

## Применение метода машинного обучения для анализа неполных данных

Л. А. Лютикова

Институт прикладной математики и автоматизации –  
филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук  
360000, Россия, г. Нальчик, ул. Шортанова, 89 А

**Аннотация.** В данной работе представлен комплексный подход к анализу неполных и неточных данных, проиллюстрированный на примере прогнозирования селей. Целью исследования является демонстрация того, как сочетание различных методов позволяет не только получать адекватные прогнозы, но и глубоко понимать логику принятия решений моделью, выявляя ключевые факторы, влияющие на прогноз. Ключевым моментом работы является использование категоризации числовых данных для повышения устойчивости моделей к выбросам и шуму, а также для учета нелинейных зависимостей. Комплексный подход основан на сочетании ассоциативного анализа данных и построения логического классификатора, который выступает в роли интерпретатора полученных решений. Такое сочетание позволило выявлять критически важные входные признаки и понимать, как модель использует информацию для формирования прогноза, выделять факторы, оказывающие наибольшее влияние на результат прогнозирования, обеспечивать точность и устойчивость прогнозов с учетом специфики и сложности данных о селевых потоках. Полученные в ходе исследования правила, являющиеся ключевыми принципами изучаемой области, способствуют более глубокому пониманию природы селей.

**Ключевые слова:** машинное обучение, нейронные сети, кластерный анализ, ассоциативные правила

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кондратьева Н. В. Предварительная оценка максимального объема твердых отложений селя методами математической статистики для Центрального Кавказа // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4. С. 50–56. URL: <http://www.science-education.ru/118-13897>
2. Кондратьева Н. В., Аджиев А. Х., Беккиев М. Ю. и др. Кадастр селевой опасности Юга европейской части России. М., Нальчик: Феория, 2015. 148 с.
3. Caiafa C. F., Jordi Solé-Casals J.S.-C., Marti-Puig P. et al. Decomposition methods for machine learning with small, incomplete or noisy datasets // Applied Sciences. 2020. Vol. 10. No. 23. P. 8481. DOI: 10.3390/APP10238481
4. Kainthura P., Sharma N. Hybrid machine learning approach for landslide prediction, Uttarakhand, India // Scientific reports. 2022. Vol. 12. No. 1. P. 20101. DOI: 10.1038/s41598-022-22814-9
5. Hadi F. A. A., Sidek L. M., Salih G. H. A. et al. Machine learning techniques for flood forecasting // Journal of Hydroinformatics. 2024. Vol. 26. No. 4. Pp. 779–799. DOI: 10.2166/hydro.2024.208
6. Lombardo L., Mai P. M. Presenting logistic regression-based landslide susceptibility results // Engineering Geology. 2018. Vol. 244. Pp. 14–24. DOI: 10.1016/j.enggeo.2018.07.019
7. Rahmati O., Kornejady A., Samadi M. et al. PMT: New analytical framework for automated evaluation of geo-environmental modelling approaches // The Science of the total environment. 2019. Vol. 664. Pp. 296–311. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.02.017

8. Кюль Е. В., Езаов А. К., Канкулова Л. И. Теоретические основы геоэкологического мониторинга горных геосистем // Устойчивое развитие горных территорий. 2019. Т. 11. № 1. С. 36–43. DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-1-36-43

9. Lyutikova L. A. Methods for Improving the Efficiency of Neural Network Decision-Making // Advances in Automation IV. RusAutoCon 2022. Lecture Notes in Electrical Engineering – 2023. Vol. 986. Pp. 294–303. DOI: 10.1007/978-3-031-22311-2\_29

10. Радеев Н. А. Предсказание лавинной опасности методами машинного обучения // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2021. Т. 19. № 2. С. 92–101. DOI: 10.25205/1818-7900-2021-19-2-92-101

11. Журавлев Ю. И. Об алгебраическом подходе к решению задач распознавания или классификации // Проблемы кибернетики. 1978. Т. 33. С. 5–68.

12. Флах П. Машинное обучение: наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных. М.: ДМК Пресс, 2015.

### **Информация об авторе**

**Лютикова Лариса Адольфовна**, канд. ф.-м. наук, зав. отделом нейроинформатики и машинного обучения, Институт прикладной математики и автоматизации – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360000, Россия, г. Нальчик, ул. Шортанова, 89 А;

[lylarisa@yandex.ru](mailto:lylarisa@yandex.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5819-9396>, SPIN-код: 1679-7460