ПЕРВАЯ НАУЧНАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЕЖНОГО НАУЧНОГО СООБЩЕСТВА ДГТУ «ИНТЕГРАЦИЯ: ГОСУДАРСТВО. НАУКА. БИЗНЕС»

УДК 004, 504

Применение нейронных сетей для мониторинга и оценки состояния окружающей среды в городах

П.Е. Олейникова, В.О. Глаголев, В.С. Линник
Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация
Рассматривается проблема недостаточной эффективности традиционных методов мониторинга окружающей среды в условиях урбанизации и работы с большими данными. Сформулирован вопрос о том, как усовершенствовать применение нейронных сетей для оценки экологического состояния городов, выдвинута гипотеза о повышении точности, скорости анализа и управленческой эффективности. Проведён анализ научных подходов и выполнено моделирование на данных мониторинга реки Темерник с использованием многослойных нейронных сетей. Выявлены различающиеся последствия трёх сценариев управления. Сделан вывод о высокой результативности нейросетевых методов и необходимости их стандартизации. Отмечена практическая значимость полученных результатов для совершенствования экологического управления в городах и повышения качества жизни населения.

Ключевые слова: нейронные сети, мониторинг окружающей среды, экологические проблемы, большие данные, глубокое обучение, городские экосистемы, оценка рисков, загрязнение воздуха, водные ресурсы, устойчивое развитие

Для цитирования. Олейникова П.Е., Глаголев В.О., Линник В.С. Применение нейронных сетей для мониторинга и оценки состояния окружающей среды в городах. *Молодой исследователь Дона.* 2025;10(6):96–99.

Using Neural Networks for Monitoring and Assessing the State of the Environment in the Cities

Polina E. Oleynikova, Vladislav O. Glagolev, Victoria S. Linnik
Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract
The article investigates the problem of low efficiency of traditional environment monitoring methods in the context of urbanization and big data implementation. It addresses the problem of improving the application of the neural networks for assessing the environmental status of cities, and proposes a hypothesis about possibility to increase the accuracy, speed of analysis, and management efficiency due to the use of neural networks. The analysis of scientific approaches was conducted, and modeling based on the Temernik River monitoring data was performed using the multilayer neural networks. Different consequences of three management scenarios were identified. A conclusion regarding the high efficiency of neural network methods and the need for their standardization was made. The practical significance of the obtained results for improving urban environmental management and enhancing the quality of life of the population was stated.

Keywords: neural networks, environmental monitoring, environmental problems, big data, deep learning, urban ecosystems, risk assessment, air pollution, water resources, sustainable development

For Citation. Oleynikova PE, Glagolev VO, Linnik VS. Using Neural Networks for Monitoring and Assessing the State of the Environment in the Cities. *Young Researcher of Don*. 2025;10(6):96–99.

Введение. Современный этап развития общества характеризуется ускоренной урбанизацией, ростом плотности городского населения и интенсивным развитием инфраструктурных систем. Указанные процессы сопровождаются формированием сложных экологических проблем, включающих ухудшение качества атмосферного воздуха, загрязнение водных ресурсов и изменение климата. Традиционные методы мониторинга и оценки состоя-

https://mid-journal.ru

© Олейникова П.Е., Глаголев В.О., Линник В.С., 2025

ния окружающей среды в условиях необходимости обработки больших объемов разнородных данных демонстрируют ограниченную эффективность. В этой связи актуализируется потребность во внедрении инновационных технологий анализа, к числу которых относятся нейронные сети и методы глубокого обучения, обеспечивающие повышение точности, оперативности и степени автоматизации экологического мониторинга.

Целью исследования является совершенствование методологии применения нейронных сетей для мониторинга и оценки состояния окружающей среды в городах в условиях выявленной низкой результативности традиционных подходов, обусловленной недостаточным уровнем автоматизации и ограниченной скоростью обработки значительных массивов неоднородной информации. Предполагается, что практическая реализация предложенных решений позволит существенно ускорить принятие оптимальных управленческих решений и обеспечит более глубокое понимание механизмов распространения и трансформации экологических рисков.

Основная часть. Анализ ряда научных публикаций показывает, что нейронные сети уже активно используются в эколого-аналитических исследованиях. В ряде работ описано успешное внедрение нейросетевых моделей для оценки состояния здоровья населения крупных промышленных городов, что позволяет выявлять корреляционные связи между выбросами загрязняющих веществ и заболеваемостью жителей [1]. В другом исследовании подчеркивается ключевая роль искусственного интеллекта в мониторинге окружающей среды и управлении природными ресурсами, демонстрируется его потенциал в прогнозировании изменений в экосистемах и оптимизации использования ресурсов [2].

Современные подходы основываются на комплексных методиках, интегрирующих различные типы данных, включая спутниковые снимки и результаты дистанционного зондирования Земли [3]. Такие интегрированные модели дают возможность фиксировать даже незначительные изменения в городском пространстве, обеспечивая раннее предупреждение о возможных экологических угрозах и позволяя организовать более эффективное реагирование.

В настоящее время нейронные сети применяются в следующих направлениях мониторинга и оценки состояния окружающей среды:

– мониторинг уровня загрязнения воздуха, включающий сбор данных о концентрациях загрязняющих веществ, их анализ и прогнозирование динамики загрязнений;

– контроль качества воды, предполагающий мониторинг водных объектов с обработкой данных о химическом составе, содержании микроорганизмов, диагностике источников загрязнения, оценке прогнозных рисков и т.д.;

– управление транспортными потоками через оптимизацию движения различных видов транспорта, анализ трафика в режиме реального времени и адаптивное регулирование работы светофорных объектов;

– энергетический мониторинг и управление энергоресурсами, заключающиеся в оценке энергопотребления, выявлении неэффективных зон и подборе энергосберегающих решений;

– оценка состояния зеленых зон и растительного покрова с целью актуализации их классификации, планирования программ восстановления и анализа спутниковых изображений;

– интерактивные карты и информационные панели как формат цифровых сервисов, предоставляющих жителям информацию о состоянии окружающей среды в режиме реального времени (рис. 1).

Рис. 1. Использование нейронных сетей для мониторинга и оценки окружающей среды

Несмотря на значительный прогресс, остаются нерешенными вопросы, связанные с надежностью получаемых результатов и прозрачностью алгоритмов. Для преодоления этих ограничений необходимы систематические исследования, развитие методик валидации моделей и стандартизация процедур построения и применения нейросетевых решений.

Объектом нашего исследования является процесс мониторинга и оценки состояния окружающей среды в городских условиях. Основное внимание уделяется применимости нейронных сетей и глубоких нейронных моделей для автоматизированного анализа и прогнозирования экологических факторов на основе предварительно собранных и верифицированных данных. Среди ключевых задач можно выделить оперативное выявление очагов загрязнения, оценку рисков для здоровья населения, а также снижение совокупных затрат на профилактику и предупреждение экологических нарушений.

В качестве объекта для апробации предложенного подхода были использованы результаты мониторинга состояния воды малой реки Темерник в г. Ростове-на-Дону, включающие порядка сорока протоколов с данными из различных точек вдоль русла (рис. 2). Был сформирован и применен системный промт для анализа имеющихся протоколов, в результате чего выявлены такие ключевые проблемы, как высокая мутность воды, превышение предельно допустимых концентраций отдельных веществ и низкий уровень биоразнообразия.

Далее с использованием нейронных сетей было получено прогнозируемое состояние реки при трех вариантах сценариев: отсутствии вмешательства в состояние исследуемого водного объекта, реализации локальных мероприятий и внедрении комплексного подхода к решению экологических задач. Согласно полученному прогнозу, отсутствие вмешательства приведет к дальнейшему ухудшению качества воды, расширению зон загрязнения, росту заболеваемости, а также к существенным экономическим потерям, социальным рискам и эколого-экономическим убыткам. Локальное вмешательство способно выборочно улучшить качество воды, биологическую активность, эстетические характеристики водного объекта и состояние здоровья населения. Комплексный же подход к решению выявленных проблем потенциально обеспечивает не только реабилитацию реки, но и формирование предпосылок для устойчивого экономического роста и получения значимых социальных выгод для местного сообщества.

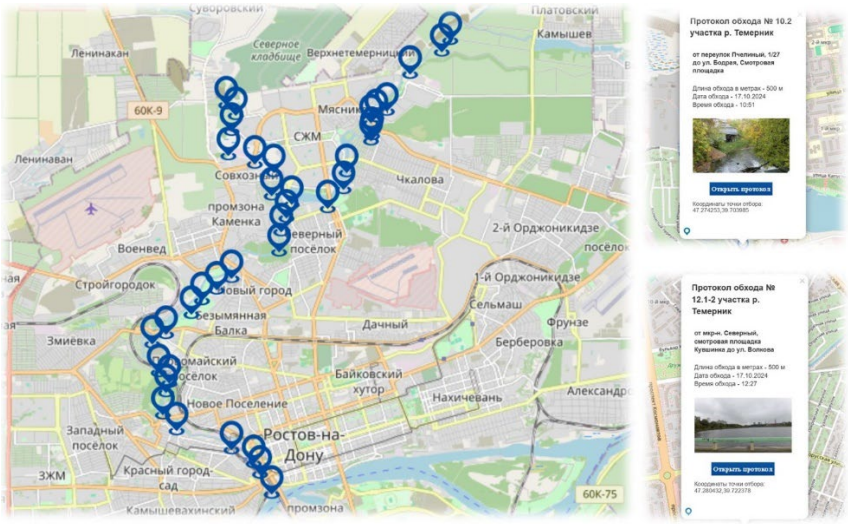

Рис. 2. Протоколы обследования участков вдоль малой реки Темерник
в качестве основы для проектного эксперимента [4]

Дальнейшее развитие исследования связано с созданием модели, способной обрабатывать большие массивы данных, поступающих от полевых датчиков и лабораторий, с целью формирования целостной и динамически обновляемой картины состояния окружающей среды. Это включает оценку химического состава воды, характеристик растительности и других показателей, релевантных для комплексной экологической диагностики.

Методом оценки в данной работе является моделирование с использованием многослойных нейронных сетей [5], обученных на собранных эмпирических данных и способных формировать краткосрочные и среднесрочные прогнозы. Такой подход обладает существенными преимуществами по сравнению с традиционными методами, позволяя сокращать временные затраты, повышать точность прогнозирования и улучшать качество принимаемых управленческих решений.

Заключение. Проведенное исследование демонстрирует, что нейронные сети представляют собой эффективный инструмент для оптимизации процессов мониторинга и оценки состояния окружающей среды в городах. Они обеспечивают высокоточную обработку больших объемов данных, способствуют выявлению скрытых взаимосвязей между параметрами среды и расширяют возможности прогнозирования изменений экологической обстановки. Вместе с тем для полного раскрытия потенциала данных технологий необходимо решить комплекс задач, связанных со стандартизацией применяемых методик, повышением доступности и качества исходных данных, а также интеграцией результатов нейросетевого анализа в действующие системы городского управления.

Реализация указанных мер позволит существенно снизить негативное воздействие хозяйственной деятельности на природную среду, сформировать более комфортные условия проживания и обеспечить устойчивое развитие городских территорий. Внедрение нейронных сетей в процессы мониторинга и оценки состояния окружающей среды можно рассматривать как перспективное направление, способствующее улучшению экологической ситуации в городах и повышению качества жизни населения.

Список литературы

1. Потылицына Е.Н., Липинский Л.В., Сугак Е.В. Использование искусственных нейронных сетей для решения прикладных экологических задач. *Современные проблемы науки и образования.* 2013;(4). URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=9779 (дата обращения: 14.10.2025).

2. Olawade DB, Wada OZ, Ige AO, Egbewole BI, Olojo A, Oladapo BI. Artificial Intelligence in Environmental Monitoring: Advancements, Challenges, and Future Directions. *Hygiene and Environmental Health Advances.* 2024;12:100114. https://doi.org/10.1016/j.heha.2024.100114

3. Zitzlsberger G, Podhoranyi M, Svaton V, Lazecky M, Martinovic J. Neural Network-Based Urban Change Monitoring with Deep-Temporal Multispectral and SAR Remote Sensing Data. *Remote Sensing*. 2021;13(15):3000. https://doi.org/10.3390/rs13153000

4. *Сайт «Парк Темерник»*. URL: https://park-temernik.ru/karta-reki (дата обращения: 14.10.2025).

5. Wu P, Zhang Z, Peng X, Wang R. Deep Learning Solutions for Smart City Challenges in Urban Development. *Scientific Reports.* 2024;14(1):5176. https://doi.org/10.1038/s41598-024-55928-3

Об авторах:

Полина Евгеньевна Олейникова, студент 1 курса магистратуры Института опережающих технологий «Школа Икс» Донского государственного технического университета (344041, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, ул. Шаповалова, 2а), olejnikovapolina@gmail.com

Владислав Олегович Глаголев, студент 1 курса магистратуры Института опережающих технологий «Школа Икс» Донского государственного технического университета (344041, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, ул. Шаповалова, 2а), vlra338565@gmail.com

Виктория Сергеевна Линник, студент 1 курса Института опережающих технологий «Школа Икс» Донского государственного технического университета (344041, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, ул. Шаповалова, 2а), crazymeowvika@gmail.com

Конфликт интересов: **авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Polina E. Oleynikova, 1st Year Master's Degree Student of the Institute of Advanced Technologies "School of X", Don State Technical University (2a, Shapovalova Str., Rostov-on-Don, 344041, Russian Federation), olejnikovapolina@gmail.com

Vladislav O. Glagolev, 1st Year Master's Degree Student of the Institute of Advanced Technologies "School of X", Don State Technical University (2a, Shapovalova Str., Rostov-on-Don, 344041, Russian Federation), vlra338565@gmail.com

Viktoria S. Linnik, 1st Year Student of the Institute of Advanced Technologies "School of X", Don State Technical University (2a, Shapovalova Str., Rostov-on-Don, 344041, Russian Federation), crazymeowvika@gmail.com

Conflict of Interest Statement: **the authors declare no conflict of interest.**

All authors have read and approved the final manuscript.