

Научная статья
УДК 614.842/.847
doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2023.50.36.014

Формализация метода оценки усвоения получаемой информации при проведении разведки на пожаре

Максим Викторович Шевцов

Академия ГПС МЧС России, Москва, Россия

Ответственный за переписку: Максим Викторович Шевцов, shevtsovmv@mail.ru

Аннотация. Проведены эксперименты с обучающимися образовательной организации высшего образования пожарно-технического профиля по исследованию усваивания зрительной информации в непригодной для дыхания среде. Рассмотрена гипотеза первого уровня, что обучение визуальному ориентированию в пространстве принесет пользу в изучении вопросов оценивания информационных ресурсов личного состава пожарных подразделений, в частности звеньев газодымозащитной службы (ГДЗС) при проведении разведки пожара. Рассмотрена гипотеза второго уровня, что тренировки звена ГДЗС в непригодной для дыхания среде (НДС) в условиях ограниченного пространства поможет формированию устойчивого навыка пространственно-аналитической ориентировки при решении задач по поиску пострадавших на пожаре.

Формализован метод оценки усвоения получаемой информации при разведке на пожаре с целью обоснования процесса восприятия и обработки информации командиром звена газодымозащитников. Используя логарифмический инструментальный численного моделирования, обосновано формирование устойчивого навыка пространственно-аналитической ориентировки на месте пожара на основе получаемой информации.

Определены оптимальное время проведения упражнений по подготовке личного состава при осуществлении разведки пожара, параметры, при которых возможно эффективное формирование устойчивого навыка пространственно-аналитической ориентировки.

Ключевые слова: управление, информация, модель, метод, пространственно-аналитическая ориентировка, разведка, пожар, ГДЗС, оценка, тушение, эксперимент, руководитель.

Для цитирования: Шевцов М.В. Формализация метода оценки усвоения получаемой информации при проведении разведки на пожаре // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2023. № 4 (31). С. 132-139. <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2023.50.36.014>.

FORMALIZATION OF A METHOD FOR ASSESSING THE ABSORPTION OF INFORMATION RECEIVED WHEN CONDUCTING FIRE RECOVERY

Maxim Viktorovich Shevtsov

SFA of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Abstract. Experiments were conducted with students of an educational organization of higher education in the fire-technical profile to study the assimilation of visual information in an environment unsuitable for breathing. The hypothesis of the first level is considered that training in visual orientation

in space will be beneficial in studying the issues of assessing the information resources of personnel of fire departments, in particular the units of the gas and smoke protection service (GDSS) when conducting fire reconnaissance. The second-level hypothesis is considered that training of the GDZS unit in an unsuitable for breathing environment (UNRE) in a limited space will help the formation of a stable skill of spatial-analytical orientation when solving problems of searching for victims of a fire.

A method for assessing the assimilation of received information during fire reconnaissance is formalized in order to substantiate the process of perception and processing of information by the commander of a smoke and gas protection unit. Using logarithmic numerical modeling tools, the formation of a stable skill of spatial-analytical orientation at the site of a fire is substantiated based on the information received.

The optimal time for conducting exercises to train personnel when carrying out fire reconnaissance and the parameters under which it is possible to effectively develop a stable skill in spatial-analytical orientation have been determined.

Keywords: management, information, model, method, spatial-analytical orientation, reconnaissance, fire, fire control system, assessment, extinguishing, experiment, leader.

For citation: Shevtsov M.V. Formalization of a method for assessing the absorption of information received when conducting fire recovery // Siberian Fire and Rescue Bulletin. 2023; 4(31): 132-139. (In Russ.). <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2023.50.36.014>.

Введение

Система обеспечения пожарной безопасности в современных условиях строится на принципах тесного взаимодействия с методами и технологиями искусственного интеллекта, основанного на инструментах численного (математического) моделирования. Развитие нейронных сетей и программно-информационных продуктов позволяет человечеству более качественно бороться с огнем как на этапах предварительного планирования, мониторинга обстановки, осуществления боевых действий по тушению, так и проведения анализа и экспертизы пожаров и гибели людей.

Однако для того, чтобы эффективно применять математические и компьютерные алгоритмы, необходимо сформировать базы данных, использование которых поможет построить адекватные системы поддержки принятия решений на пожаре, основанные на информационных ресурсах и потоках [1, 2].

Перемещение потоков информации между участниками тушения пожаров на месте вызова – сложный процесс, при этом методология их количественного и качественного описания слабо формализована. В связи с этим первостепенной задачей повышения качества подготовки должностных лиц реагирующих подразделений пожарной охраны является формирование навыков и умений по получению необходимой информации, её усвоению и переработке [3, 4]. Указанные умения и навыки приобретаются в процессе отработки нормативов, правил ведения радиообмена и моделировании действий по спасению людей в рамках практической подготовки личного состава пожарно-спасательных подразделений.

Численные расчеты

Безусловно, основным каналом получения информации является зрение. Анализируя практический опыт работников пожарной охраны, а также научные разработки в области прикладных исследований подготовки специалистов различных областей, автор предположил (гипотеза первого уровня), что обучение визуальному ориентированию в пространстве принесет несомненную пользу в изучении вопросов оценивания информационных ресурсов личного состава пожарных подразделений, в частности звеньев ГДЗС при проведении разведки пожара [5].

Для обоснования данного предположения были проведены эксперименты с группами курсантов в здании (помещении) складского назначения [6]. Одна из серии экспериментов в затемненном здании (помещении) осуществлялась с целью обоснования предположения

(гипотеза второго уровня), что тренировки передвижения звена ГДЗС в НДС с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения (СИЗОД) в условиях ограниченного пространства поможет формированию устойчивого навыка пространственно-аналитической ориентировки при решении задач по поиску пострадавших и очага возгорания с целью минимизации своих ошибок на пожаре и руководителя тушения пожара (РТП) при прогнозировании управления действиями подчиненных [7, 8].

При выполнении экспериментов была выполнена попытка определения объема визуальной информации, поступающей командиру звена ГДЗС согласно методу, изложенному в [9]. В процессе исследования в здании (помещении) были задействованы курсанты третьего курса, чтобы уровень подготовки обучающихся был соизмерим с уровнем подготовки сотрудников боевых подразделений пожарной охраны. Время нахождения в зоне НДС варьировалось с целью определения оптимального с точки зрения получения, анализа, обработки и забывания информации. Результаты экспериментов подтвердили адекватность авторского формализованного метода оценки представленной информации.

Определим остаточное количество информации, содержащейся в памяти командира звена ГДЗС после каждой тренировки. Процесс усвоения информации после первого эксперимента примет следующий вид:

$$Y_1 = \frac{1 - e^{-t_1}}{t_1},$$

Далее определим весь объем информации, поступающей к командиру звена:

$$Y_{\Sigma} = n * \log_2 \frac{\alpha}{\Delta\alpha},$$

где:

n – количество впереди идущих лиц в звене ГДЗС (командир звена);

α – среднее значение угла поля зрения [10] командира звена (в градусах), равно 70 градусам;

$\Delta\alpha$ – усредненный коэффициент индивидуальных зрительных особенностей командира звена

(в градусах), принят равным 5 градусам.

Вычислим объем информации после первого выполненного упражнения:

$$Y_{\Sigma 1} = 1 * \log_2 \frac{70}{5} = 3,807,$$

Далее определим плотность входящих потоков информации:

$$P = \frac{Y_{\Sigma}}{t},$$

где:

t – время получения информации командиром звена ГДЗС (в секундах).

Учитывая время работы СИЗОД, при выполнении упражнений была поставлена задача нахождения курсантов в НДС от 10 до 15 минут (среднее время – 12 минут).

$$P_1 = \frac{Y_{\Sigma 1}}{t} = \frac{3,807}{720} = 0,0053.$$

Далее необходимо определить временную инерционность T :

$$T = \frac{a}{P_{1,1}},$$

где a – величина неизменная, равная 2,6 [7].

$$T_1 = \frac{a}{P_{1,1}} = \frac{2,6}{0,0053^{1,1}} = 838,71,$$

Следующим шагом необходимо определить зависимость времени получения информации командиром звена τ от временной инерционности:

$$\tau = \frac{t}{T},$$

$$\tau = \frac{720}{838,71} = 0,858,$$

По результатам выполнения первого эксперимента определим процесс усвоения информации командиром звена ГДЗС:

$$Y_1 = \frac{1-e^{-t_1}}{t_1} = \frac{(1-e^{-0,858})}{0,858} = \frac{(1-0,42)}{0,858} = 0,671.$$

Исходя из выводов, описанных в [9], величина процесса усваивания получаемой старшим звена ГДЗС информации соответствует корректности выбранного времени нахождения звена в НДС при проведении эксперимента. Уменьшение получаемой информации повлечет снижение активности лица, воспринимающего информацию, при проведении разведки, что снизит качество выполнения боевой задачи в целом. Вместе с тем, чрезмерное увеличение объема получаемой информации неизбежно приведет к перегруженности командира, в частности, и звена, в общем.

Далее рассмотрим величину, описывающую процесс забывания информации:

$$P^f = \frac{Y_{\Sigma}}{t^f},$$

где:

t^f – временной интервал между упражнениями, равный 10 минутам, отображающий время забывания информации у командира звена (в секундах).

$$P_1^f = \frac{Y_{\Sigma 1}}{t^f} = \frac{3,807}{600} = 0,0063,$$

Учитывая P_1^f , определим временную инерционность:

$$T^f = \frac{a}{P_{1,1}^f},$$

$$T_1^f = \frac{a}{P_1^f} = \frac{2,6}{0,00631,1} = 684,21.$$

Вычислим зависимость временного интервала между упражнениями от временной инерционности в процессе забывания информации командиром звена ГДЗС:

$$t_1 = \frac{t^f}{T^f},$$

$$t_1^f = \frac{t^f}{T_1^f} = \frac{600}{684,21} = 0,877.$$

Забывание информации командиром звена в процессе выполнения последовательности упражнений группой испытуемых в рамках проведения эксперимента, можно отобразить общим выражением следующего содержания:

$$Y_k^f = Y_{\infty k} + (Y_k - Y_{\infty k})e^{-t_k^f},$$

где k – количество проводимых упражнений в эксперименте.

Объем сохранившейся информации в памяти у командира звена ГДЗС по истечении большого срока времени представим величиной Y_{∞} , которая увеличивается по мере роста количества выполняемых упражнений и пропорциональна временным интервалам между ними [9]. В связи с этим воспользуемся начальным показателем $Y_{\infty 1} = 0,64$ [9], и вычислим Y_1^f :

$$Y_1^f = 0,64 + (0,671 - 0,64)e^{-0,877} = 0,653.$$

Для определения процесса усваивания информации командиром звена ГДЗС в рамках всего эксперимента произведем вычисления по следующему уравнению:

$$Y_k = \left(\frac{1-e^{-t_k}}{t_k} \right) + \left(1 - \frac{1-e^{-t_k}}{t_k} \right) * Y_{k-1}^f.$$

Результаты исследования и их обсуждение

Выполнив ряд аналогичных математических преобразований для каждого упражнения, отобразим весь процесс накопления информации в памяти старшего звена пожарно-спасательного подразделения, выполняющего действия при проведении разведки пожара в НДС, в графическом виде.

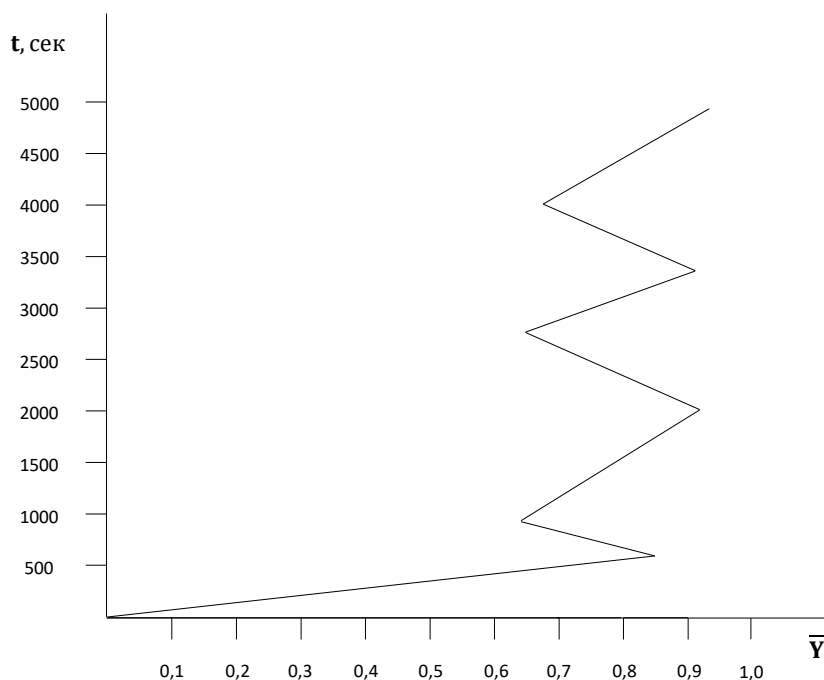


Рис. Графическое отображение процесса накопления информации

В результате проведенных экспериментов и произведенных численных расчетов было установлено следующее:

- 1) предприняты шаги по определению фактического времени проведения практических занятий и тренировок с представителями реагирующих служб, оптимальных с точки зрения психолого-физиологических особенностей восприятия информации человеком;
- 2) формирование устойчивого навыка ориентирования даже подготовленного сотрудника противопожарной службы зависит от множества факторов и параметров как внешней среды, так и его ментального состояния;
- 3) для оценки и анализа усвоения информации на пожаре автором предложен метод, применение которого может быть полезным для практических работников МЧС России при выполнении задач по предназначению.

Заключение

Подводя итог проведенной работе, автором сформулированы следующие выводы:

- 1) проведение упражнений по подготовке личного состава при проведении разведки пожара с временными интервалами от 10 до 15 минут является наиболее оптимальным с точки зрения усваивания зрительной информации в непригодной для дыхания среде;

2) определены параметры, при которых (по мнению автора) возможно эффективное формирование устойчивого навыка пространственно-аналитической ориентировки на месте пожара, в том числе с использованием технологий искусственного интеллекта [11, 12];

3) метод, представленный в работе, может быть использован в качестве наглядного обоснования процесса усвоения информации командиром звена ГДЗС, что позволит продолжить исследования в области поиска подходов по количественному и качественному описанию потоков информации между участниками пожаротушения;

4) авторские гипотезы первого и второго уровня нашли своё подтверждение.

Список источников

1. Метод синтеза математических моделей оценки пожарной обстановки и состояния людей, находящихся в зоне пожара / Н. А. Корневский, М. В. Шевцов, Л. В. Стародубцева, Г. В. Сипливый // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2021. – Т. 11, № 3. – С. 142-159.

2. Автоматизированная система для классификации снимков видеопотоков / С. А. Филист, М. В. Шевцов, В. А. Белозеров [и др.] // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2021. – Т. 11, № 4. – С. 85-105. – DOI 10.21869/2223-1536-2021-11-4-85-105.

3. Денисов А.Н., Степанов О.И. Алгоритм синтеза системы управления пожарными подразделениями на месте пожара // Техносферная безопасность. – 2018. – Т. 19, № 2. – С. 51 – 59.

4. Шевцов, М. В. О процессах преобразования и оценки информации при тушении пожара / М. В. Шевцов // Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, в 2 ч., Москва, 17–18 марта 2022 года. Том Часть 1. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2022. – С. 229-233.

5. Об утверждении Правил проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде: Приказ МЧС России от 9 янв. 2013 г. № 3. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».

6. Шевцов, М. В. Проведение экспериментальных исследований по усвоению информации при проведении разведки на пожаре / М. В. Шевцов, А. Н. Денисов, Ю. Я. Дирляйн // Экспериментальные и теоретические исследования в современной науке: сборник статей по материалам LXXXIII международной научно-практической конференции, Новосибирск, 28 ноября 2022 года. Том 11 (76). – Новосибирск: Общество с ограниченной ответственностью "Сибирская академическая книга", 2022. – С. 55-61.

7. Денисов А.Н., Коршунов И.В., Панков Ю.И. Оценка практики управления и организации газодымозащитной службы пожарной охраны // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация – М., 2021. – № 4-2020. – С. 25 – 31.

8. Шевцов М.В. Формулирование математической модели профессионального тезауруса руководителя тушения пожаров // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России» – СПб., 2020. – № 3.

9. Присняков В.Ф., Приснякова Л.М. Математическое моделирование переработки информации оператором человеко-машинных систем. – М.: Машиностроение, 1990.

10. ГОСТ Р 12.4.230.2-2008 ССБТ. Средства индивидуальной защиты глаз. Методы испытаний оптических и неоптических параметров. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».

11. Мобильная система мониторинга, раннего обнаружения и оценки пожарной опасности / М. В. Шевцов, В. В. Аксенов, Р. И. Сафронов [и др.] // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2021. – Т. 11, № 3. – С. 8-25.

12. Аникин, С. Н. Потенциал применения нейронных сетей при организации привлечения техники к тушению пожара пассажирских поездов / С. Н. Аникин, М. М. Данилов, А. Н. Денисов // Актуальные проблемы обеспечения безопасности в Российской Федерации : Сборник материалов Дней науки с международным участием, посвященных 90-летию Гражданской обороны России. В 2-х частях, Екатеринбург, 30 мая – 03. 2022 года / Редколлегия М.В. Елфимова, О.Ю. Демченко, О.В. Беззапонная [и др.]. Том Часть 1. – Екатеринбург: Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России, 2022. – С. 18-23.

List of sources

1. Method of synthesis of mathematical models for assessing the fire situation and the condition of people in the fire zone / N. A. Korenevsky, M. V. Shevtsov, L. V. Starodubtseva, G. V. Siplivy // News of the South-Western State University. Series: Management, computer technology, computer science. Medical instrumentation. – 2021. – T. 11, No. 3. – P. 142-159.

2. Automated system for classifying images of video streams / S. A. Filist, M. V. Shevtsov, V. A. Belozarov [et al.] // News of the South-West State University. Series: Management, computer technology, computer science. Medical instrumentation. – 2021. – T. 11, No. 4. – P. 85-105. – DOI 10.21869/2223-1536-2021-11-4-85-105.

3. Denisov A.N., Stepanov O.I. Algorithm for the synthesis of a control system for fire departments at a fire site // Technospheric safety. – 2018. – T. 19, No. 2. – P. 51 – 59.

4. Shevtsov, M. V. On the processes of transformation and assessment of information when extinguishing a fire / M. V. Shevtsov // Fire extinguishing: problems, technologies, innovations: Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference, 2 hours, Moscow, 17– March 18, 2022. Volume Part 1. – Moscow: Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Disaster Relief, 2022. – P. 229-233.

5. On approval of the Rules for carrying out emergency rescue operations by personnel of the federal fire service of the State Fire Service when extinguishing fires using personal respiratory and visual protection in an unsuitable for breathing environment: Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia dated January 9. 2013 No. 3. Access from the reference and legal portal “Garant”.

6. Shevtsov, M. V. Conducting experimental research on the assimilation of information during reconnaissance in a fire / M. V. Shevtsov, A. N. Denisov, Yu. Ya. Dierlein // Experimental and theoretical research in modern science: collection of articles on materials of the LXXXIII international scientific and practical conference, Novosibirsk, November 28, 2022. Volume 11 (76). – Novosibirsk: Limited Liability Company “Siberian Academic Book”, 2022. – P. 55-61.

7. Denisov A.N., Korshunov I.V., Pankov Yu.I. Assessment of the practice of management and organization of the gas and smoke protection service of the fire department // Fires and emergency situations: prevention, liquidation - M., 2021. - No. 4-2020. – P. 25 – 31.

8. Shevtsov M.V. Formulation of a mathematical model of a professional thesaurus for a fire extinguishing manager // Scientific and analytical journal “Bulletin of the St. Petersburg University of the EMERCOM of Russia” - St. Petersburg, 2020. - No. 3.

9. Prisnyakov V.F., Prisnyakova L.M. Mathematical modeling of information processing by the operator of human-machine systems. – M.: Mechanical Engineering, 1990.

10. GOST R 12.4.230.2-2008 SSBT. Personal eye protection. Test methods for optical and non-optical parameters. Access from the reference and legal portal "Garant".

11. Mobile system for monitoring, early detection and assessment of fire danger / M. V. Shevtsov, V. V. Aksenov, R. I. Safronov [etc.] // News of the South-West State University. Series: Management, computer technology, computer science. Medical instrumentation. – 2021. – T. 11, No. 3. – P. 8-25.

12. Anikin, S. N. The potential of using neural networks in organizing the involvement of equipment in extinguishing fires on passenger trains / S. N. Anikin, M. M. Danilov, A. N. Denisov // Current problems of security in the Russian Federation: Collection materials from Science Days with international participation, dedicated to the 90th anniversary of the Civil Defense of Russia. In 2 parts, Ekaterinburg, May 30 – 03, 2022 / Editorial Board M.V. Elfimova, O.Yu. Demchenko, O.V. Bezzaponnaya [and others]. Volume Part 1. – Ekaterinburg: Ural Institute of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2022. – P. 18-23.

Информация об авторе

М.В. Шевцов – кандидат технических наук

Information about the authors

M.V. Shevtsov – Ph.D. of Engineering Sciences

Статья поступила в редакция 27.11.2023; одобрена после рецензирования 10.12.2023; принята к публикации 15.12.2023.

The article was submitted 27.11.2023, approved after reviewing 10.12.2023, accepted for publication 15.12.2023