоматизированного обучающего комплекса // Материалы XIX межвузовской военно-научной конференции, 25-26 ноября 2010 г. Череповец: Военно-космическая академия им. А.С.Можайского, 2011. С. 177-180.
8. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечеткие модели и сети. М.: Горячая линия - Телеком, 2007. 284 с.
9. Васильев В.И., Ильясов Б.Г. Интеллектуальные системы управления. Теория и практика. М.: Радиотехника, 2009. 392 с.
10. Живенков А.Н. Моделирование информационной системы адаптивного структурирования образовательного контента на основе нечетких сетей Петри // Приборы и системы, управление, контроль, диагностика. 2011. №6.
11. Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам: пер. с англ. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. 496 с.
12. Силов В.Б. Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке. М.: ИНПРО-РЕС, 1995. 228 с.
13. Федулов А.С. Нечеткие реляционные когнитивные карты // Теория и системы управления. 2005.
14. Ягер Р.Р. Множества уровня для оценки принадлежности нечетких подмножеств // Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения. М.: Радио и связь, 1986. С. 71-78.
15. Сизов А.С., Катыхин А.И., Смирнов М.Н. Модель представления знаний в игровой автоматизированной обучающей системе // Распознавание – 2010: сб. науч. тр. по матер. IX Междунар. конф., 18-20 мая 2010. Курск: КГТУ, 2010. С. 310-312.

16. Катыхин А.И., Макеев В.В. Системная модель автоматизированного игрового комплекса (АИК) // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации: сб. статей по матер. VIII междунар. науч.-техн. конф., 28 декабря 2010 г. Курск, 2011. С. 192 – 196.

17. Сизов А.С., Катыхин А.И., Макеев В.В. Подход к моделированию предметной области для синтеза структуры игровой автоматизированной обучающей системы // Научно-технический сборник НИЦ (г. Курск). Курск, 2010. С. 52-56.

18. Сизов А.С., Катыхин А.И., Макеев В.В. Разработка математических моделей представления данных в информационной базе игрового автоматизированного обучающего комплекса // Инновации в информационно-аналитических системах: сб. науч. трудов. Вып. 1. Курск: Фонд «Науком», 2011. С. 113 – 119.

19. Формализация процесса эвакуации людей из помещений для создания автоматизированной обучающей игровой системы / А.С. Сизов, А.И. Катыхин, В.В. Теплова, В.В. Макеев // Современные информационные технологии: сб. статей по матер. междунар. науч.-техн. конф., 25 мая 2011г. Пенза: Пензенская гос. техн. академия, 2011. С. 77 – 81.

References

1. Bepalko V.P. *Pedagogika i progressivnye tekhnologii obucheniya* [Pedagogy and progressive learning technologies]. Moscow, 2001.

2. Bepalko V.P. *Slagaemye pedagogicheskoi tekhnologii* [The components of pedagogical technology]. Moscow, Pedagogika Publ., 1989.

3. Lerner I.Ya. *Didakticheskie osnovy metodov obucheniya* [Didactic foundations of teaching methods]. Moscow, 2004.

4. Sizov A.S., Katykhin A.I., Makeev V.V. Formalizatsiya protsessa obucheniya dlya sinteza strukturno-funktsional'noi organizatsii avtomatizirovannoi sistemy obucheniya na baze igrovogo kompleksa [Formalization of the learning process for the synthesis of the structural and functional organization of an automated learning system based on a game complex]. *Izvestiya Kurskogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of the Kursk State Technical University*, 2010, no. 4 (33), pp. 66-71.

5. Sizov A.S., Katykhin A.I., Makeev V.V., Teplova V.V. Formalizatsiya protsessa evakuatsii lyudei iz pomeshcheniya dlya sozdaniya avtomatizirovannoi obuchayushchei igrovoi sistemy [Formalization of the process of evacuation of people from the premises to create an automated learning game system]. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of the Southwest State University*, 2011, no. 3 (36), pp. 45-48.

6. Sizov A.S., Katykhin A.I., Makeev V.V. Podkhod k avtomatizatsii razrabotki posledovatel'nosti izucheniya uchebnoi programmy i generatsii tvorcheskikh zadach avtomatizirovannoi obuchayushchei sistemy [An approach to automating the development of the sequence of studying the curriculum and generating creative tasks of an automated learning system]. *Informatsionno-izmeritel'nye i upravlyayushchie sistemy = Information-measuring and Control Systems*, 2011, no. 11, pp. 35-39.

7. Sizov A.S., Katykhin A.I., Makeev V.V. [Conceptual model of an automated training system based on an automated training complex]. *Materialy XIX mezhvuzovskoi voenno-nauchnoi konferentsii* [Materials of the XIX interuniversity military-scientific conference], Voenno-kosmicheskaya akademiya im. A.S.Mozhaiskogo, 2011, pp. 177-180 (In Russ.).
8. Borisov V.V., Kruglov V.V., Fedulov A.S. *Nechetkie modeli i seti* [Fuzzy models and networks]. Moscow, Goryachaya liniya - Telekom Publ., 2007. 284 p.
9. Vasiliev V.I., Ilyasov B.G. *Intellektual'nye sistemy upravleniya. Teoriya i praktika* [Intelligent control systems. Theory and practice]. Moscow, Radiotekhnika Publ., 2009. 392 p.
10. Zhivenkov A.N. Modelirovanie informatsionnoi sistemy adaptivnogo strukturirovaniya obrazovatel'nogo kontenta na osnove nechetkikh setei Petri [Modeling of the information system of adaptive structuring of educational content based on fuzzy Petri nets]. *Pribory i sistemy, upravlenie, kontrol', diagnostika = Devices and Systems, Management, Control, Diagnostics*, 2011, no.6
11. Roberts F.S. *Diskretnye matematicheskie modeli s prilozheniyami k sotsial'nym, biologicheskim i ekologicheskim zadacham* [Discrete mathematical models with applications to social, biological and environmental problems]. Moscow, Nauka Publ., 1986, 496 p.
12. Silov V.B. *Prinyatie strategicheskikh reshenii v nechetkoi obstanovke* [Strategic decision-making in a fuzzy environment]. Moscow, INPRO-RES Publ., 1995, 228 p.
13. Fedulov A.S. Nechetkie relyatsionnye kognitivnye karty [Fuzzy relational cognitive maps]. *Teoriya i sistemy upravleniya = Theory and Control Systems*, 2005.
14. Jager P.P. [Level sets for estimating the membership of fuzzy subsets]. *Nechetkie mnozhestva i teoriya vozmozhnostei. Poslednie dostizheniya* [Fuzzy sets and the theory of possibilities. Recent achievements]. Moscow, 1986, pp. 71-78 (In Russ.).
15. Sizov A.S., Katykhin A.I., Smirnov M.N. [A model of knowledge representation in a gaming automated learning system]. *Raspoznavanie – 2010. Sb. nauch. tr. po mater. IX Mezhdunar. konf.* [Recognition – 2010. Collection of scientific tr. on mater. IX International Conference]. Kursk, KSTU Publ., 2008, pp. 310-312 (In Russ.).
16. Katykhin A.I., Makeev V.V. [System model of an automated gaming complex (AIC)]. *Sovremennye instrumental'nye sistemy, informatsionnye tekhnologii i innovatsii. Sb. statei po mater. VIII mezhdunar. nauch.-tekhn. konf.* [Modern instrumental systems, information technologies and innovations. Collection of articles on mater. VIII International Scientific and Technical conf.]. Kursk, 2011, pp. 192 - 196
17. Sizov A.S., Katykhin A.I., Makeev V.V. [An approach to modeling the subject area for the synthesis of the structure of a gaming automated learning system]. *Nauchno-tekhnicheskii sbornik NITs (g. Kursk)*. [Technical collection of SIC (Kursk)]. Kursk, 2010, pp. 52-56 (In Russ.).
18. Sizov A.S., Katykhin A.I., Makeev V.V. [Development of mathematical models of data representation in the information base of the gaming automated training complex. *Innovatsii v informatsionno-analiticheskikh sistemakh: sb. nauch. trudov*]. [Innovations in information and analytical systems: collection of scientific papers]. Kursk, 2011, is. 1, pp. 113 – 119.
19. Sizov A.S., Katykhin A.I., Teplova V.V., Makeev V.V. [Formalization of the process of evacuation of people from premises to create an automated learning game system].

Sovremennye informatsionnye tekhnologii. Sb. statei po mater. mezh-dunar. nauch.-tekhn. konf. [Modern information technologies: collection of articles on mater. international scientific and technical conf.], May 25, 2011. Penza: Penzenskaya gos. tekhn. akademiya, 2011, pp. 77 – 81.

Информация об авторах / Information about the Authors

Халин Юрий Алексеевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры программной инженерии, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: yur-khalin@yandex.ru

Yuri A. Khalin, Cand. of Sci. (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Software Engineering Department, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: yur-khalin@yandex.ru

Катыхин Александр Иванович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры программной инженерии, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: katykhin.a@yandex.ru

Alexander I. Katykhin, Cand. of Sci. (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Software Engineering Department, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: katykhin.a@yandex.ru

Зинкин Сергей Александрович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры вычислительной техники, Пензенский государственный университет, г. Пенза, Российская Федерация, e-mail: yur-khalin@yandex.ru

Sergey A. Zinkin, Dr. of Sci. (Engineering), Professor, Professor of the Computer Engineering Department, Penza State University, Penza, Russian Federation, e-mail: yur-khalin@yandex.ru

Шилин Александр Анатольевич, доктор технических наук, профессор, профессор отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Российская Федерация, e-mail: yur-khalin@yandex.ru

Alexander A. Shilin, , Dr. of Sci. (Engineering), Professor, Professor of the Electric Power Engineering and Electrical Engineering Department, Energy Engineering School, National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russian Federation, e-mail: yur-khalin@yandex.ru