

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ ЦИФРОВОГО МОНИТОРИНГА СТОЧНЫХ ВОД ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

**Богданов Н. С.<sup>1</sup>, Семенова Т. С.<sup>1</sup>**

**Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Семенова Т. С.**

<sup>1</sup>Университет ИТМО

nikitabogdanovserg@gmail.com

### **Введение**

Современный экологический мониторинг переживает этап цифровой трансформации, связанный с переходом от периодического контроля к непрерывному мониторингу состояния окружающей среды. Особенно актуальной данная тенденция становится для промышленных предприятий пищевой отрасли, сточные воды которых характеризуются высоким содержанием органических веществ, жиров и взвешенных частиц. Соответствие наилучшим доступным технологиям для обеспечения эффективной работы очистных сооружений в соответствии с ИТС 22.1-2021 и ИТС 8-2022 требует внедрения новых подходов к контролю и управлению процессами очистки сточных вод [1, 2].

Целью работы является исследование эффективности применения алгоритмов машинного обучения для анализа данных цифрового экологического мониторинга и поддержки принятия решений при управлении процессами очистки сточных вод.

### **Основная часть**

Традиционные методы мониторинга, основанные на периодическом лабораторном анализе проб, не обеспечивают необходимой оперативности управления технологическими процессами. Внедрение сенсорных платформ цифрового мониторинга позволяет получать многопараметрические данные в режиме реального времени, формируя массивы экологических данных высокой размерности [3].

Однако появление потоковых данных приводит к новой задаче — необходимости их интеллектуального анализа. Классические методы статистики и корреляционного анализа оказываются недостаточными для выявления сложных нелинейных зависимостей и прогнозирования состояния системы. В этой связи методы машинного обучения становятся перспективным инструментом анализа данных экологического мониторинга.

Сенсорные системы мониторинга формируют многомерные временные ряды, включающие показатели рН, температуры, электропроводности и растворённого кислорода. Данные характеризуются высокой частотой измерений, нестационарностью, наличием шума и аномалий, а также выраженной временной и пространственной зависимостью параметров.

Алгоритмы анализа данных, рассматриваемые в работе, позволяют решать следующие практические задачи:

- прогнозирование параметров качества сточных вод;
- обнаружение аномалий в работе очистных сооружений;
- оптимизация управления технологическим процессом очистки;
- анализ взаимосвязей между физико-химическими параметрами.

Для решения поставленных задач использованы регрессионные модели, методы кластеризации и ансамблевые алгоритмы машинного обучения. Их применение позволяет

выявлять скрытые закономерности в многопараметрических временных рядах и строить предиктивные модели состояния очистных сооружений.

Интеграция данных сенсорного мониторинга и методов машинного обучения формирует основу интеллектуальной системы поддержки принятия решений, обеспечивающей переход от реактивного управления технологическими процессами к предиктивному управлению.

### **Выводы**

Показана перспективность практического применения методов машинного обучения для анализа данных цифрового экологического мониторинга сточных вод. Использование ML-алгоритмов позволяет повысить точность прогнозирования параметров сточных вод, автоматизировать обнаружение аномалий и оптимизировать процессы очистки. Разработанный подход может быть использован при модернизации систем экологического контроля промышленных предприятий и создании интеллектуальных систем управления очистными сооружениями.

### **Литература**

1. ИТС 22.1 – 2021. Общие принципы производственного экологического контроля и его метрологического обеспечения. – Режим доступа: [https://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?UrlId=1647&etkstructure\\_id=1872](https://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?UrlId=1647&etkstructure_id=1872)
2. ИТС 8 – 2022. Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях. – Режим доступа: [https://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?UrlId=1850&etkstructure\\_id=1872](https://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?UrlId=1850&etkstructure_id=1872)
3. Forhad H. M., Uddin Md. R., Chakrovorty R. S. et al. IoT based real-time water quality monitoring system in water treatment plants (WTPs) // Heliyon. 2024. Vol. 10, Issue 23. e40746. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e40746