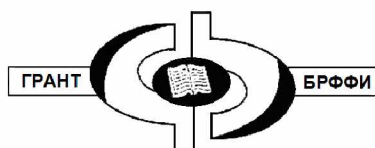


МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



БЕЛОРУССКИЙ РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ФОНД  
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



## **ПЕРЕРАБОТКА И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

Сборник статей  
III Международной научно-практической конференции

*Минск, 23-24 марта 2017 года*

Минск  
БГАТУ  
2017

УДК 628.16.087+631.171:636.5

**Штепа В.Н., кандидат технических наук, доцент, Кот Р.Е.**

Полесский государственный университет, г. Пинск, Республика Беларусь

**Заец Н.А., кандидат технических наук, доцент**

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина

## АВТОМАТИЗАЦИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ СИСТЕМ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Согласно “Водной стратегии Республики Беларусь на период до 2020 года” поступление загрязнений от рассредоточенных источников с урбанизированных и сельскохозяйственных территорий оказывает сопоставимое со сточными водами негативное воздействие на качество водных ресурсов.

При этом доля агропромышленного и пищевого комплексов в водопотреблении рядом с электроэнергетикой и жилищно-коммунальным сектором является одной из наиболее значимых и составляет около 20%.

Например, мощными водопотребителями являются птицеводческие комплексы – ими сбрасывается около 50% полученной воды в зависимости от технологии производства и региона. Сточные воды промышленных птицеводческих комплексов по многим параметрам превосходят установленные нормы по сбросу в водоемы [1].

На сегодняшний день из общего объема сточных вод применяются соответственно: к 68% – механические методы очистки воды, к 3% – физико-химические методы очистки воды и к 29% – биологические методы очистки. Как показала практика внедрения систем водоочистки [2] действительный эффект достигается только при комбинировании разных методов.

С технологической точки зрения разработка новых методов использования технологий водоочистки вызвана их известными эксплуатационными недостатками.

*Для систем, которые применяют физические (механические) методы такими технологическими недостатками являются:*

- возможность создания, в результате частичного засорения фильтрующих элементов, колоний бактерий на работающих средствах водоочистки (фильтры);
- накопление вредной для человека и окружающей среды отфильтрованной массы (фильтры, центрифуги, отстойники, гидроциклоны);
- исключительно проточный непрерывный режим работы (фильтры, центрифуги);
- уничтожение только самих вирусов, микробов и бактерий, а не более вредных продуктов их жизнедеятельности (ультразвук, облучение, озонирование);
- уничтожение полезной (необходимой для человека) микрофлоры (ультразвук, озонирование, облучение);
- ограниченность эффекта последствия и проникающей способности при высокой концентрации загрязнителя (озонирование, облучение, ультразвук).

*Недостатки химических методов:*

- высокая вероятность образования в результате химических реакций новых соединений, которые больше вредны для человека и окружающей среды, чем первоначальные загрязнители (все средства);
- накопление большого объема вредных комплексов "отработанный реагент + загрязнитель" (коагуляция, флокуляция) и наличие реагентного хозяйства, которое само и является загрязнителем окружающей среды (все средства);
- уничтожение полезной микрофлоры (хлорирование).

*Недостатки биологических методов:*

- высокие требования по соблюдению технологии (температура, давление, входящий состав воды); соответственно, большие затраты энергоресурсов или остановка очистки (все средства);
- неадаптированность к существующим "залповым" выбросам химически активных вредных веществ (все средства);
- большая сложность и затратность интенсификации (ускорение) процессов очистки (вермиккультура, биологические пруды).

Общим недостатком методов является то, что необходимо контролировать в режиме реального времени десятки параметров качества воды и технологических процессов, а существуют и надёжно работают на промышленных объектах только единицы автоматизированных измерительных приборов. При этом при проектировании систем водоочистки не учитывается возможность действия чрезвычайных ситуаций техногенного и природного происхождения, хотя для рационального природопользования это необходимо.

Проанализировав выше приведённое, очевидно, что автоматизированное применение методов и средств водоочистки, с проведением комплекса экспериментально-аналитических исследований, которые устранят концептуальные недостатки традиционных подходов, в том числе при комбинированной работе – важная задача в контексте обеспечения экологической безопасности окружающей среды [2]. Однако, построение таких систем затруднено в результате нелинейности, размытости и нестационарности, зашумленности входной в систему автоматизации информации [1].

Поэтому рекомендуется применение математического аппарата способного работать в таких условиях. Заявленным требованиям соответствуют блоки управления на основе систем вычислительного интеллекта: когнитивные карты, нейронные сети, блоки фильтрации сигнала (рисунок 1).

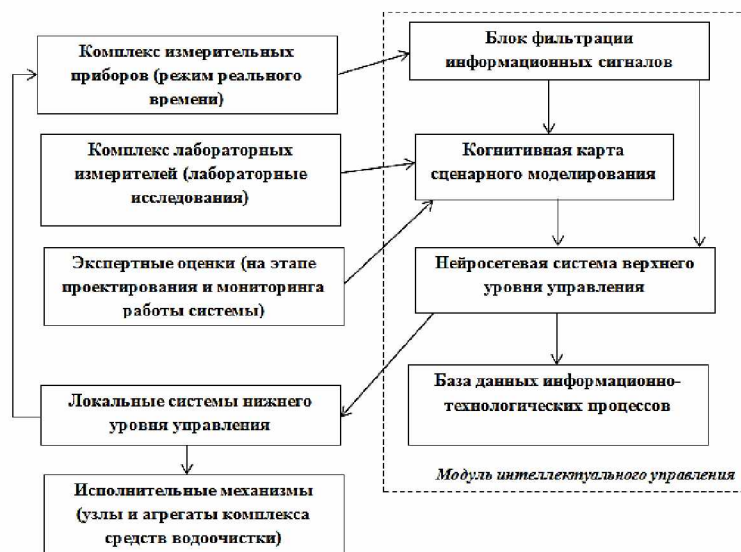


Рисунок 1 – Архитектура системы управления комбинированными комплексами водоочистки стоков промышленных объектов

При этом система управление включает два уровня:

- верхний уровень (интегрированный интеллектуальный модуль) – на основе нейросетевых технологий вырабатываются стратегии использования технических средств (фильтрации сигналов и когнитивно-сценарного моделирования обеспечивают работу нейросетевого управления);
- нижний уровень – непосредственное управление техническими средствами исходя из выбранных стратегий управления: зависимо от информации с датчиков, лабораторных измерений и возможных экспертных корректив.

Вся информация периодически сохраняется в базе данных и может использоваться для адаптивного переобучения нейросетевой системы управления. Схема сбора технологической информации с технических средств водоочистки представлена на примере системы безопасного водопользования (СБВ), согласно патента Республики Беларусь №10981 (рисунок 2).

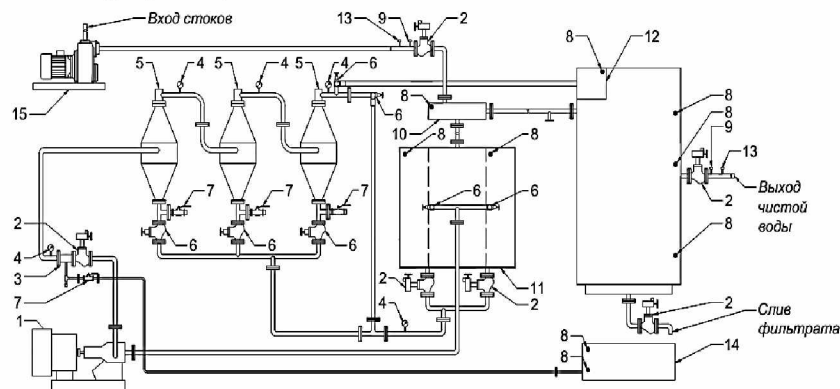


Рисунок 2 – Структурная схема расположения измерительных приборов базового модуля очистки сточных вод СБВ: 1 – агрегат электронасосный, 2 – кран шаровой нержавеющей фланцевый с электроприводом, 3 – эжектор, 4 – манометр электроконтактный типа, 5 – электрогидроциклон, 6 – вентиль нержавеющей запорный фланцевый, 7 – кран шаровой нержавеющей фланцевый, 8 – измеритель (датчик) уровня, 9 – измерительный элемент комплекса ОВП и рН, 10 – распределительное устройство, 11 – электрокоагулятор, 12 – распределительное устройство фильтра, 13 – мутномер, 14 – сгуститель

Функциональные характеристики синтезированной системы автоматизации (рисунок 1), в результате имитационного моделирования в среде “Simulink MatLAB”, подтвердили, что она соответствует технологическим требованиям: относительная среднеквадратическая ошибка работы – 3,82%.

**Выводы.** При создании систем автоматизации комбинированными установками водоочистки промышленных стоков, с учётом нелинейности, нестационарности и размытости входной информации, рационально построить двухуровневую систему управления с использованием интеллектуальных решений: когнитивных карт и нейронных сетей при фильтрации каналов передачи данных от датчиков.

Список использованной литературы

1. Штепа, В. М. Обґрунтування архітектури системи управління комплексними методами очистки стічних вод промислових об'єктів / В. М. Штепа // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків: ХНУТСГ. – 2014. – Вип. 154. – С. 48–50.
2. Штепа, В. М. Оцінка енергетичних характеристик процесів очищення стічних вод агропромислових підприємств електротехнічними комплексами / В. М. Штепа // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К.: НУБіПУ. – 2014. – Вип. 194. – Частина 3. – С. 259 – 265.