

Научная статья

УДК 519.876.2; DOI: 10.61260/2218-13X-2024-3-61-69

СИТУАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ РАБОТОЙ В ОРГАНАХ УПРАВЛЕНИЯ МЧС РОССИИ

Саратов Дмитрий Николаевич.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия.

✉ **Панков Алексей Владимирович;**

Девяткин Александр Михайлович.

Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург, Россия

✉ **vka@mil.ru**

Аннотация. Возрастающие требования к организации информационно-аналитического обеспечения деятельности органов управления МЧС России определили потребность в совершенствовании реализуемых процессов обработки информации. Предложенная авторами концепция совершенствования процессов информационно-аналитического обеспечения работы органов управления МЧС России основывается на реализации современных тенденции ситуационного управления интеллектуальной обработкой данных, моделирования сценариев ведения информационной работы и оперативной настройки применяемого аналитического инструментария на специфику решаемых информационных задач. Публикация раскрывает содержание подхода к комплексной реализации технологий машинного обучения в интересах мониторинга состояний частично наблюдаемых объектов контроля.

Ключевые слова: идентификация угроз и состояний объектов, машинное обучение, нейронные сети, нечеткая логика, вероятностный анализ, комплексная обработка, моделирование

Для цитирования: Саратов Д.Н., Панков А.В., Девяткин А.М. Ситуационное управление информационно-аналитической работой в органах управления МЧС России // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2024. № 3. С. 61–69. DOI: 10.61260/2218-13X-2024-3-61-69.

Scientific article

SITUATIONAL MANAGEMENT INFORMATION AND ANALYTICAL WORK IN THE MANAGEMENT BODIES OF EMERCOM OF RUSSIA

Saratov Dmitriy N.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia.

✉ **Pankov Alexey V.;**

Devyatkin Alexander M.

Military space academy named after A.F. Mozhaisky, Saint-Petersburg, Russia

✉ **vka@mil.ru**

Abstract. The increasing requirements for the organization of information and analytical support for the activities of the management bodies of EMERCOM of Russia have determined the need to improve the information processing processes being implemented. The concept proposed by the authors of improving the processes of information and analytical support for the work of the management bodies of EMERCOM of Russia is based on the implementation of modern trends in situational management of intellectual data processing, modeling scenarios for conducting information work and operational adjustment of the applied analytical tools to the specifics of the information tasks being solved. The publication reveals the content

of the approach towards the integrated implementation of machine learning technologies in the interests of monitoring the states of partially observed control objects.

Keywords: identification of threats and object states, machine learning, neural networks, fuzzy logic, probabilistic analysis, complex processing, modeling

For citation: Saratov D.N., Pankov A.V., Devyatkin A.M. Situational management of information and analytical work in the management bodies of EMERCOM of Russia // Scientific and analytical journal «Vestnik Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia». 2024. № 3. P. 61–69. DOI: 10.61260/2218-13X-2024-3-61-69.

Введение

Своевременность принятия органами управления МЧС России мер, направленных на предотвращение угроз развития кризисных ситуаций на объектах контроля, в значительной степени основывается на результатах непрерывно осуществляемой информационно-аналитической работы (ИАР).

Содержание ИАР, реализуемой в органах управления МЧС России, определяется постоянным детальным изучением объектов контроля, сбором данных о факторах, моделированием возможных условий возникновения потенциально опасных ситуаций и разработкой моделей – алгоритмов действий по их предотвращению или ликвидации.

Постоянно расширяемое в интересах повышения достоверности принимаемых информационных решений признаковое описание исследуемых процессов (факторов и условий возникновения и развития чрезвычайных ситуаций) и увеличивающиеся объемы собираемых с использованием автоматизированных систем контроля данных определяют необходимость развития используемых для их обработки автоматизированных систем.

Так, формируемая в рамках развития Единой государственной автоматизированной информационно-управляющей системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (АИУС РСЧС) система информационного взаимодействия органов управления МЧС России направлена на создание единого информационного пространства (ЕИП) органов управления. Центральным звеном формируемой системы выступает единый банк данных, призванный обеспечить комплексное моделирование ЧС, прогнозирование и своевременное принятие необходимых мер¹.

Практическая сложность концептуально описанных процессов интеграции разнородных информационных ресурсов в ЕИП и потребность в комплексировании результатов наблюдения объектов контроля разнородными техническими системами, предоставляющими информацию с различной достоверностью, полнотой и точностью, определяют существенную неопределенность ситуационных условий ведения ИАР.

Значительными потенциальными возможностями, связанными со снижением/снятием неопределенности в данных ЕИП, обладают обоснованные еще в 70–80-е гг. XX в. Д.А. Поспеловым идеи [1, 2], связанные с необходимостью применения в управлении ИАР алгоритмов ситуационного управления, основанных на использовании технологий искусственного интеллекта, но долгое время не находивших практической реализации в силу отсутствия необходимой алгоритмически-вычислительной базы.

Обоснование подхода к ситуационному управлению ИАР органов управления МЧС России

Высокая неопределенность и динамика изменения оперативной обстановки при возникновении и развитии ЧС определила потребность в расширении состава

¹ Об утверждении Ведомственной программы цифровой трансформации МЧС России на 2022 год и на плановый период 2023 и 2024 годов: распоряжение МЧС России от 20 мая 2022 г. № 497. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

и совершенствования возможностей технических средств автоматизированного сбора и актуализации информации.

Получаемые с использованием технических устройств объемы информации (видеопотоки с камер наблюдения, данные от спутниковых и воздушных систем навигации и мониторинга радиационной обстановки, систем мониторинга ледовой обстановки и т.д.) демонстрируют ежегодный экспоненциальный рост. Так, достигнутый в 2023 г. объем общемировых информационных ресурсов, полученных с использованием технических устройств, составил более 90 зетабайт (90 тысяч миллиардов гигабайтов), а их прогнозируемый к 2025 г. объем увеличится вдвое.

Возросшие объемы оперативной информации, подлежащие комплексной обработке в подсистемах АИУС РСЧС, можно отметить в развитии таких подсистем МЧС России, как: система космического мониторинга МЧС России (СКМ МЧС); структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений (СМИС); комплексная система мониторинга за состоянием защиты населения на радиоактивно-загрязненных территориях (КСМ-ЗН) и др. [3, 4].

Оперативный анализ и обобщение значительных массивов данных, собираемых данными подсистемами в интересах оценивания обстановки в зонах повышенного риска развития ЧС с использованием экспертных методов, без применения средств автоматизации обработки становится все более труднореализуемым.

Более сложными становятся процессы комплексной интеграции функционирования данных подсистем на базе сформированного Национального центра управления кризисными ситуациями (НЦУКС). Состав и возможности АИУС РСЧС, разрабатываемых в интересах совершенствования информационно-аналитического обеспечения органов управления МЧС России, в последнее время претерпел существенные изменения.

Так, АИУС, построенные на строго определенной взаимосвязи исходных данных и формируемых решений о состоянии объектов контроля в условиях резко возрастающей неопределенности исходных данных, становятся малоэффективными, на смену им приходят интеллектуальные системы (ИС), способные адаптироваться к изменяющимся условиям решения задач [5].

Неопределенность исходной информации о состояниях частично наблюдаемых объектов [6], формирующих основу выработки решений по предотвращению возможных ЧС, формируют значимую специфику условий ведения ИАР [7].

Общая схема видов неопределенности исходных, определяющих условия решения задач ИАР представлена на рис. 1.

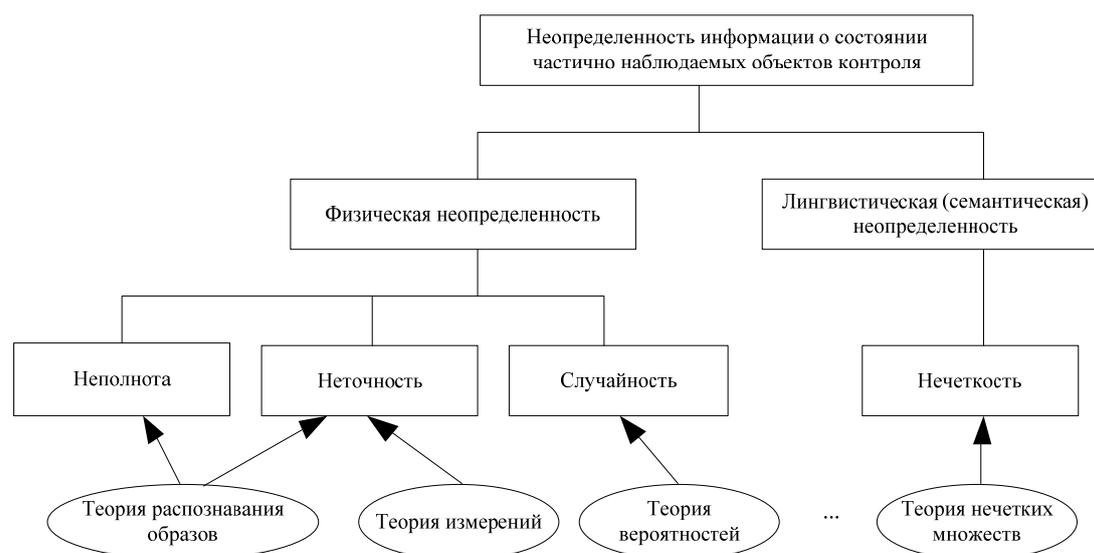


Рис. 1. Общая классификация видов неопределенности исходных сведений

Реализация методов обработки информации, направленных на снятие представленных на рис. 1 видов неопределенности, лежит в области исследований различных теорий и на практике требует использования сложной системы взаимосвязанных моделей [8]. В силу этого снижение описанной неопределенности в модельном описании объектового поля основывается на формировании гибридных ИС, в которых реализованы алгоритмы автоматизированной адаптации процессов обработки под ситуационные условия решения задач распознавания [5, 9]. Данные системы могут более эффективно выявлять и учитывать при решении задач ИАР присутствующую в исходных данных неопределенность.

Значительный целевой эффект в реализацию гибридных информационных систем поддержки принятия решения вносят используемые в них технологии автоматизированного приобретения знаний – машинного обучения. При этом выбор технологии машинного обучения (нейросетевое моделирование, моделирование «деревьев решений» и др.) определяет специфику выявляемой при ее реализации неопределенности в данных о состояниях объектов мониторинга. Таким образом, применяемые в гибридных системах способы комплексирования результатов моделирования позволяют эффективно выявлять и снижать более широкий спектр данных неопределенностей.

Обобщенные результаты эффективного применения классических (основанных на четко заданных правилах формирования выводов) и адаптивных – гибридных методов обработки информации при ведении ИАР схематически представлены на рис. 2 [5].

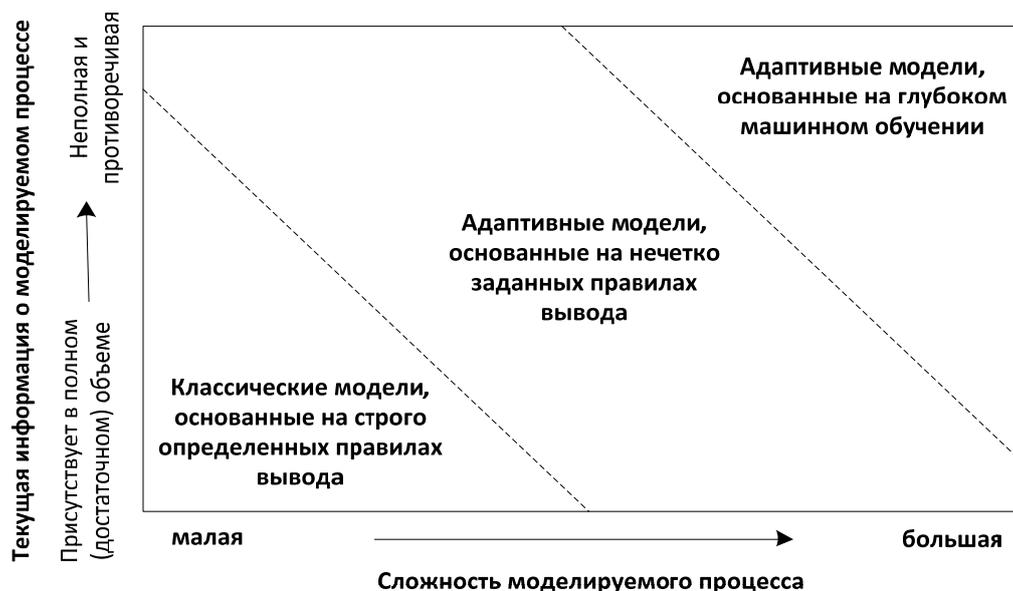


Рис. 2. Эффективность применения классических и адаптивных – гибридных методов обработки информации при ведении ИАР

Представленная схема демонстрирует, что основанные на четко заданных правилах формирования выводов модели обеспечивают требуемую результативность решения стоящих задач (задач классификации) в условиях малой сложности моделируемого процесса и наличии достаточно полной текущей информации о процессе. При этом в условиях возрастающей неопределенности исходных данных, определяемых текущими ситуационными условиями ведения ИАР, выбор метода обработки информации выступает одним из ключевых параметров, определяющих результативность ее ведения.

Наделение активно внедряемых в органах управления экспертных систем интеллектуальными функциями еще более остро выявляет проблематику управления ИАР. Особого внимания заслуживают следующие вопросы управления процессами:

– систематизированного накопления информации об объектах мониторинга в интересах их последующего использования для машинного обучения;

- разработки (обучения) и внедрения системы машинно-сформированных моделей в практическую работу специалистов информационно-аналитических органов;
- комплексного применения сформированной системы моделей в интересах обеспечения требуемого синергетического эффекта в качестве решения задач ИАР.

Обобщенная концепция формирования гибридных ИС в АИУС основывается на возможности алгоритмизации взаимосвязей в процессах оперативной подстройки расчетов, проводимых с использованием реализованной системы модельного описания объектов, с адаптацией их реализации к текущей полноте и качеству исходных данных.

При этом практическая реализация описанной концепции обеспечивается избыточностью описания объектового поля с использованием формируемой системы моделей, которая позволяет существенным образом расширить признаковое описание состояний объектов и тем самым обеспечить дополнительные условия для их учета при снятии неопределенности их частичного наблюдения.

Формализованное описание реализации описанного подхода на практике может быть представлено в следующем виде. Единство семантического содержания моделируемых состояний объектов контроля позволяет определить классы состояний объектов мониторинга, где I – число состояний объекта, $X_{\langle R \rangle} = \langle x_1, x_2, \dots, x_R \rangle$ – вектора признаков, учитываемых в модели для распознавания данных состояний. Тогда содержание процесса обучения можно формализовать в виде функциональной взаимосвязи, обеспечивающей отображение признакового пространства в область состояний объектов:

$$P_{\langle R \rangle} \rightarrow \tilde{S} : \tilde{S} = f(P_{\langle R \rangle}; A_{\langle \rangle}),$$

где $f(P_{\langle R \rangle}; A_{\langle \rangle})$ – функция, символизирующая отображение аргументов выявленных $P_{\langle R \rangle}$ признаков в значение S_i состояния объекта контроля при заданных $A_{\langle \rangle}$ параметрах модели машинного обучения.

Схема реализуемого при использовании методов машинного обучения, без учета специфики их фактической реализации, процесса формирования модели объекта, представлена на рис. 3.

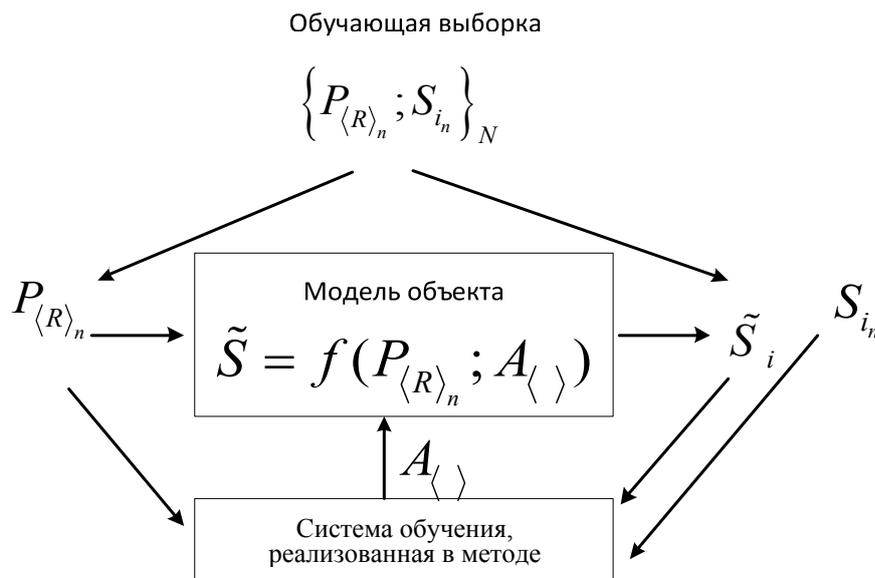


Рис. 3. Схема реализованного в методе машинного обучения, процесса формирования модели объекта

Как продемонстрировано на схеме, общую статистическую основу для реализации методов машинного обучения формирует накопленный в АИУС РСЧС массив статистической информации о наблюдаемых явлениях и процессах, представленный в виде $\{P_{\langle R \rangle_n}; S_{i_n}\}_N$ классифицированных выборок данных. А последующая практическая реализация процессов формирования модели объекта определяется как спецификой содержания самого метода (нейронные сети, деревья решений, регрессии и т.д.), качеством исходных данных (объем выборки, достоверность, репрезентативность и т.д.), так и самой организацией процесса машинного обучения [10].

Комплексирование результатов распознавания состояний объекта, получаемых с использованием нескольких неравноточных r -х методов, обеспечивает условия для компенсации присущих им ошибок [11].

Скорректированное на основе использования нескольких методов распознавания значение достоверности идентифицированного состояния объекта мониторинга может быть формализовано следующим выражением:

$$d_{j,\Sigma} = \sum_{r=1}^R k_r d_{j,r} / R, \quad d_{j,\Sigma} \in [0,1],$$

где $d_{j,\Sigma}$ – скорректированное значение достоверности определения s_j состояния объекта; $d_{j,r}$ – значение достоверности s_j состояния объекта, полученное с использованием r -го метода идентификации; k_r – коэффициент, характеризующий статистически рассчитанную достоверность r -го метода идентификации.

Описанная специфика ведения ИАР, определяемая условиями решения задач и общими тенденциями развития интеллектуальных экспертных систем, определяет новые возможности, связанные с адаптацией данного вида деятельности к ситуационным условиям, определяемым текущей неполнотой данных о наблюдаемых явлениях и процессах.

Содержание предложенной концепции совершенствования ИАР в полной мере соотносится с предложенными Д.А.Поспеловым принципами ситуационного управления [1, 2], опирающимися на возможности практической реализации достижений теории искусственного интеллекта, в интересах развития моделей как средств представления знаний об объектах контроля и автоматизации процессов дедуктивных рассуждений на ситуативно-доступных данных.

Осмысленные применительно к специфике и проблематике ИАР в МЧС России принципы ситуационного управления данной деятельностью основываются на достижениях информационных технологий и включают:

1. Достоверность оценки и прогнозирования обстановки в зонах повышенного риска развития ЧС основывается на использовании сложной системы факторов, неполнота и ситуационная неопределенность знания которых в условиях развития ЧС определяет необходимость формирования уникального максимально приспособленного к данным условиям способа реализации процесса ведения ИАР, направленного на снятие имеющейся неопределенности в данных.

2. Ситуативно-вероятностные факторы, формирующие неопределенность оценивания и прогнозирования развития ЧС, могут быть формализованы и учтены в адаптивных стратегиях организации ИАР при решении задач в условиях неполноты данных.

3. Ситуативные условия ведения ИАР в условиях высокой неопределенности данных при оценивании и прогнозировании развития ЧС формируют многовариантность способов снятия информационной неопределенности, выбор которых определяет эффективность реализации ИАР.

4. Управление ИАР основано на интеллектуальных возможностях специалистов информационно-аналитических подразделений, связанных с оцениванием ситуационных условий ведения ИАР и формированию предложений по ее ведению.

5. Высокая оперативность изменения ситуационных условий управляемых процессов не позволяет эффективно использовать другие методы управления.

6. Изменчивость и неполнота наблюдаемости ситуационных условий, определяющих управляемый процесс ведения ИАР, определяют потребность постоянной актуализации используемых при ее ведении моделей объектов и процессов.

Заключение

Современные требования к процессам организации и ведения ИАР органами управления МЧС России определяют все более ярко выраженную потребность, связанную с ситуационным управлением данным видом деятельности в ответ на неопределенность решения стоящих задач. Значительный потенциал, связанный с совершенствованием данного вида деятельности, основывается на комплексном применении интеллектуальных технологий, обеспечивающих эффективную адаптацию реализуемых процессов обработки данных, под сложно прогнозируемую неопределенность данных об обстановке в условиях развития ЧС. Практическую основу реализации процессов ситуационного управления ИАР составляет целенаправленная и гибкая система действий должностных лиц информационных подразделений по ситуационному управлению процессами сбора и обработки информации.

Список источников

1. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. 288 с.
2. Клык Ю.И. Ситуационное управление большими системами. М.: Энергия, 1974. 134 с.
3. Дроздов А.П., Песков Р.И. Проблемы информационного обеспечения в единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций // Human Progress. 2017. Т. 3. № 3. С. 7. EDN YMDCRB.
4. Песков Р.И. Основные используемые в МЧС России информационные системы // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 2 (72). С. 265–274. EDN ZDRKXV.
5. Колесников А.В., Кириков И.А., Листопад С.В. Гибридные интеллектуальные системы с самоорганизацией: координация, согласованность, спор. М.: ИПИ РАН, 2014. 189 с.
6. Демидова Л.А., Кираковский В.В., Пылькин А.Н. Принятие решений в условиях неопределенности. 2-е изд., перераб. М.: Горячая линия – Телеком, 2016. 289 с.
7. Максимов А.В. Методы поддержки принятия решений в оперативном управлении при чрезвычайных ситуациях: обзор исследований // Национальная безопасность и стратегическое планирование. 2023. № 2 (42). С. 91–102. DOI: 10.37468/2307-1400-2023-2-91-102. EDN CJCPWN.
8. Матвеев А.В., Колеров Д.А. Перспективы применения искусственного интеллекта при реагировании на ЧС // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Мониторинг, предотвращение и ликвидация чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: материалы Междунар. науч.-практ. конф. СПб.: С.-Петербур. ун-т ГПС МЧС России, 2021. С. 726–730. EDN IXSYXX.
9. Кугаевских А.В., Муромцев Д.И., Кирсанова О.В. Классические методы машинного обучения. СПб.: ун-т ИТМО, 2022. 53 с.
10. Панков А.В., Крибель А.М., Васильев Н.А. Метод совершенствования информационно-аналитической работы на основе комплексирования результатов распознавания состояний объектов контроля с использованием методов машинного

обучения // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2022. Т. 14. № 2. С. 27–35. DOI: 10.36724/2409-5419-2022-14-2-27-35. EDN AFFQVG.

11. Панков А.В., Девяткин А.М. Комплексирование методов информационно-аналитической работы для повышения качества информационных решений // Труды Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского. 2021. № 678. С. 78–87. EDN SKIYTV.

References

1. Pospelov D.A. Situacionnoe upravlenie: teoriya i praktika. M.: Nauka. Gl. red. fiz.-mat. lit., 1986. 288 s.

2. Klykov Yu.I. Situacionnoe upravlenie bol'shimi sistemami. M.: Energiya, 1974. 134 s.

3. Drozdov A.P., Peskov R.I. Problemy informacionnogo obespecheniya v edinoj gosudarstvennoj sisteme preduprezhdeniya i likvidacii chrezvychajnyh situacij // Human Progress. 2017. Т. 3. № 3. С. 7. EDN YMDCRB.

4. Peskov R.I. Osnovnye ispol'zuemye v MCHS Rossii informacionnye sistemy // Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti. 2017. № 2 (72). С. 265–274. EDN ZDRKXV.

5. Kolesnikov A.V., Kirikov I.A., Listopad S.V. Gibridnye intellektual'nye sistemy s samoorganizaciej: koordinaciya, soglasovannost', spor. M.: IPI RAN, 2014. 189 s.

6. Demidova L.A., Kirakovsij V.V., Pyl'kin A.N. Prinyatie reshenij v usloviyah neopredelennosti. 2-e izd., pererab. M.: Goryachaya liniya – Telekom, 2016. 289 s.

7. Maksimov A.V. Metody podderzhki prinyatiya reshenij v operativnom upravlenii pri chrezvychajnyh situacijah: obzor issledovanij // Nacional'naya bezopasnost' i strategicheskoe planirovanie. 2023. № 2 (42). С. 91–102. DOI: 10.37468/2307-1400-2023-2-91-102. EDN CJCPWN.

8. Matveev A.V., Kolerov D.A. Perspektivy primeneniya iskusstvennogo intellekta pri reagirovanii na CHS // Servis bezopasnosti v Rossii: opyt, problemy, perspektivy. Monitoring, predotvrashchenie i likvidaciya chrezvychajnyh situacij prirodnoho i tekhnogennoho haraktera: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2021. С. 726–730. EDN IXSYYX.

9. Kugaevskih A.V., Muromcev D.I., Kirsanova O.V. Klassicheskie metody mashinnogo obucheniya. SPb.: Un-t ITMO, 2022. 53 s.

10. Pankov A.V., Kribel' A.M., Vasil'ev N.A. Metod sovershenstvovaniya informacionno-analiticheskoy raboty na osnove kompleksirovaniya rezul'tatov raspoznavaniya sostoyanij ob'ektov kontrolya s ispol'zovaniem metodov mashinnogo obucheniya // Nauchnye tekhnologii v kosmicheskikh issledovaniyah Zemli. 2022. Т. 14. № 2. С. 27–35. DOI: 10.36724/2409-5419-2022-14-2-27-35. EDN AFFQVG.

11. Pankov A.V., Devyatkin A.M. Kompleksirovanie metodov informacionno-analiticheskoy raboty dlya povysheniya kachestva informacionnyh reshenij // Trudy Voenno-kosmicheskoy akademii im. A.F. Mozhajskogo. 2021. № 678. С. 78–87. EDN SKIYTV.

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 05.06.2024; одобрена после рецензирования: 28.08.2024;
принята к публикации: 30.08.2024

Information about the article:

The article was submitted to the editorial office: 05.06.2024; approved after review: 28.08.2024;
accepted for publication: 30.08.2024

Сведения об авторах:

Саратов Дмитрий Николаевич, доцент кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (195105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат технических наук, доцент, e-mail: saratovdn@mail.ru, SPIN-код: 5068-0260

Панков Алексей Владимирович, доцент кафедры информационно-аналитической работы Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского (197198, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13), кандидат военных наук, доцент, e-mail: vka@mil.ru

Девяткин Александр Михайлович, начальник факультета информационных технологий Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского (197198, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13), доктор технических наук, профессор, e-mail: vka@mil.ru

Information about the authors:

Saratov Dmitriy N., associate professor of the department of fire safety of buildings and automated extinguishing systems Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), candidate of technical sciences, assistant professor, e-mail: saratovdn@mail.ru, SPIN: 5068-0260

Pankov Alexey V., associate professor of the department of information and analytical work of the Military space academy named after A.F. Mozhaisky (197198, Saint-Petersburg, Zhdanovskaya st., 13), e-mail: vka@mil.ru

Devyatkin Alexander M., head of the faculty of information technologies of the Military space academy named after A.F. Mozhaisky (197198, Saint-Petersburg, Zhdanovskaya st., 13), doctor of technical sciences, professor, e-mail: vka@mil.ru