

Научная статья
УДК 004.89+614.842.83.07/.08
doi:10.34987/vestnik.sibpsa.2025.77.26.005

Прогнозирование пожаров в Республике Абхазия на основе интеллектуальных систем

Артур Борисович Ичмелян

*Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Абхазия, Сухум, Абхазия
<https://orcid.org/0009-0005-1646-8817>*

Автор, ответственный за переписку: Ичмелян Артур Борисович, aichmelyan@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается прогнозирование пожаров в Республике Абхазия с использованием современных методов интеллектуального анализа данных и машинного обучения. В начале статьи приводится анализ статистических данных о пожарах в Республике с 2013 года по 2022 год. На графиках представлены данные о частоте и распределении пожаров по времени и территории, материальный ущерб, наносимый пожарами в каждом из районов Республики. Представлены данные о количестве проводимых профилактических мероприятий и количестве гибели людей на пожарах. Анализ позволяет выявить ключевые паттерны и тенденции, которые послужат основой для разработки прогностической модели, позволяющей, в свою очередь, повысить эффективность управления в сфере пожарной безопасности. В следующей части статьи описываются исходные данные задачи о разработке нейронной сети на языке Python, выраженные в требованиях и ограничениях. Архитектура модели, включает входной слой, скрытые слои и выходной слой, отвечающий за прогнозирование количества пожаров и гибели людей в будущем. Для реализации нейронной сети использовались библиотеки Python, такие как xlrld, pandas, numpy, neurolab, Matplotlib и tensorflow. Рассматриваются этапы обучения модели, валидация и тестирование полученных результатов. В заключительной части статьи приводится сравнение полученных результатов разработанной нейронной сети с результатами сетей, доступных в интернете, таких как deepseek и ChatGPT. Показаны сильные и слабые стороны различных моделей, а также потенциальные методы улучшения прогностических способностей. В заключение указывается на важность дальнейших исследований в области интеграции различных источников данных и методов машинного обучения для повышения точности прогнозов и эффективности управления пожарной безопасностью.

Ключевые слова: прогнозирование пожаров и гибели людей, нейронная сеть, статистический анализ, управление пожарной безопасностью

Для цитирования: Ичмелян А.Б. Прогнозирование пожаров в Республике Абхазия на основе интеллектуальных систем // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2025. № 3 (38). С. 56-65. <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2025.77.26.005>.

Original article.

Forecasting fires in the Republic of Abkhazia based on intelligent systems

Artur B. Ichnelyan

Ministry of Emergency Situations of the Republic of Abkhazia, Sukhum, Abkhazia

<https://orcid.org/0009-0005-1646-8817>

Corresponding author: Artur B. Ichnelyan, aichmelyan@mail.ru

Abstract. The article discusses the forecasting of fires in the Republic of Abkhazia using modern methods of data mining and machine learning. The article begins with an analysis of statistical data on fires in the Republic from 2013 to 2022. The graphs show data on the frequency and distribution of fires by time and territory, as well as material damage caused by fires in each of the regions of the Republic. Data on the number of preventive measures carried out and the number of deaths from fires are presented. The analysis makes it possible to identify key patterns and trends that will serve as the basis for the development of a predictive model, which, in turn, will improve the effectiveness of fire safety management. The next part of the article describes the initial data of the task of developing a neural network in Python, expressed in requirements and constraints. The architecture of the model includes an input layer, hidden layers, and an output layer responsible for predicting the number of fires and deaths in the future. Python libraries such as xlrd, pandas, numpy, neurolab, Matplotlib, and tensorflow were used to implement the neural network. The stages of model training, validation and testing of the obtained results are considered. The final part of the article provides a comparison of the results of the developed neural network with the results of networks available on the Internet, such as deepseek and ChatGPT. The strengths and weaknesses of various models are shown, as well as potential methods for improving predictive abilities. In conclusion, it is pointed out the importance of further research in the field of integrating various data sources and machine learning methods to improve the accuracy of forecasts and the effectiveness of fire safety management.

Keywords: forecasting fires and deaths, neural network, statistical analysis, fire safety management

For citation: Ichnelyan A.B. Forecasting Fires in the Republic of Abkhazia based on Intelligent Systems // Siberian Fire and Rescue Bulletin. 2025. № 3 (38). С. 56-65. (In Russ.) <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2025.77.26.005>.

Введение

Во все времена пожары представляли серьезную угрозу для жизни и здоровья людей, экономики и экологии регионов. В современном мире проблема пожаров не теряет своей актуальности, особенно в контексте глобального изменения климата, увеличения городского населения и пр. Республика Абхазия, как регион с разнообразной природой и климатическими условиями, не является исключением. Пожары здесь могут возникать, как в лесных массивах, так и в густонаселенных городских поселениях. На Рис.1 представлена гистограмма количества пожаров и возгораний – синий цвет и материальный ущерб от них – оранжевый цвет в период с 2013 года по 2022 годы. Материальный ущерб указан в миллионах рублей.

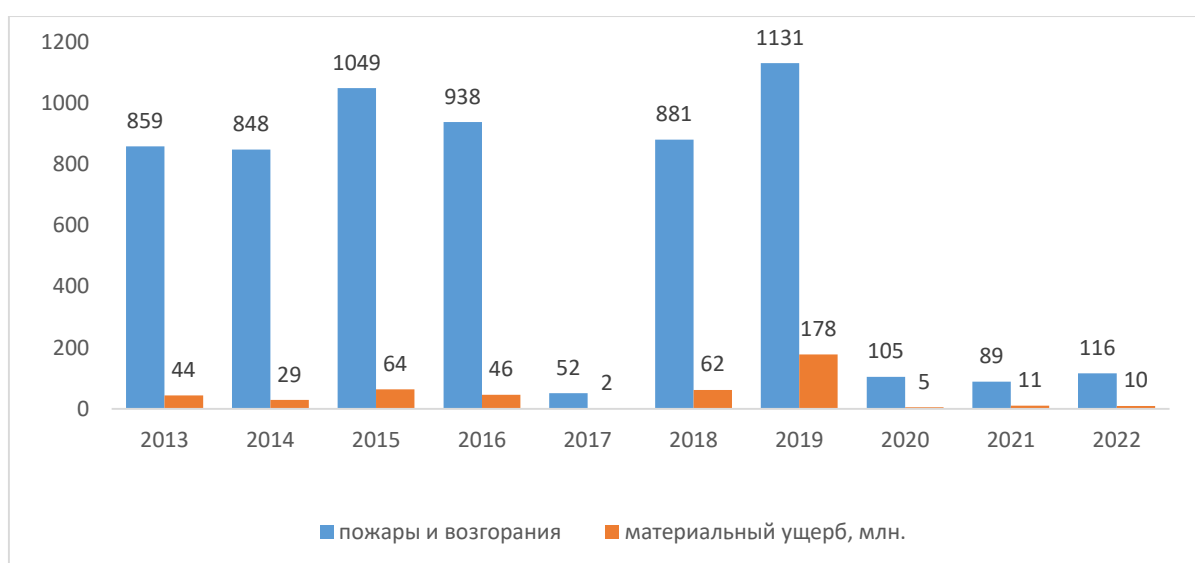


Рис.1. Гистограмма пожаров и возгораний, материальный ущерб от пожаров за 2013 -2022 годы

Как видно из представленного рисунка, каждый год фиксировалась разная интенсивность возникновения пожаров. В 2019 году было зарегистрировано рекордное за наблюдаемое количество лет число пожаров и материальный ущерб, равный более 178 миллионов рублей, после чего наблюдается тенденция к снижению обоих показателей. С 2013 года по 2018 год – достаточно высок материальный ущерб, колеблющийся от 20 млн. до 60 млн. рублей. Разнообразные факторы, такие как не выполнение строительных норм и отсутствие информационной работы с населением, способствовали увеличению ущерба. Основные потери приходились на жилой сектор и коммерческие объекты, что подтверждает важность профилактических мероприятий и контроль за соблюдением норм безопасности. Под словом «Профилактика» в данной работе будем понимать количество проведенных мероприятий, предложенных органом государственного пожарного надзора Республики.

Не менее актуальна информация о потерях среди населения и количестве проводимых профилактических мероприятий. На Рис.2 представлен график, на котором по оси у (слева) отмечено количество погибших на пожарах человек, на вспомогательной оси у (справа) указаны профилактические мероприятия с 2013 года по 2022 год.

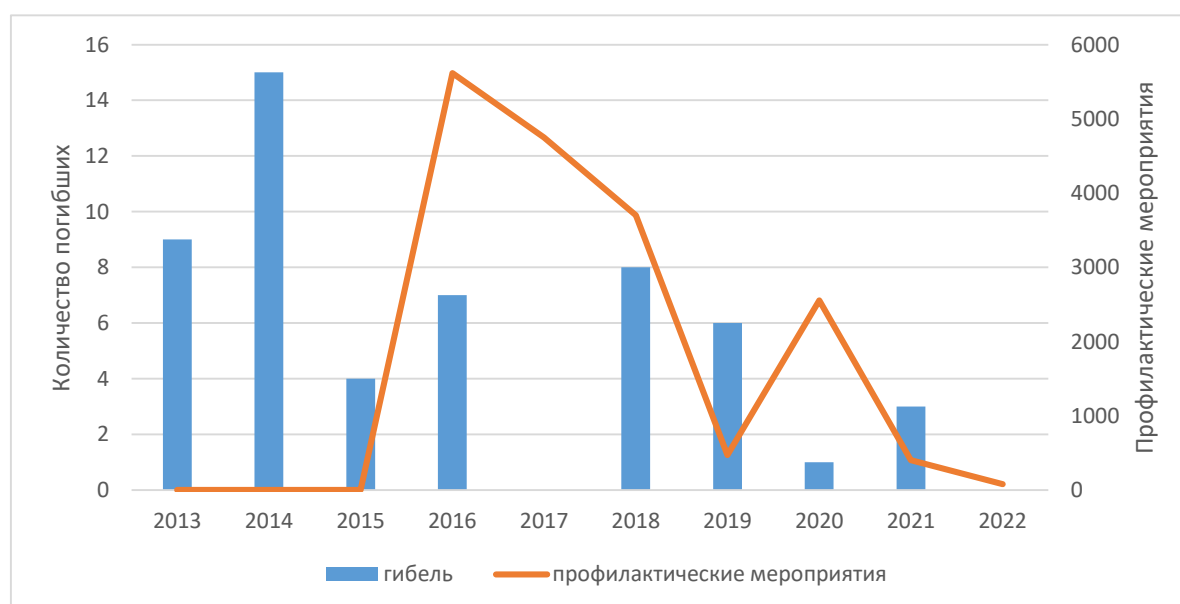


Рис.2. График гибели на пожарах и количество проведенных профилактических мероприятий за период с 2013 года по 2022 год

Статистические данные показывают, что в отдельные годы наибольшее число жертв приходилось на частные домохозяйств, где соблюдение правил противопожарной безопасности было минимальным. С 2013 года по 2019 год за исключением 2017 года наблюдается наибольшее число смертности за рассматриваемый период, что коррелировало с высокими температурами и увеличением числа природных пожаров, вызванных человеческой деятельностью. В то же время следует отметить, что за 2020 года наблюдалось снижение уровня смертности благодаря активизации мероприятий по информированию населения.

Анализ показывает, начиная с 2020 года, применение комплексных подходов, включающих как информационные кампании, так и технологические решения, положительно сказалось на снижении числа пожаров. Пожарные учения, повышение уровня квалификации сотрудников служб экстренного реагирования, а также внедрение современных технологий мониторинга помогли сократить не только количество возгораний, но и потенциальный ущерб. В период с 2016 года по 2020 год проведено наибольшее количество профилактических мероприятий.

Сравнительный анализ показал, что регионы, активно проводящие профилактические мероприятия, показывают более низкие статистические показатели по числу пожаров и ущербу от них.

Несмотря на позитивные тенденции, остаются участки, требующие повышенного внимания.

Для глубокого понимания динамики пожаров в Абхазии в условиях увеличения частоты экстремальных погодных явлений, таких как засухи и сильные ветры, важно не только иметь статистические данные о них, но и уметь анализировать их последствия, что позволит предсказать возможные сценарии в будущем. Поэтому необходимо иметь инструмент, который бы с высокой долей вероятности мог прогнозировать пожары и гибель населения, способствуя повышению эффективности в сфере управления пожарной безопасностью Республики [1;2].

Традиционные методы прогнозирования, как правило, основываются на статистическом анализе данных. Такой анализ неплохо себя зарекомендовал, однако существуют недостатки и ограничения, которые зачастую приводят к нежелательным последствиям. Например, предположение о данных, таких как нормальность распределения, независимость наблюдений, гомоскедастичность, наличие выбросов в статистических данных и применение для их обработки неробастных методов – немного, что может повлиять на результаты анализа, привести к искажению среднего значения, стандартного отклонения и др. статистических параметров и в итоге получению неверных выводов.

Научные работы по прогнозированию пожаров и их последствий включают как отечественные, так и зарубежные исследования, которые используют различные подходы и методики машинного обучения. В работах [3-8] на основе теории временных рядов строятся предсказания о количестве пожаров, их площади, скорости распространения и пр. В последние годы технологии искусственного интеллекта открыли новые горизонты для улучшения процесса прогнозирования [9;10]. Это нашло отражение в работах по пожарному делу [11-13].

Перейдем к постановке и решению задачи прогнозирования пожаров по статистике их возникновения в Республике Абхазия с использованием нейронной сети.

Постановка задачи

Исходные данные задачи выражены в описываемых ниже требованиях и ограничениях Ω .

При создании нейронной сети для прогнозирования числа пожаров и гибели населения будем придерживаться следующей методологии.

Ограничение W_1 : Данные за 2013-2022 годы сведем в общую таблицу, в которой будет проведена их систематизация по районам Абхазии: г. Сухум, Сухумский, Гулрыпшский,

Гудаусткий, Очамчировский, Ткуарчалский, Галский районы. Фрагмент базы данных, в которой отражены значения по г. Сухум, представлен в Табл.1.

Табл.1. Данные для обработки нейронной сетью по г. Сухум за 2013-2022 годы

Населенный пункт	Население	Профилактика	Пожары	Гибель
Сухум	65316	240	291	1
Сухум	65627	190	227	2
Сухум	65597	170	295	1
Сухум	64478	184	263	1
Сухум	64640	138	16	0
Сухум	65168	139	212	2
Сухум	65439	18	299	2
Сухум	65530	78	23	0
Сухум	65600	4	29	0
Сухум	65650	8	23	0

Ограничение W_2 : В создаваемой нейронной сети (Рис.3) прямого распространения (многослойный персептрон) будем использовать модель машинного обучения с учителем [14;15]. Для этого будем предъявлять нейронной сети векторы наблюдений X (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) – входной вектор с координатами x_1 – район республики, x_2 – численность населения данного района, x_3 – число профилактических мероприятий, x_4 – число пожаров, x_5 – число погибших (Рис.3) и производить корректировку весовых коэффициентов w_{ji} так, чтобы выходное значение Y (y_1, y_2) с координатами y_1 – прогнозируемое число пожаров, y_2 – прогнозируемое число погибших от пожаров соответствовало, как можно ближе, требуемому отклику, обозначаемого d . Лучшим алгоритмом обучения нейронных сетей на сегодняшний день является алгоритм backpropagation (BP) – алгоритм обратного распространения ошибки, который базируется на алгоритме градиентного спуска [14].

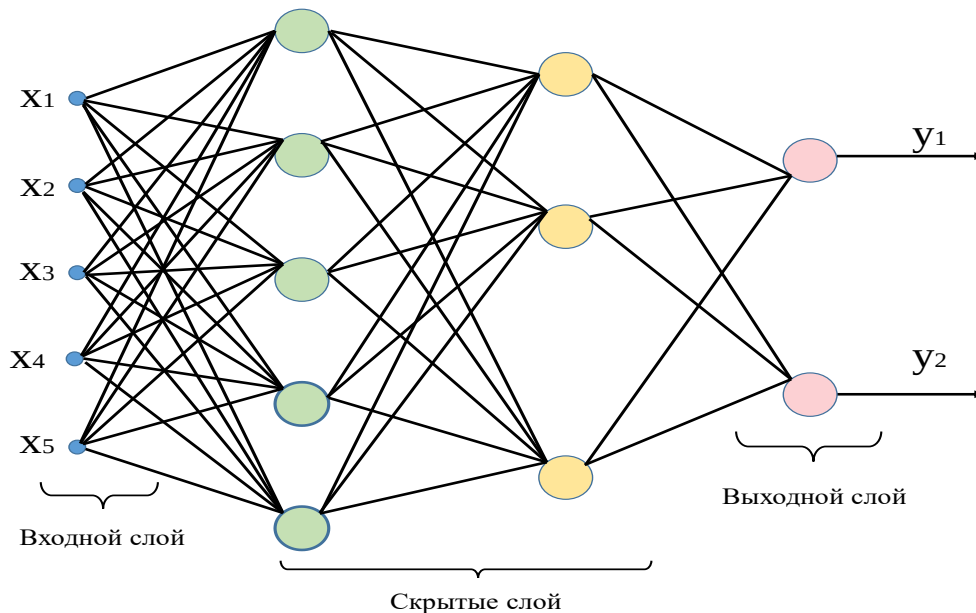


Рис.3. Схема нейронной сети прямого распространения с входным слоем из пяти нейронов и выходным – из двух нейронов

Ограничение W_3 : Обучение нейронной сети сводится к минимизации среднеквадратичной ошибки нейронной сети:

$$E = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N (Y_i - d_{j,i})^2 \rightarrow \min. \quad (1)$$

Все имеющиеся статистические данные за 2013-2022 годы будут являться обучающими выборками, данные за 2023 год – тестовой выборкой.

Требуется разработать для исходных данных $W_1 - W_3$ нейронную сеть на языке Python. После обучения нейронной сети и получения от нее прогноза на 2023 год провести сравнение экспериментального результата с реальным.

Критерий оценки качества нейронной сети рассчитывается по формуле:

$$\Delta = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i^{predict} - y_i^{true})}{\sum_{i=1}^N y_i^{predict}}, \quad (2)$$

если,

$$\Delta \leq 0,3, \quad (3)$$

то нейронная сеть работает корректно, в противном случае требуется дополнительная отладка программы [14].

Решение задачи

Следуя указанным требованиям и ограничениям, на языке программирования Python с подключением библиотек `xlrd`, `pandas`, `numpy`, `neurolab`, `Matplotlib` (`matplotlib.pyplot`) и `tensorflow` разработаем нейронную сеть, блок-схема которой представлена на Рис.4.

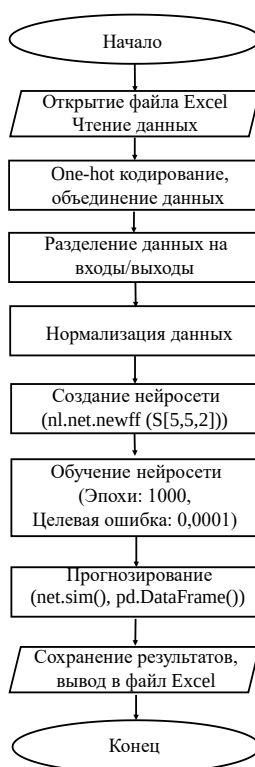


Рис.4. Блок-схема нейронной сети для прогнозирования
числа пожаров и гибели населения

Опишем действия в каждом блоке. На первом этапе происходит открытие и чтение базы данных, фрагмент которой представлен в Табл.1, далее выполняется one-hot кодирование – это метод представления категориальных данных в формате, удобном для машинного обучения, т.е. формируются векторы $X_i (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5), i = \overline{1,10}$ для обучения нейронной сети. В третьем блоке происходит разделение данных: входные данные представляют собой значения, на основе которых нейронная сеть будет делать предсказания, выходные данные – это то, что мы хотим предсказать (количество пожаров и погибших). В четвертом блоке происходит

нормализация данных. Поскольку нейронная сеть работает с данными, заключенными на отрезке $[0, 1]$ или $[-1, 1]$, поэтому абсолютные значения данных преобразовываются к удельным [14]. В пятом блоке создается многослойной нейронной сети с использованием библиотеки `pumpru` в Python. В шестом блоке происходит обучение нейронной сети. И наконец, в седьмом блоке нейронная сеть создает прогноз интересующих нас значений. Восьмой блок выводит результаты прогнозирования в виде файла Excel. На этом работа алгоритма завершается.

Результаты работы нейронной сети представлены в Табл.2.

Табл.2. Прогноз на 2023 год о количестве пожаров и погибших в районах Абхазии

Населенный пункт (район)	Пожары	Гибель
Сухум	25 ± 3	0
Сухумский район	5 ± 2	1
Гагрский район	38 ± 12	1
Гудаутский район	7 ± 1	0
Гулрыпшский район	4 ± 2	0
Очамчирский район	12 ± 5	1
Ткуарчалский район	14 ± 10	1
Галский район	6 ± 3	0

Воспользовавшись формулой (2), истинными значениями о пожарах и погибших за 2023 год в Республике Абхазии (Табл.3) и прогнозируемыми значениями (Табл.2) проведем оценку качества нейронной сети.

Табл.3. Статистические данные по пожарам и гибели в Республике Абхазия за 2023год

Населенный пункт (район)	Пожары	Гибель
Сухум	24	0
Сухумский район	11	1
Гагрский район	29	2
Гудаутский район	22	0
Гулрыпшский район	7	0
Очамчирский район	13	2
Ткуарчалский район	4	0
Галский район	6	0

$$\Delta_{\text{пожары}} = \frac{|\sum_{i=1}^N (Y_i^{\text{predict}} - Y_i^{\text{true}})|}{\sum_{i=1}^N Y_i^{\text{predict}}} = \frac{|111 - 116|}{111} \approx 0,045$$

$$\Delta_{\text{гибель}} = \frac{|\sum_{i=1}^N (Y_i^{\text{predict}} - Y_i^{\text{true}})|}{\sum_{i=1}^N Y_i^{\text{predict}}} = \frac{|4 - 5|}{4} = 0,25$$

Обсуждение результатов

Полученные значения удовлетворяют неравенству (3), что свидетельствует о корректной работе разработанной нейронной сети. Для более точной работы сети необходимы дополнительные статистические данные за более длительный промежуток времени (>10 лет), а также учет климатических особенностей, рассматриваемых районов Абхазии.

Результаты прогноза, полученные с помощью, представленной в работе нейронной сети на порядок точнее по прогнозированию пожаров и в целом приблизительно на 20 % корректнее, чем результаты, которые можно получить, воспользовавшись доступными в интернете нейронными сетями [16;17]. Например, `deepseek` делает прогноз, представленный в Табл.4, тогда по формуле 2 критерий качества равен:

$$\Delta_{\text{пожары}} \approx 0,23; \Delta_{\text{гибель}} = 0,25$$

Полученные значения удовлетворяют условию (3), но близки к предельному значению Δ .

Табл.4. Прогноз нейронной сети deepseek на 2023 год о количестве пожаров и погибших в районах

Населенный пункт (район)	Пожары	Гибель
Сухум	25-30	0-1
Сухумский район	4-6	0
Гагрский район	32-38	0-1
Гудаутский район	9-11	0
Гулрыпшский район	14-16	0-1
Очамчирский район	19-21	1
Ткуарчалский район	29-31	0
Галский район	7-9	0

Выводы

В условиях стремительного развития нейронных сетей, их использование для прогнозирования представляется перспективным, поскольку способно значительно улучшить управление рисками, связанными с природными и техногенными катастрофами, и, следовательно, повысить эффективность управления пожарной безопасностью. Результаты, полученные в данной работе, наглядно демонстрируют это.

Создание нейронной сети для предсказания пожаров и гибели населения на языке Python имеет ряд значительных преимуществ по сравнению с использованием готовых продуктов из интернета. Эти преимущества можно выделить в нескольких ключевых аспектах:

- индивидуально созданная нейронная сеть адаптирована под конкретные условия решаемой задачи, позволяет гибко интегрировать различные источники данных (метеорологические условия, топография местности и пр.);
- возможность самостоятельно производить выбор и обработку данных для обучения нейронной сети, что позволяет более тщательно контролировать качество информации, влияющей на повышение точности предсказаний;
- возможность выбора архитектуры нейронной сети, что также влияет на точность прогноза;
- в условиях современного мира, когда требования к защите персональных данных [18;19] и соблюдению стандартов безопасности повышаются, целесообразно иметь собственные решения для сохранения полного контроля над информацией.

Список источников

1. Закон О пожарной безопасности: Закон Республики Абхазия от 21.07.2021 № 5180-с-VI // Президент Абхазии: сайт. – URL: <http://presidentofabkhazia.org/upload/iblock/af1/ZRA-O-POZHARNYOY-BEZOPASNOSTI.pdf>.
2. Захаров В. Интеллектуальные технологии в современных системах управления // Проблемы теории и практики управления. – 2005. – № 4. – С. 96–100.
3. Пранов Б.М. О некоторых подходах к моделированию и прогнозированию временных рядов пожарной статистики // Технологии техносферной безопасности. – 2014. – № 5 (57). – С. 5. – URL: <http://ipb.mos.ru/ttb>.
4. Кайбичев И.А., Кайбичева Е.И. К вопросу об адекватности модели Кобба — Дугласа при прогнозировании временных рядов пожарной статистики // Техносферная безопасность. – 2019. – № 2 (23). – С. 3–15.
5. Кайбичев И.А., Кайбичева Е.И. Регрессионный анализ временного ряда количества пожаров в России // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – № 2. – С. 49–53.
6. Батуро А.Н. Прогнозирование количества пожаров в регионе на основе теории временных рядов // Технологии гражданской безопасности. – 2013. – Том 10, № 3 (37). – С. 84–88.

7. Матеров Е.Н. Использование языка программирования R в вопросах пожарной безопасности: анализ статистики количества пожаров на основе теории временных рядов // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2019. – № 1. – С. 52–57.
8. Матеров Е.Н. Использование языка программирования R в вопросах пожарной безопасности: анализ главных компонент // Сибирский пожарно-спасательный вестник. — 2019. – № 2. – С. 49–53.
9. Национальная ассоциация противопожарной защиты (NFPA). Ущерб от пожаров в США. — 2020. — URL: <https://www.nfpa.org/>.
10. Лю Ю., Чжан М. Прогнозирование риска возникновения пожара с помощью машинного обучения: обзор // Моделирование окружающей среды и программное обеспечение. – 2021. – Том 137. – С. 104977. – DOI: 10.1016/j.envsoft.2021.104977.
11. Ли Чжунчжи. Прогнозирование площади, охваченной лесными пожарами, с помощью нейронной сети с долговременной кратковременной памятью и механизмом внимания // Пожарная техника. – 2021. – Том 57. – С. 1–23. – DOI: 10.1007/s10694-021-01142-4.
12. Олейников В.Т., Мосягин А.А. Возможность прогнозирования опасных ситуаций в субъектах РФ на основе нейронных сетей // Институт проблем безопасности (ИПБ): сайт. – URL: <http://www.ipb.mos.ru/konf/2004/sb-2004/sec-2-04/2.68.pdf>.
13. Станкевич Т.С. Разработка метода оперативного прогнозирования динамики развития лесного пожара с помощью искусственного интеллекта и глубокого машинного обучения // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2018. – Т. 22, № 9. – С. 111–120.
14. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс: пер. с англ. / под ред. Н.Н. Куссуля, А.Ю. Шелестова. – 2-е изд., испр. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2008. – 1103 с.
15. Искусственные нейронные сети и приложения: учеб. пособие / Ф.М. Гафаров, А.Ф. Галимянов. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. — 121 с.
16. Нейронная сеть Deepseek [Электронный ресурс] // Deepseek Chat: сайт. – URL: <https://chat.deepseek.com/>.
17. Нейронная сеть ChatGPT [Электронный ресурс] // OpenAI: сайт. – URL: <https://chatgpt.com/>.
18. Дмитриева Е.Г. Проблемы защиты персональных данных в цифровом мире и пути их решения // Право и бизнес. – 2021. – № 3.
19. Бычков А.И. Проблемы защиты персональных данных. – М.: Инфотропик Медиа, 2020. – 116 с.

References

1. The Law on Fire safety: The Law of the Republic of Abkhazia dated 07/21/2021 No. 5180-c-VI // President of Abkhazia: website. – URL: <http://presidentofabkhazia.org/upload/iblock/af1/ZRA-O-POZHARNOY-BEZOPASNOSTI.pdf>.
2. Zakharov V. Intelligent technologies in modern control systems // Problems of management theory and practice. 2005. No. 4. pp. 96-100.
3. Pranov B.M. On some approaches to modeling and forecasting time series of fire statistics // Technosphere safety technologies. – 2014. – № 5 (57). – P. 5. – URL: <http://ipb.mos.ru/ttb>.
4. Kaibichev I.A., Kaibicheva E.I. On the question of the adequacy of the Cobb—Douglas model in predicting time series of fire statistics // Technosphere safety. – 2019. – № 2 (23). – Pp. 3-15.
5. Kaibichev I.A., Kaibicheva E.I. Regression analysis of the time series of the number of fires in Russia // Siberian Fire and Rescue Bulletin. – No. 2. pp. 49-53.
6. Baturo A.N. Forecasting the number of fires in the region based on the theory of time series // Technologies of civil safety. - 2013. – Volume 10, No. 3 (37). – pp. 84-88.
7. Materov E.N. The use of the R programming language in matters of fire safety: an analysis of the statistics of the number of fires based on the theory of time series // Siberian Fire and Rescue Bulletin, 2019, No. 1, pp. 52-57.
8. Materov E.N. The use of the R programming language in matters of fire safety: an analysis of the main component // Siberian Fire and Rescue Bulletin. — 2019. – No. 2. – pp. 49-53.
9. National Association of Fire Protection (NFPA). Fire damage in the USA. — 2020. — URL: <https://www.nfpa.org/>.

10. Liu Yu., Zhang M. Forecasting the risk of fire using machine learning: an overview // Environmental modeling and software. – 2021. – Volume 137. – p. 104977. – DOI: 10.1016/j.envsoft.2021.104977.
11. Li Zhongzhi. Forecasting the area covered by forest fires using a neural network with long-term short-term memory and attention mechanism // Fire fighting equipment. – 2021. – Volume 57. – pp. 1-23. – DOI: 10.1007/s10694-021-01142-4 .
12. Oleynikov V.T., Mosyagin A.A. The possibility of predicting dangerous situations in the subjects of the Russian Federation based on neural networks // Institute of Security Problems (IPB): website. – URL: <http://www.ipb.mos.ru/konf/2004/sb-2004/sec-2-04/2.68.pdf>.
13. Stankevich T.S. Development of a method for operational forecasting of forest fire development dynamics using artificial intelligence and deep machine learning // Bulletin of Irkutsk State Technical University. – 2018. – Vol. 22, No. 9. – pp. 111-120.
14. Khaykin S. Neural networks: a complete course: translated from English / edited by N.N. Kussul, A.Yu. Shelestov. – 2nd ed., ispr. – M.: Williams Publishing House, 2008. – 1103 p.
15. Artificial neural networks and applications: textbook. manual / F.M. Gafarov, A.F. Galimyanov. – Kazan: Kazan Publishing House. University, 2018. — 121 p.
16. Deepseek neural Network [Electronic resource] // Deepseek Chat: website. – URL: <https://chat.deepseek.com/>.
17. The ChatGPT neural Network [Electronic resource] // OpenAI: website. – URL: <https://chatgpt.com/>.
18. Dmitrieva E.G. Problems of personal data protection in the digital world and ways to solve them // Law and Business. – 2021. – No. 3.
19. Bychkov A.I. Problems of personal data protection. Moscow: Infotropik Media, 2020. 116 p.

Статья поступила в редакцию 02.07.2025, одобрена после рецензирования 20.08.2025, принята к публикации 01.09.2025.

The article was submitted 02.07.2025, approved after reviewing 20.08.2025, accepted for publication 01.09.2025.