

**ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ДАТЧИКОВ В СИСТЕМАХ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ СТОЧНЫХ ВОД**

Гопкин К.А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н. Сергиенко О.И.
(Университет ИТМО)

Введение. Одной из наиболее значимых областей применения цифровых датчиков является очистка сточных вод, поскольку, учитывая ухудшение состояния водоемов и необходимость соблюдения экологических норм, с каждым годом растет потребность в эффективных системах производственного экологического контроля на очистных сооружениях [1]. С увеличением объемов данных и потребности в их быстром и точном анализе, роль датчиков возрастает не только для мониторинга в реальном времени, но и для автоматизации процессов очистки. В системах производственного экологического контроля датчики играют ключевую роль на всех этапах очистки – от первичного сбора и усреднения сточных вод до окончательной очистки и обеззараживания перед сбросом в водные объекты или централизованные системы водоотведения. Целью работы является анализ возможностей применения цифровых датчиков в составе физических моделей процессов очистки производственных сточных вод с дальнейшим переходом к обработке полученных данных на основе методов машинного обучения.

Основная часть. Основными параметрами для контроля качества сточных вод являются: pH, температура, электропроводность, содержание растворенного кислорода, фосфатов и нитратов, ХПК, БПК, а также мутность и окисляемость. Наряду с данными параметрами существует целый ряд технологических показателей, характерных для состава сточных вод в каждой из отраслей промышленности, относящихся к областям применения наилучших доступных технологий. Понятно, что в настоящее время нет возможности контролировать в реальном времени все идентифицируемые показатели качества сточных вод, и поэтому важной является задача выявления корреляционных связей между отдельными показателями, являющимися маркерными для производственных процессов и технологий, вместо контроля установленных многочисленных технологических показателей. Кроме того, автоматизация процессов мониторинга с применением цифровых датчиков также позволила бы уменьшить влияние человеческого фактора и повысить точность операций [2].

В рамках работы были рассмотрены датчики различных производителей, а также их достоинства и недостатки. Датчики с платформой Waspote Plug Sense компании Libelium (Испания) широко применяются в ряде стран для мониторинга состава сточных вод; предусматривается возможность расширения спектра анализируемых загрязнителей; к минусам относится высокая цена, а также необходимость частой калибровки. Линейка многопараметрических датчиков AquaTROLL In-Situ (США) используется для мониторинга поверхностных, грунтовых и сточных вод по показателям измерения pH, температуры, электропроводности, уровня кислорода, мутности, окисляемости и др.; преимуществом является возможность автономной работы в течение длительного времени, удобный интерфейс и программное обеспечение, но при этом они обладают сложной настройкой. Компания Nojiba (Япония), известная своими инновациями в области автоматизации и измерительных технологий, предлагает портативные и стационарные датчики 11 видов с высокой степенью защиты и надежности, но их отличает высокая стоимость, ограничения по подключению и необходимость частой калибровки. Среди отечественных производителей известна компания Виста-аналит, специализирующаяся на аналитическом оборудовании для мониторинга качества воды; недостатком является отсутствие поддержки многопараметрического мониторинга при высокой цене, сложность интеграции в систему очистки и ее удорожание. Smartsensors (Китай) предлагает разнообразные модели для

мониторинга данных в реальном времени, они обладают доступной ценой и просты в обращении; к недостаткам можно отнести проблемы с точностью и долговечностью, необходимость регулярной калибровки. Однако проблема меньшей точности измерений компенсируется низкой стоимостью.

Интеграция датчиков в систему очистных сооружений является важной задачей для проведения непрерывного мониторинга качества очистки воды. В ходе исследований на физических моделях в лаборатории промышленной экологии Университета ИТМО были использованы датчики компании Libelium и система Waspnote Plug & Sense! Smart Water для определения корреляционных связей между такими параметрами сточных вод, как pH, температура, электропроводность и содержание растворенного кислорода [3].

В качестве физических моделей использовали жироловушку, модели горизонтального и тонкослойного отстойников, флотатора и электрофлотатора. В качестве исследуемых сточных вод использовали модельные растворы, характерные для мясоперерабатывающих предприятий. Полученные с помощью датчиков Libelium данные в реальном времени передавались на платформу Waspnote для обработки и анализа, что позволяет формировать базы данных для дальнейшего корреляционного анализа и выявления наиболее эффективных схем очистки. Вывод результатов измерений на экран также позволяет быстро реагировать на изменения в качестве очищенной воды.

Использование данной платформы или подобных отечественных разработок позволит сформировать базу данных и создать систему предиктивного анализа для управления качеством очистки сточных вод и установления оптимальных режимов и параметров очистки.

Выводы. Результаты исследования могут быть использованы для сокращения перечня контролируемых технологических показателей до тех маркерных показателей, которые наиболее сильно влияют на эффективность очистки. Применение цифровых датчиков в системах производственного экологического контроля очистных сооружений позволит значительно повысить точность и надежность мониторинга качества воды на всех этапах очистки.

В целом принятие обоснованных решений по управлению процессами очистки в реальном времени будет способствовать повышению ресурсной эффективности работы очистных сооружений и снижению затрат на реагенты и энергию.

Список использованных источников:

1. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод/Учебник для вузов: - М.: АСВ, 2004. – 704 с.
2. Мещурова Т. А., Ходяшев М. Б., Киселева Н. П., Варюхина С. А., Ноздрюхин А. Д. Выбор показателей сбросов загрязняющих веществ, подлежащих автоматическому контролю // Проблемы региональной экологии. - 2019. - №4. - С. 15-20.
3. Семенова Т.С., Сергиенко О.И., Дидиков А.Е. Simulation modeling as a tool for predicting the quality of wastewater treatment in food production // VII International Conference on Actual Problems of the Energy Complex and Environmental Protection (APEC-VII-2024) - 2024, No. 254, pp. 1-7.