

Научная статья
УДК 311.21
doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2024.29.50.015

Подходы к управлению системой обеспечения пожарной безопасности на основе анализа обстановки с пожарами Республики Таджикистан с 2019 г. по 2023 г.

Мирзомуддин Джамолидин Джамолидинзода
Сергей Геннадьевич Андросенко
Дмитрий Леонидович Блинов
Роман Николаевич Истратов
Роман Владимирович Мироненко

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, Москва, Россия

Автор ответственный за переписку: Дмитрий Леонидович Блинов, d.blinov4@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены подходы к моделированию процессов управления системой обеспечения пожарной безопасности в государстве. Определено, что составной частью управления системой обеспечения пожарной безопасности государства является анализ обстановки с пожарами на территории государства. Произведен анализ обстановки с пожарами Республики Таджикистан с 2019 г. по 2023 г. позволяющий выявить распределение вызовов на пожары по месяцам, дням недели, часам суток, а также регионам страны. На основе данного анализа возможно разработать модель машинного обучения, которая позволит прогнозировать обстановку с пожарами в стране, а в последствии разработать программу перераспределения ресурсов пожарной охраны Республики Таджикистан. Исследование подчеркивает важность сбора и анализа статистических данных, которые в настоящее время хранятся в аналоговом формате, что затрудняет оперативное планирование. Применение имитационной системы «КОСМАС», доказавшей свою эффективность в России и 45 других странах, предлагается для моделирования деятельности экстренных служб. Используются законы Пуассона и гамма-распределения для прогнозирования потоков вызовов и временных характеристик работы служб. Анализ архивных данных по пожарам с 2019 по 2023 годы выявил распределение пожаров по месяцам, дням недели и времени суток, а также их географическую концентрацию. Среднегодовое число пожаров составляет 1145, с равномерным распределением по дням недели и ростом частоты в дневное время. На основе данных предлагается разработать модель машинного обучения для прогнозирования пожаров и перераспределения ресурсов Государственной противопожарной службы МВД Таджикистана. Внедрение цифровой базы данных повысит эффективность управления и обеспечения пожарной безопасности.

Ключевые слова: пожары, статистические данные, моделирование процессов управления

Для цитирования: Андросенко С.Г., Блинов Д.Л., Джамолидинзода М.Д., Истратов Р.Н., Мироненко Р.В. Подходы к управлению системой обеспечения пожарной безопасности на основе анализа обстановки с пожарами Республики Таджикистан с 2019 г. по 2023 г. // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2024. № 4 (35). С. 135-142. <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.29.50.015>

Original article

APPROACHES TO THE MANAGEMENT OF THE FIRE SAFETY SYSTEM BASED ON THE ANALYSIS OF THE FIRE SITUATION IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN FROM 2019 TO 2023

Mirzomuddin D. Jamolidinzoda

Sergey G. Androsenko

Dmitriy L. Blinov

Roman N. Istratov

Roman V. Mironenko

Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russian Federation

Corresponding author: Dmitriy L. Blinov, d.blinov4@mail.ru

Abstract. The article considers approaches to modelling the processes of fire safety management in the state. It is determined that the integral part of management of the system of fire safety of the state is the analysis of the situation with fires on the territory of the state. The analysis of the situation with fires in the Republic of Tajikistan from 2019 to 2023 has been made, which allows to identify the distribution of calls for fires by months, days of the week, hours of the day, as well as regions of the country. On the basis of this analysis it is possible to develop a machine learning model that will allow to predict the situation with fires in the country, and subsequently develop a programme for the redistribution of firefighting resources of the Republic of Tajikistan. The study highlights the importance of collection and analysis of statistical data, which are currently stored in analogue format, which makes operational planning difficult. The use of the COSMAS simulation system, which has proven its effectiveness in Russia and 45 other countries, is proposed for modelling the activities of emergency services. Poisson's laws and gamma distributions are used to predict call flows and temporal characteristics of service operation. Analysis of archived fire data from 2019 to 2023 reveals the distribution of fires by month, day of the week and time of day, as well as their geographical concentration. The average annual number of fires is 1145, with a uniform distribution by day of the week and an increase in frequency during the daytime. Based on the data, it is proposed to develop a machine learning model for fire forecasting and reallocation of resources of the State Fire Service of the Ministry of Internal Affairs of Tajikistan. The introduction of a digital database will improve the efficiency of management and fire safety.

Keywords: fires, statistical data, modeling of management processes

For citation: Androsenko S.G., Blinov D.L., Jamolidinzoda M.D., Istratov R.N., Mironenko R.V. Approaches to the management of the fire safety system based on the analysis of the fire situation in the Republic of Tajikistan from 2019 to 2023 // Siberian Fire and Rescue Bulletin.2024. № 4 (35). С. 135-142. (In Russ.) <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.29.50.015>

В основе управленческой деятельности, как и любой системы организационного управления, лежит процесс управленческого решения. При этом система управления в области пожарной безопасности не является исключением. Теория, связанная с вопросами управления, обоснованная эмпирически и логически, выводит нас на законы управления, которые дают понятия зависимости между целями и методами достижения управленческой деятельности. Метод достижения цели всегда направлен на решение задачи и должен отличаться уникальностью и актуальностью, и вынужден постоянно изменяться, трансформируясь в другие методы, отвечающие вопросам времени.

Для организации системы управления обеспечения пожарной безопасности Республики Таджикистан, необходимы математические модели, которые позволят своевременно реагировать на пожары, однако для этого нужна соответствующая база данных.

В начале 1990х гг. в России была создана компьютерная имитационная система (КИС) «КОСМАС», получившая широкую известность в мире как информационная технология XXI в., которая с высокой степенью точности описывает реальные события, действия и процессы функционирования любых экстренных служб в городах и территориях.

Данная КИС предназначена для исследования и экспертизы деятельности экстренных служб, а также для проектирования их развития [7-10].

Рассмотрим ряд задач, которые можно решить с помощью КИС и соответствующие математические модели.

1. Вопросы моделирования потока вызовов. Чтобы смоделировать потоки деструктивных событий (и их составляющие) можно использовать Закон Пуассона. Но для использования данного закона необходимы значения всех параметров для каждой службы (из статистических архивов служб города).

$$P_k(\tau) = \frac{(\lambda_{дс} \cdot \tau)^k}{k!} e^{-\lambda_{дс} \cdot \tau}, k = 0, 1, 2, \dots, \quad (1)$$

где: $P_k(\tau)$ – вероятность того, что за время τ произойдут k деструктивных событий.

2. Математические модели деятельности оперативных, обслуживающих организаций муниципальных образований на основе временных характеристик.

Обработка любого, поступившего диспетчеру, сообщение занимает некоторое случайное по длительности время. Этот период времени условно делится на различные отрезки. К примеру, можно определить в качестве отрезков времени «следование» и «обслуживание сообщения». Воспользовавшись частным случаем гамма-распределения, в котором форма распределения дискретизируется (Erlang distribution) можно математически описать каждый отрезок времени:

$$P\{\tau_1 \leq T < \tau_2\} = \int_{\tau_1}^{\tau_2} \mu^r \frac{(\mu \cdot \tau)^{r-1}}{(r-1)!} e^{-\mu \tau} d\tau \quad (2)$$

где: T – непрерывная случайная величина (в рассматриваемом случае одна из временных характеристик); $P\{\tau_1 \leq T < \tau_2\}$ – вероятность того, что значение случайной величины T окажется в полуинтервале $[\tau_1, \tau_2)$; r – ранг (Erlang distribution) ($r = 0, 1, 2, \dots$); $T_{ср}$ – среднее значение изучаемой случайной величины; $\mu = (r + 1)/T_{ср}$ – постоянный параметр (Erlang distribution) [1].

3. Моделирование процесса функционирования служб города.

Можно получить нужные модели всего процесса функционирования служб города, которые можно представить следующим образом:

$$P_0 = e^{-\lambda \cdot \tau_{ср.обсл.}} \quad (3)$$

$$P_j = \frac{\lambda \cdot \tau_{ср.обсл.}}{j} \sum_{i=1}^{j-1} (j-i) a_{j-i} p_i, j = 1, 2, 3, \dots, \quad (4)$$

где: λ – плотность потока вызовов; $\tau_{ср.обсл.}$ – средняя продолжительность обслуживания одного вызова; a_i – вероятность выезда по вызову i однотипных автомобилей; P_j – вероятность того, что на выездах одновременно заняты j однотипных автомобилей. Эти модели позволяют, в частности, найти вероятность отказа, то есть того события, что в городе может не хватать нужных автомобилей для обслуживания очередного вызова.

Для реализации данной модели также нужны статистические данные функционирования служб города.

Таким образом, все приведенные выше модели хорошо зарекомендовали себя и активно используются на территории РФ. Кроме того, КИС «КОСМАС» еще применяется в 45 различных странах. Но, как было приведено выше, для их реализации требуется статистическая база данных. На сегодняшний день в Республике Таджикистан она отсутствует. Именно этому посвящена данная статья [6].

Республика Таджикистан – государство, расположенное в Центральной Азии, в предгорьях Памира. Площадь государства 143,1 тыс. км² [3] и население около 10 миллионов человек [4].

Республика Таджикистан относится к развивающимся государствам. В последние годы в Республике Таджикистан развиваются такие области экономики как цементные заводы, предприятия пищевой промышленности, небольшие фабрики и горнодобывающим предприятиям. Крупнейшие промышленные центры Таджикистана – Душанбе и Худжанд, также выделяется промышленная зона на юго-западе страны [5].

Составной частью управления системой обеспечения пожарной безопасности государства является анализ обстановки с пожарами на территории государства [1]. Анализ обстановки с пожарами позволяет выявить распределение вызовов на пожары по месяцам, дням недели, часам суток, а также регионам страны. На основе данного анализа возможно разработать модель машинного обучения, которая позволит прогнозировать обстановку с пожарами в стране [2].

Сбор и анализ статистики по пожарам в Республики Таджикистан осуществляет Государственной противопожарной службы Министерства внутренних дел Республики Таджикистан (далее – ГПС МВД РТ). Информация по пожарам хранится в аналоговом виде на бумажных носителях в архиве Главного управления ГПС МВД РТ. Электронная база данных по пожарной статистике в Республики Таджикистан не ведется. Ежегодно данные по пожарной статистике обобщаются и публикуются в средствах массовой информации. Ежегодные статистические сборники о пожарах и их последствиях не выпускаются.

Собственноручно авторами настоящей статьи были проанализированы архивные данные по пожарам с 2019 по 2023 год, хранящиеся в Главном управлении ГПС МВД РТ.

На Рис.1 представлено распределение пожаров с 2019 по 2023 год.

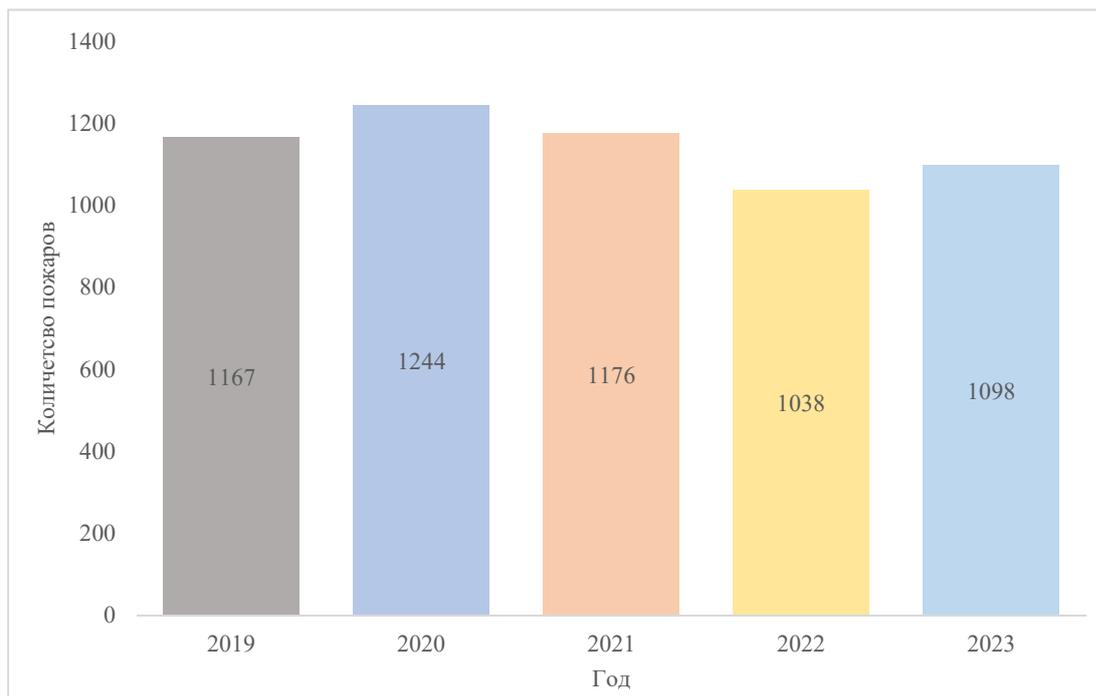


Рис.1. Количество пожаров в Республике Таджикистан в период 2019-2023 гг.

Проведя анализ количества пожаров по годам, можно сказать, что в среднем происходит 1145 пожаров в год. В последние годы (2022 и 2023) наметилась тенденция на снижение пожаров. На Рис.2 представлено распределение пожаров по месяцам в разрезе года.

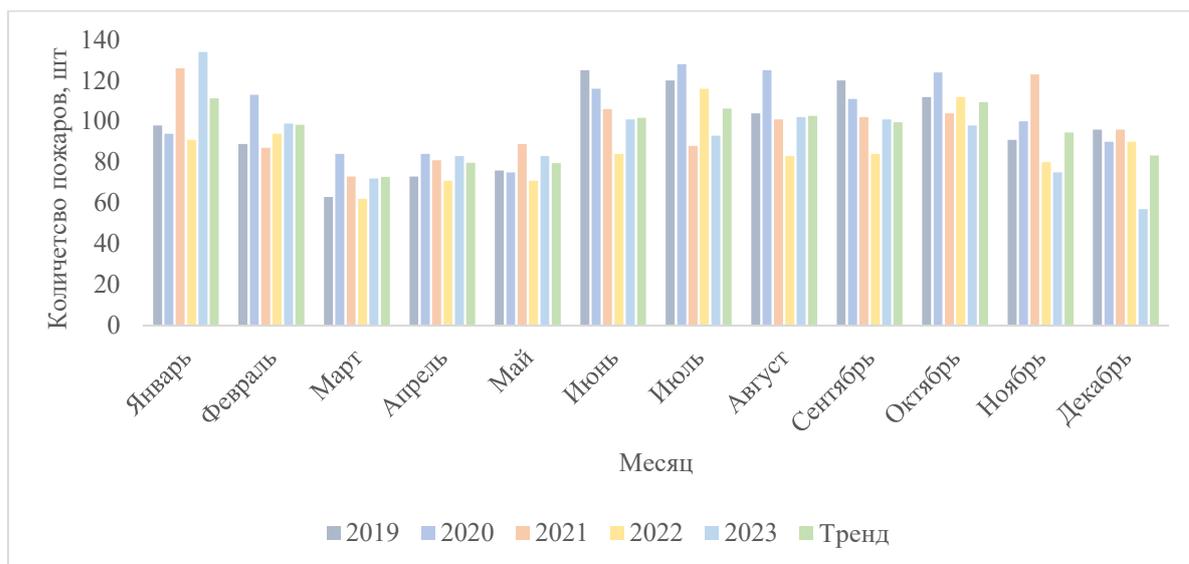


Рис.2. Количество пожаров в Республике Таджикистан в период 2019-2023 гг. по месяцам

Как видно из Рис.2 в среднем в месяц происходит 95 пожаров в месяц. Наименее пожароопасными по количеству пожаров в месяц является такие месяца как, март, апрель, май и декабрь.

На Рис.3 представлено распределение пожаров по дням недели в разрезе года.

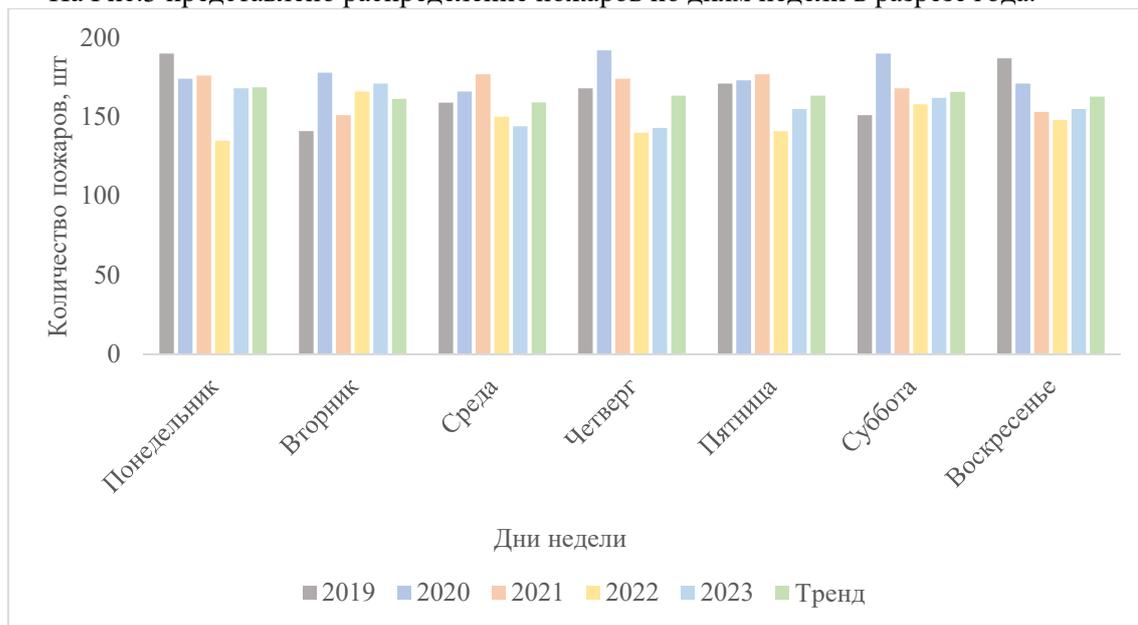


Рис.3. Количество пожаров в Республике Таджикистан в период 2019-2023 гг. по дням недели

Проанализировав распределение количества пожаров по дням недели можно сказать, что течение недели пожары распределены примерно равномерно без выраженных максимумов и минимумов. В среднем происходит 3 пожара в сутки и 22 пожара в неделю.

На Рис.4 представлено распределение пожаров по часам суток в разрезе года.

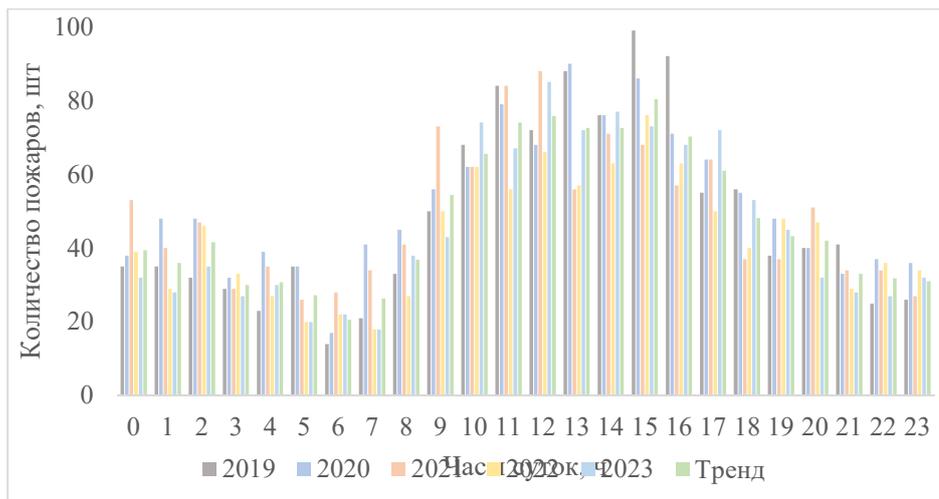


Рис.4. Количество пожаров в Республике Таджикистан в период 2019-2023 гг. по часам суток

Как видно из Рис.4 существенный рост количества пожаров происходит 9 часов и до 17 часов.

На Рис. 1-4 были рассмотрены распределение пожаров в целом по стране. Проведем анализ распределения пожаров по регионам Республики Таджикистан.

Республика Таджикистан делится по административно-территориальному отношению на 5 регионов:

- Согдийская область (25,4 тыс. км², 2,9 млн. человек);
- Хатлонская область (24,4 тыс. км², 3,7 млн. человек);
- Горно-Бадахшанская автономная область (64,2 тыс. км², 232,7 тыс. человек);
- Районы республиканского подчинения (28,6 тыс. км², 2,2 млн. человек);
- город республиканского подчинения Душанбе (200 км², 1,3 млн. человек).

На Рис.5 представлено распределение пожаров по регионам Республики Таджикистан.

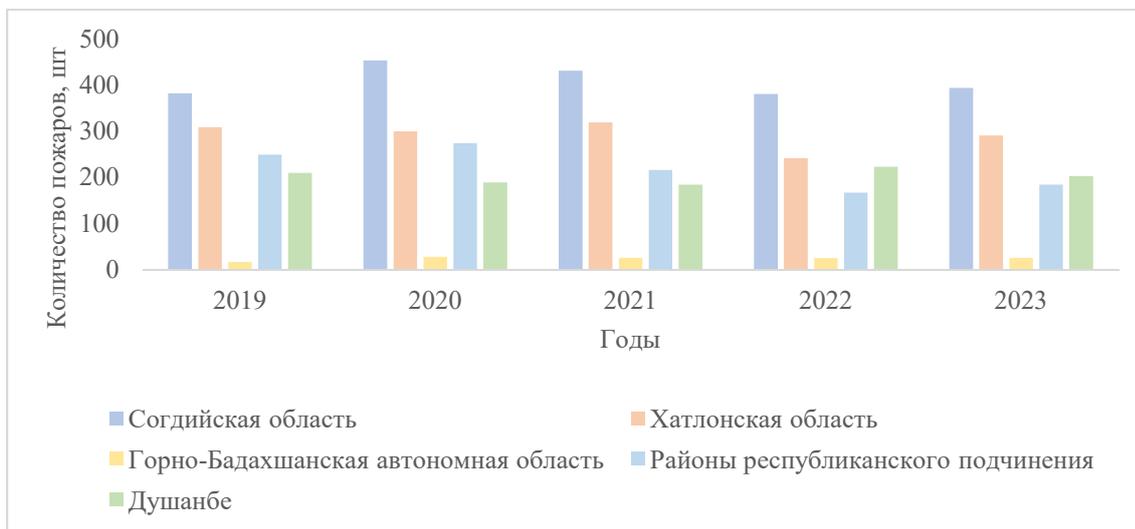


Рис.5 Количество пожаров в Республике Таджикистан в период 2019-2023 гг. по регионам

Наименьшее количество пожаров в год происходит в Горно-Бадахшанской автономной области, а наибольшее в Согдийской области. Количество пожаров прямо пропорционально количеству проживающих людей в регионе. По регионам пожары распределяются в следующем соотношении:

- Согдийская область 408 пожаров в год;
- Хатлонская область 292 пожара в год;

- Горно-Бадахшанская автономная область 24 пожара в год;
- Районы республиканского подчинения 218 пожаров в год;
- Душанбе 202 пожара в год.

Обзорный анализ по обстановки с пожарами на территории Республики Таджикистана с 2019 по 2023 год показал, что в среднем происходит:

- 1145 пожаров в год;
- 95 пожаров в месяц;
- 22 пожара в месяц;
- 3 пожара в день.

Наиболее менее пожароопасными является месяца как март, апрель, май и декабрь. По дням недели возникают пожары равномерно без явных минимумов и максимумов. Рост количества пожаров наблюдается с 9 до 17 часов.

На основе полученных данных возможно разработать модель машинного обучения, которая позволит прогнозировать обстановку с пожарами в стране, как в разрезе страны, так и в разрезе регионов. Данная модель позволит разработать программу перераспределения ресурсов ГПС МВД РТ для своевременного реагирования на пожары.

Список источников

1. Брушлинский Н.Н. Об организации систем обеспечения безопасности городов / Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Григорьева М.П. // Технологии техносферной безопасности. – 2022. – № 3(97). – С. 84-99. – DOI 10.25257/TTS.2022.3.97.84-99. – EDN АСНККС.
2. Джамолидинзода М.Д. Обеспечение пожарной безопасности в Республике Таджикистан / Джамолидинзода М.Д., Мироненко Р.В. // Социально-экономические аспекты принятия управленческих решений: Сборник материалов восьмого межвузовского научного семинара (форума), Москва, 27 февраля 2024 года. – Москва: Академия государственной противопожарной службы, 2024. – С. 189-191.
3. Баранчиков Е.В., Алексеева Н.Н., Дмитриев С.В. и др. Таджикистан // Большая российская энциклопедия. Том 31. М.: Научное издательство "Большая Российская энциклопедия", 2016. С. 549-563.
4. Численность населения республики Таджикистан на 1 января 2022 года: Статистический сборник. Под ред. Хасанзода Г. К. Душанбе: Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2022. 55 с.
5. Ахмедова М.М. "Импортозамещающая инвестиционная политика в Республике Таджикистан: влияние на инфляцию и экономическую безопасность". Вестник Таджикского государственного университета права, бизнеса и политики. Серия общественных наук. 2013. № 2 (54). С. 169.
6. Алехин Е.М., Брушлинский Н.Н., Вагнер П. [и др.] Проблемно-ориентированные имитационные системы для автоматизированного проектирования и стратегического управления экстренными и аварийно-спасательными службами городов // Вестник РАЕН. – 2012. – Т. 12, № 3. – С. 27-34. – EDN ТХКГХ.
7. Носков С.И., Бычков Ю.А. Применение методов математического моделирования для анализа чрезвычайных ситуаций // «Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами»: электрон. науч. журн. – 2021. – №2 (10). – С. 13-24 – DOI: 10.26731/2658-3704.2021.2(10).13-24.
8. Брушлинский Н.Н., Глуховенко Ю.М., Коробко В.Б., Соколов С.В. Компьютерные технологии для экспертизы пожарной безопасности объектов // Пожаровзрывобезопасность. 2008. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompyuternye-tehnologii-dlya-ekspertizy-pozharnoy-bezopasnosti-obektov> (дата обращения 12.01.2024).
9. Кусаинов А.Б. Алгоритм оргпроектирования гарнизона противопожарной службы города // Пожаровзрывобезопасность. 2018. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/algorithm-orgproektirovaniya-garnizona-protivopozharnoy-sluzhby-goroda> (дата обращения 12.01.2024).
10. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Алехин Е.М., Коломиец Ю.И., Вагнер П. Опыт применения компьютерных имитационных систем моделирования деятельности экстренных служб // Пожаровзрывобезопасность. 2016. №8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt->

primeneniya-kompyuternyh-imitatsionnyh-sistem-modelirovaniya-deyatelnosti-ekstrennyh-sluzhbb
(дата обращения 12.01.2024).

References

1. Brushlinsky N.N. On the organization of urban safety systems / Brushlinsky N.N., Sokolov S.V., Grigorieva M.P. // *Technosphere safety technologies*. – 2022. – № 3(97). – pp. 84-99. – DOI 10.25257/TTS.2022.3.97.84-99. – EDN ACHKCC.
2. Jamolidinzoda M.D. Ensuring fire safety in the Republic of Tajikistan / Jamolidinzoda M.D., Mironenko R.V. // *Socio-economic aspects of managerial decision-making: A collection of materials of the eighth interuniversity scientific seminar (forum), Moscow, February 27, 2024*. – Moscow: Academy of the State Fire Service, 2024. – pp. 189-191.
3. Baranchikov E.V., Alekseeva N.N., Dmitriev S.V., etc. Tajikistan // *The Great Russian Encyclopedia*. Volume 31. Moscow: Scientific publishing house "Big Russian Encyclopedia", 2016.
4. The population of the Republic of Tajikistan as of January 1, 2022: A statistical collection. Ed. Hasanzoda G.K. Dushanbe: Agency for Statistics under the President of the Republic of Tajikistan, 2022. 55 pp.
5. Akhmedova M.M. "Import-substituting investment policy in the Republic of Tajikistan: impact on inflation and economic stability". *Bulletin of the Tajik State University of Law, Business and Politics. A series of social sciences*. 2013. №. 2 (54). pp. 169.
6. Alekhin E.M., Brushlinsky N.N., Wagner P. [et al.] Problem-oriented simulation systems for automated design and strategic management of emergency and rescue services of cities // *Bulletin of RAEN*. - 2012. - Т. 12, № 3. - PP. 27-34. - EDN TXIKGX.
7. Noskov S.I., Bychkov Y.A. Application of methods of mathematical modeling for the analysis of emergency situations // *Informacionnye tehnologii i matematicheskoe modelirovanie v upravlenii slozhnymi sistemami: ehlektronnyj nauchnyj zhurnal [Information technology and mathematical modeling in the management of complex systems: electronic scientific journal]*, 2021. №. 2. P.13-24. DOI: 10.26731/2658-3704.2021.2(10).
8. Brushlinsky N.N., Glukhovenko Yu.M., Korobko V.B., Sokolov S.V. Computer technologies for the examination of the fire safety of the objects (in Russian) // *Pozharovzryvobezopasnost*. 2008. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompyuternye-tehnologii-dlya-ekspertizy-pozharnoy-bezopasnosti-obektov> (date of address 12.01.2024).
9. Kusainov A.B. Algorithm of organisational design of the garrison of the city firefighting service // *Pozharovzryvobezopasnost*. 2018. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/algorithm-orgproektirovaniya-garnizona-protivopozharnoy-sluzhby-goroda> (date of reference 12.01.2024).
10. Brushlinsky N.N., Sokolov S.V., Alekhin E.M., Kolomiets Yu.I., Wagner P. Experience in the use of computer simulation systems modelling the activities of emergency services // *Pozharovzryvobezopasnost*. 2016. №8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-primeneniya-kompyuternyh-imitatsionnyh-sistem-modelirovaniya-deyatelnosti-ekstrennyh-sluzhbb> (date of reference 12.01.2024).

Информация об авторах

Р.В. Мироненко - кандидат технических наук

Р.Н. Истратов - кандидат технических наук

Information about the author

R.V. Mironenko - Ph.D. of Engineering Sciences

R.N. Istratov - Ph.D. of Engineering Sciences

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 18.11.2024, одобрена после рецензирования 02.12.2024, принята к публикации 04.12.2024.

The article was submitted 18.11.2024, approved after reviewing 02.12.2024, accepted for publication 04.12.2024.