

3. Современные методы очистки питьевой воды URL: <https://diasel.ru/article/sovremennyye-metody-ochistki-pitevoj-vody/> (дата обращения: 28.12.2024).

4. Гладких С.Н., Семчук Н. Н. Экология воды Великого Новгорода // Актуальные направления научных исследований: технологии, качество и безопасность: сборник материалов II Национальной (Всероссийской) конференции ученых 17–19 мая 2021 г. ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет». – Кемерово. 2021. С.63-64.

5. Гладких С.Н., Дмитрук Н. Г., Дружнова М. П. Исследование и очистка природной и питьевой воды Великого Новгорода / Современные подходы к развитию агропромышленного, химического и лесного комплексов. Проблемы, тенденции, перспективы: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород. 2021. С. 390-395.

DOI: 10.34680/978-5-89896-744-4/2021.AIC

6. De Gisi, G. Lofrano, M. Grassi, M. Notarnicola Characteristics and Adsorption Capacities of Low-Cost Sorbents for Wastewater Treatment: A Review // Sustainable Materials and Technologies, 2016. N.9. P. 10-40.

7. Abdel-Shafy, H. I. Chemical Treatment for Removal of Heavy Metals from Industrial Wastewater // Egyptian Journal of Chemistry, 2015. Vol. 58. Iss. 1. P. 1–12.

УДК 628.3:621.3

В.Н. Штепа, зав. кафедрой, д-р техн. наук (БГТУ, г. Минск);
А.В. Бобрикович, Ю.В. Бобрикович (МРК, г. Минск)

НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДУЛЬ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗА ПАРАМЕТРОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

С учётом многопараметричности, сложности формализации, нестационарности, нелинейности процессов, происходящих при очистке сточных вод (СВ), крайне востребованным и актуальным становится создание продуктовых решений, которые бы аналитически поддерживали соответствующее управление [1, 2]. Одними из важных задач являются: прогнозирование показателей качества СВ, как временных рядом, и регрессионное моделирование работы очистных сооружений (ОС) [3]. Для таких целей вполне целесообразно разработать программный продукт на основе нейронных сетей (НС).

Созданное решение использует базу SQLite3, которая хранит наборы параметров в одном файле, обеспечивая простоту использования и легкость развертывания. Дополнительно SQLite3 поддерживает

стандартный SQL и предоставляет функции для работы с данными, такие как: создание таблиц, выполнение запросов, индексирование и транзакции. Логика программного обеспечения (ПО) написана на Python 3.7: имеются встроенные возможности для работы с файлами, строками, списками, словарями, функциями и другими структурами. Интерфейс ПО был реализован с помощью фреймворка Tkinter (стандартная библиотека для создания графического пользовательского интерфейса (GUI)). На рис. 1 представлено окно «Открыть импорт» программного продукта.

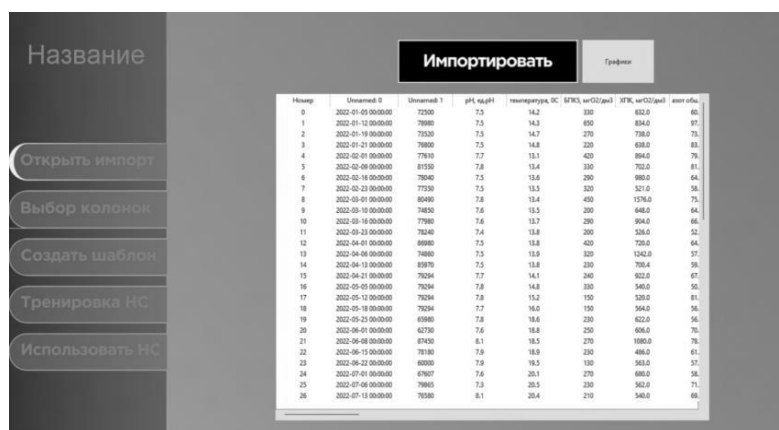


Рисунок 1 – Интерфейс окна «Открыть импорт» программного нейросетевого модуля

Реализован переход на вкладку «Тренировка НС» (рис. 2). В поле «Количество эпох» обеспечено ведение числа эпох для обучения НС (в целых натуральных числах), а в поле «Тест выборка (%)» процента для тестовой выборки при обучении нейросети, как правило 20%. После ввода всех данных на этой вкладке следует обучить нейросеть путем выбора в меню с левой стороны шаблона, потом нажать кнопку «Train».

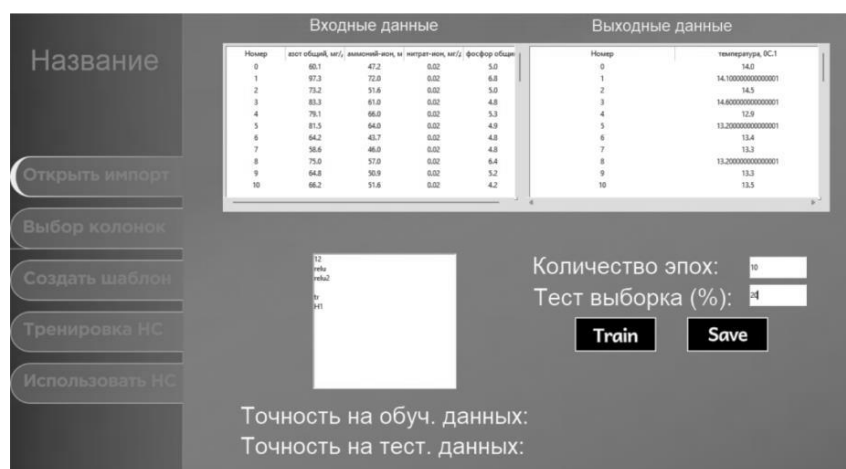


Рисунок 2 – Интерфейс вкладки «Тренировка НС» программного нейросетевого модуля

Используя фактические наборы параметров, полученные на основе работы системы сбора информации на реальных очистных сооружениях [4], провели апробацию программного модуля в контексте качества синтеза НС прогнозирующей временной ряд показателя качества СВ «рН» (рис. 3).

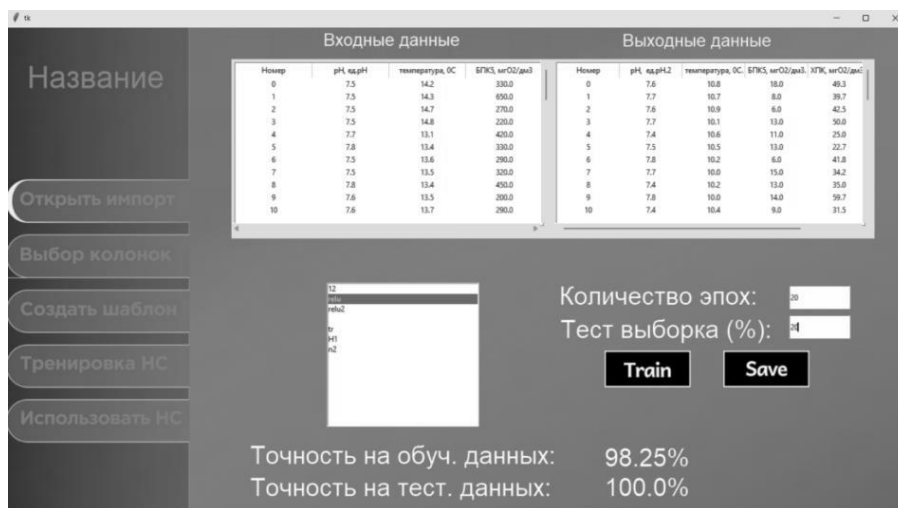


Рисунок 3 – Апробация программного нейросетевого модуля (на примере прогноза «рН» в входе очистных сооружений)

После обучения нейросети в нижней части экрана представлены метрики (см. рис. 3). Полученные данные (точность: на обучающей выборке – 98,23 %, тестирующей выборке – 100 %; отсутствует переобучение) позволяют сделать вывод о перспективности развития такого продуктового решения.

Программный нейросетевой модуль оценки параметров очистки СВ является продуктовым решением поддержки принятия решений и может дополнять базовое ПО цифровизации водопроводно-канализационных хозяйств [5].

*Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ
(договор №Ф23У-012 от 02.05.2023 года)*

ЛИТЕРАТУРА

1. Практическое использование информационно-аналитической системы оценки экологической безопасности водоотведения / В.Н. Штепа [и др.] // Искусственный интеллект в Беларуси, Минск, 12-13 октября 2023 года / Объединенный институт проблем информатики. – Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2023. – С. 251–256.
2. Системный анализ компьютерно-интегрированного комплекса мониторинга и прогнозирования рисков возникновения чрезвычайных ситуаций на объектах коммунально-промышленного водоотведения / В.Н. Штепа [и др.] // Инновационные технологии защиты от

чрезвычайных ситуаций, Минск, 28 сентября 2023 года. – Минск: УГЗ, 2023. – С. 20 – 21.

3. Предобработка данных и обоснование подходов использования нейросетевого прогнозирования значений pH сточных вод / В.Н. Штепа [и др.] // Интеллектуальные информационные системы: теория и практика: сборник научных статей по материалам IV Всероссийской с международным участием конференции, Курск, 21-23 ноября 2023 года / Курский государственный университет; отв. ред. А.А. Халин. - Курск, 2023. - С. 166-173.

4. Предиктивное управление процессом биологической очистки сточных вод на основе нейросетевого прогнозирования pH / В.Н. Штепа [и др.] // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2024. - № 1 (133). - С. 149-155.

5. О задачах цифровизации систем водоотведения коммунально-промышленных объектов / И. В. Войтов [и др.] // Нефтегазохимия – 2023: материалы VI Международного научно-технического форума по химическим технологиям и нефтегазопереработке, Минск, 1–3 ноября 2023 г. – Минск: БГТУ, 2023. – С. 147–151.

УДК 662.75

Е.Н. Макеева, зав. кафедрой, канд. техн. наук;
О.Ю. Морозова, ст. преп. (ГГТУ им. П. О. Сухого, г. Гомель)

ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ СЖИГАНИИ ПЕЧНОГО БЫТОВОГО ТОПЛИВА

В качестве резервного или аварийного источника топливоснабжения котельных и ТЭЦ длительное время являлся мазут, который фактически был стратегическим видом топлива, вследствие чего вопрос о его замене на какой-либо альтернативный вариант даже не рассматривался [1]. Однако, по решению Республиканской комиссии по контролю за осуществлением расчетов за природный газ, электрическую и тепловую энергию Совета Министров Республики Беларусь от 26.06.2011 года, в целях экономии топливно-энергетических ресурсов Министерству энергетики было поручено исключить сжигание топлива на поддержание мазутного хозяйства на пиковых котельных.

Кроме этого, вопрос, связанный с заменой резервного мазутного источника топливоснабжения пиковых котельных на альтернативный, очередной раз остро встал после получения рекомендаций Гомельского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей