



**ПЕРВАЯ ВЫСТАВКА-ФОРУМ
ИТ-АКАДЕМГРАДА
«ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ
В БЕЛАРУСИ»**

13–14 октября 2022 года, Минск

ДОКЛАДЫ



Национальная академия наук Беларуси



Объединенный институт проблем информатики
Национальной академии наук Беларуси

**ПЕРВАЯ ВЫСТАВКА-ФОРУМ
IT-АКАДЕМГРАДА
«ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ
В БЕЛАРУСИ»**

13–14 октября 2022 года, Минск

Доклады

Минск
ОИПИ НАН Беларуси
2022

УДК 004(470+476)(061.3)

Первая выставка-форум IT-академграда «Искусственный интеллект в Беларуси» : сборник докладов, Минск, 13–14 октября 2022 г. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2022. – 122 с.
ISBN 978-985-7198-13-9.

В сборнике представлены доклады представителей государственных органов, учреждений образования, ученых и специалистов научно-исследовательских организаций, занимающихся исследованиями в области применения методов искусственного интеллекта.

Адресуется исследователям, практическим работникам и широкому кругу читателей.

Доклады, вошедшие в настоящий сборник, представлены в авторской редакции.

Печатается по решению программного комитета Первой выставки-форума IT-академграда «Искусственный интеллект в Беларуси».

Научное издание

ПЕРВАЯ ВЫСТАВКА-ФОРУМ
IT-АКАДЕМГРАДА
«ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ
В БЕЛАРУСИ»

Государственное научное учреждение «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/274 от 04.04.2014.

Ул. Сурганова, 6, 220012, Минск.

ISBN 978-985-7198-13-9

© Оформление. ОИПИ НАН
Беларуси, 2022

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

В. Н. Штепа¹, Н. Ю. Золотых²

¹Полесский государственный университет, Пинск, Беларусь
shtepa.v@polessu.by;

²Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н. И. Лобачевского, Россия
nikolai.zolotykh@itmm.unn.ru

Введение. В водопроводно-канализационных хозяйствах по каналу «качество водных ресурсов» фактически невозможно реализовать реагирования на риски чрезвычайных ситуаций (ЧС) в режиме реального времени [1], особенно в случае действия залповых выбросов загрязнителей [2, 3]. На основе анализа технологической ситуации была создана матрица взаимосвязей измерительных устройств, конструктивно-технологических способов очистки и показателей качества водных ресурсов [1]. Ее оценка указывает на недостаточность номенклатуры измерительного оборудования способного работать в реальном времени на около 71 % [3]. Соответственно, можно сформулировать проблемную область обеспечения эффективности обработки водных растворов, очистки питьевой и сточных вод и факторы, вызывающие риски населению, техногенную нагрузку на окружающую среду и усложняющие управление экологической безопасностью окружающей среды: возможность действия непредсказуемых ЧС природного и техногенного происхождения; отсутствие полноты информации относительно конкретных комбинированных процессов водоочистки (каждый объект имеет свои особенности и параметры настройки оборудования для эффективного функционирования); многофакторность характеристик процессов; отсутствие измерительного оборудования показателей качества водных растворов или низкая точность и быстроедействие современных технических решений. Указанные недостатки используемых подходов при создании и эксплуатации сооружений очистки особенно актуальны для биологических способов редукации воды, поскольку кроме технологических агрегатов необходимо учитывать и биологическую составляющую такой биотехнической системы – активный ил (АИ) [4].

Поэтому перспективным является создание интеллектуальной системы анализа и прогноза экологической безопасности биологических сооружений очистки сточных вод (ИСАП ЭП БСОВ).

Технологические аспекты функционирования ИСАП ЭП БСОВ. В ПНД Ф СБ 14.1.92-96 изложены подходы по систематизации нитчатых микроорганизмов, которые выполняют ключевые задачи при очистки сточных вод. Вместе с тем методики оценки биоценоза активного ила достаточно трудоемкие, поэтому для экспресс-оценивания предложено использовать упрощённую схему экспертной оценки в качестве глобального критерия качества процесса управления с характеристиками, представленными в таблице 1.

Структура информационных потоков системы поддержки принятия решения (СППР) процессами на биологических очистных сооружениях (БОС) представлена на рисунке 1.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В БЕЛАРУСИ

Таблица 1. Шкала оценки жизнеспособности биоценоза АИ очистных сооружений

Наименование	Критерий жизнеспособности активного ила
Обозначение	α
Диапазон шкалы	0 – 5
Тип шкалы	дискретный целочисленный
Физическая трактовка шкалы	5 – «отлично» (активный ил имеет высокий прирост биомассы нужных эколого-трофических групп микроорганизмов, активность биологических процессов максимальна для данного видового состава); 4 – «хорошо» (*); 3 – «удовлетворительно» (*); 2 – «неудовлетворительно» (*); 1 – «стойкое отмирание» (активный ил метаболически неактивен по доминантным группам микроорганизмов, высокий уровень отмирания клеток, активность биологических процессов отсутствует); 0 – «гибель» (отсутствие живых форм)
Способ определения	экспертная оценка

Примечание «»* – трактовка в компетенции специалиста-технолога.

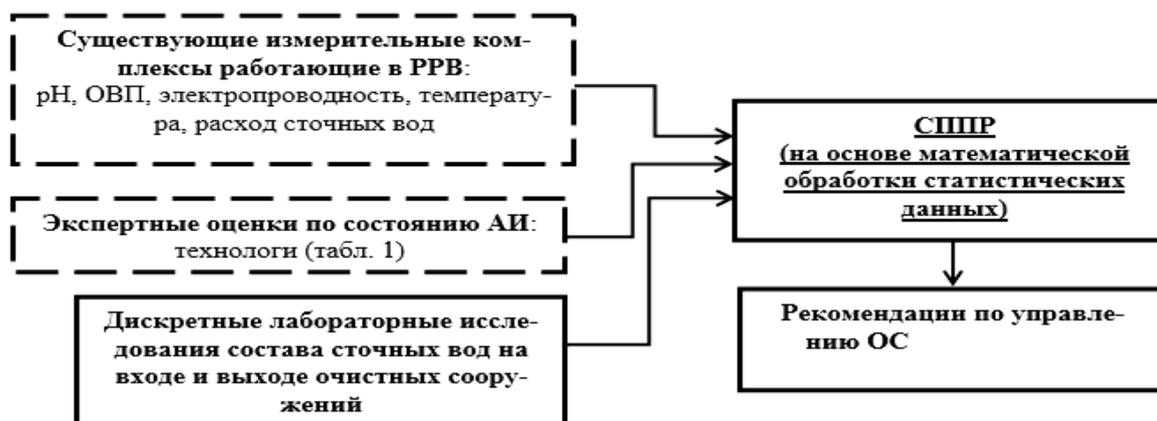


Рис. 1. Информационные потоки системы ИСАП ЭП БСОВ

Функционал программного обеспечения. Задачи программного обеспечения (ПО):

1. Синхронизировано по времени снимать и сохранять информацию в приближенном к режиму реального времени (РРВ) быстродействии (дискретность – 10 мин) данные поступающие со входа очистных сооружений:

- рН,
- окислительно-восстановительный потенциал (ОВП),
- электропроводность,
- растворенный кислород,
- расход сточных вод,
- температура.

2. Обеспечить консольный ввод экспертных данных о состоянии активного ила (см. табл. 1) – дискретность 1 раз в сутки.

3. Обеспечить консольный ввод результатов лабораторных анализов состава сточных вод (дискретность 1 раз в неделю):

- с входа очистных сооружений,
- с выхода очистных сооружений.

4. Вести базу данных всех указанных в пунктах 1–3 параметров и синхронизировать их по времени прохождения технологических процессов на БОС.

5. Графически отображать все данные в виде двумерных графиков (трехмерных поверхностей) и конвертировать информацию в общедоступные форматы табличных процессоров, например, «.xls».

6. Интеллектуальный аналитический модуль выполняет обработку данных и прогнозирование состояния АИ и эффективности очистки сточных вод.

Математический аппарат интеллектуального аналитического модуля. Рекомендации по управлению ОС формируются с использованием методов статистического анализа данных и машинного обучения. Решающее правило строится с помощью метода опорных векторов [5] на основе размеченных исторических данных. Настройка гипер параметров производится с помощью решения задачи глобальной оптимизации. Ранее данный подход был успешно применен в задаче предсказания спроса региона на воду [6].

Практическая реализация ИСАП ЭП БСОВ. Практическая реализация ИСАП ЭП БСОВ выполнена на очистных сооружениях коммунальных сточных вод г. Барановичи (Брестская область). Точки распределенного получения технологической информации представлены на рисунке 2.

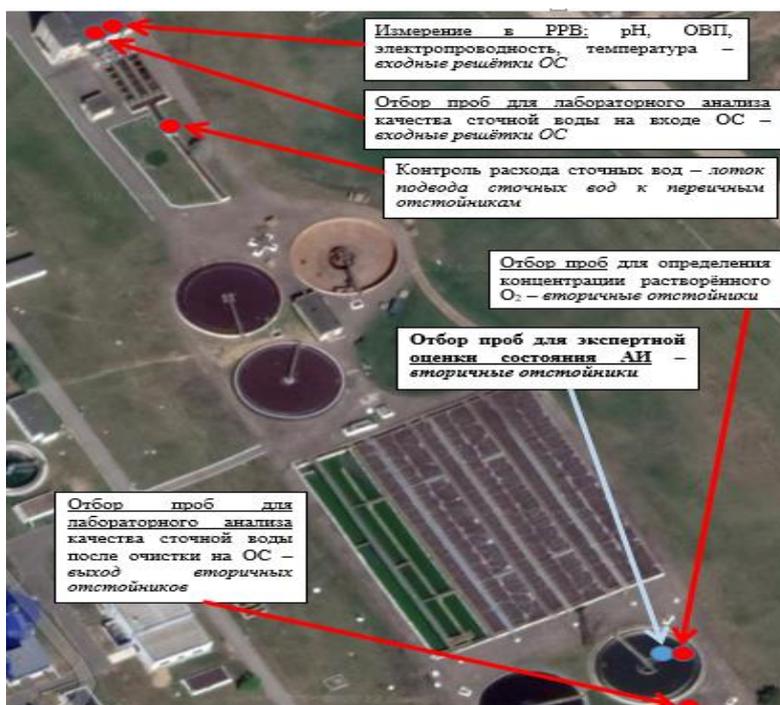


Рис. 2. Картографическая схема получения информации ИСАП ЭП БСОВ

Программное обеспечение создано на языке Python с использованием кросс-платформенного фреймворка Qt (рис. 3, 4). При таком подходе ориентировались, что использование Python облегчает подключение множества различных научных и других модулей для анализа данных, машинного обучения. Также использование Qt позволяет не завесить от платформы: ПО может работать на разных операционных системах (Windows, Linux, MacOS).

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В БЕЛАРУСИ

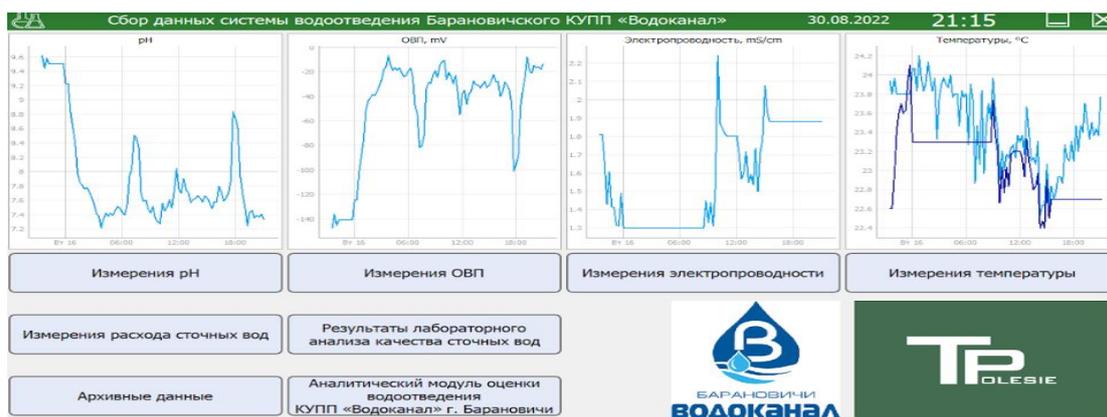


Рис. 3. Интерфейс главного окна ИСАП ЭП БСОВ



Рис. 4. Интерфейс программного обеспечения фиксации и визуализации технологических параметров БОС

Практическое внедрение ИСАП ЭП БСОВ позволило значительно упростить работу инженеров технологов очистных сооружений и, что главное, повысить эффективность обработки коммунальных сточных вод прежде всего за счет уменьшения запоздалости реакций на поступление залповых концентраций загрязнителей негативно влияющих на АИ – для г. Барановичи это серосодержащие токсиканты.

Заключение.

Построение интеллектуальных СППР сооружений очистки является необходимым решением для их экологически безопасного функционирования при этом технико-экономическое обоснование промышленного использования таких программно-аппаратных комплексов заключается в уменьшение расходов на использование ресурсов в штатном режиме (электроэнергия, реагенты) и недопущения гибели АИ (нештатные ситуации), который потом крайне долговременно, затратно и биотехнологически сложно регенерировать. Дальнейшие исследования целесообразно нацелить на трансформацию СППР в интеллектуальные системы автоматического управления БОС с распределёнными по сети водоотведения измерительными узлами с удалённым доступом, сенсоры которых могут энергоавтономно работать в режиме реального времени в агрессивных средах (например, получение данных о значениях: рН, ОВП, электропроводности, мутности, температуры), а также улучшения качества предсказания на основе новых методов анализа данных.

Список использованных источников

1. Штепа, В. Н. Концептуальные основы энергоэффективной системы управления комбинированными системами водоочистки / В. Н. Штепа // Известия высших учебных

заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика: научно-технический журнал. – 2016. – № 5. – С. 479 – 487.

2. Штепа, В. Н. Нейросетевой блок поддержки адаптивного управления комбинированными системами водоочистки / В. Н. Штепа // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П. О. Сухого: науч.-практ. журнал. – 2015. – № 4. – С. 37-43.

3. Штепа, В. Н. Этапы создания информационно-аналитических систем обеспечения регионального рационального водопользования / В. Н. Штепа, И. А. Янковский // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета: сб. науч. тр. / Сев.-Вост. науч. центр Трансп. акад. Украины ; [редкол. В. А. Богомоллов (гл. ред.) и др.]. – Харьков: ХНАДУ. – 2015. – № 70. – С. 119-121.

4. Alekseevsky, D. G. Formalization of the Task of Creating a Mathematical Model of Combined Wastewater Treatment Processes / D. G. Alekseevsky, Ye. Yu. Chernysh, V. N. Shtepa // Journal of Engineering Sciences : peer-reviewed scientific journal. - 2021. – Vol. 8, issue 2. - P. H1-H7.

5. Cortes, C. Support-vector networks / Cortes, Corinna; Vapnik, Vladimir // Machine Learning. – 1995. – Vol. 20, issue 3. - P. 273-297.

6. Candelieri, A. Tuning hyperparameters of a SVM-based water demand forecasting system through parallel global optimization / Antonio Candelieri, Ilaria Giordani, Francesco Archetti, Konstantin Barkalov, Iosif Meyerov, Alexey Polovinkin, Alexander Sysoyev, Nikolai Zolotykh // Computers and Operations Research. - 2019. – Vol. 106. - P. 202-209.

СОДЕРЖАНИЕ

Абламейко С. В. Искусственный интеллект в Беларуси: история развития и некоторые результаты.....	6
Голенков В. В. Методологические проблемы текущего состояния работ в области искусственного интеллекта	15
Николаев Г. И., Шульдов Н. А., Тузиков А. В., Андрианов А. М. Глубокое обучение и молекулярное моделирование для разработки потенциальных лекарств	24
Харин А. Ю. Обучение студентов и магистрантов в области Data Science в Белорусском государственном университете.....	26
Ковалев В. А., Филипович И. А., Козловский С. А. Некоторые проблемы безопасности медицинских систем, основанных на современных методах искусственного интеллекта.....	28
Нечаев С. Е., Терех И. С., Криштопова Е. А. От концепции к практической реализации «умного города» (на базе платформы «Абсолют: SmartCloud»).....	35
Залесский Б. А., Троцкий Ф. С., Абрамович М. В. Обнаружение и сопровождение объектов, наблюдаемых бортовой камерой БЛА	39
Штепа В. Н., Золотых Н. Ю. Интеллектуальная система анализа и прогноза экологической безопасности биологических сооружений очистки сточных вод	41
Богущ Р. П., Игнатъева С. А., Абламейко С. В. Сопровождение и повторная идентификация людей в интеллектуальных системах видеонаблюдения с применением сверточных нейронных сетей.....	46
Груммо Д. Г., Русецкий С. Г., Зеленкевич Н. А. Вероятностная оценка пространственного распределения ключевых биотопов национального парка «Нарочанский» на основе наземно-дистанционных прогностических параметров.....	54

Мальцев М. В., Харин Ю. С. О применении методов машинного обучения к решению задач защиты информации	62
Гецэвіч Ю. С., Зяноўка Я. С., Трафімаў А. С., Бакуновіч А. А., Латышэвіч Д. І., Драгун А. Я., Слесарава М. М., Тукай М. С. Комплекс сродкаў рэалізацыі задач штучнага інтэлекту для беларускай мовы.....	64
Гущинский Н. Н., Ковалев М. Я., Розин Б. М. Модели, методы и программные средства поддержки принятия решений при планировании замены традиционного парка автобусов электробусами	74
Снежко Э. В., Ковалев В. А., Косарева А. А., Павленко Д. А. Нейросетевой программный комплекс для поддержки принятия решений при диагностике заболеваний легких на основе рентгеновских и томографических изображений	80
Еськов С. А., Красный С. А., Малькевич В. Т. Предоперационное компьютерное 3D-моделирование в планировании органосохраняющей реконструктивной операции по поводу опухоли легкого центральной локализации.....	88
Абламейко М. С. Искусственный интеллект среди нас: необходимость правового регулирования.....	91
Бибило П. Н., Романов В. И. Продукционно-фреймовая модель представления знаний в логическом проектировании цифровых схем.....	97
Климук Д. А., Гуревич Г. Л., Журкин Д. М., Скрыгина Е. М. Применение республиканского регистра «Туберкулез» в практике работы фтизиатрической службы	102
Палуха В. Ю., Харин Ю. С. Программное средство энтропийного анализа дискретных временных рядов	103
Скоповец Е. Я., Вертёлко В. Р. Технологии биоинформатической обработки данных высокопроизводительного секвенирования микробиоты кишечника.....	108

Крамко Д. А.

Медицинская профилактика инвалидности у детей, родившихся с экстремально низкой и очень низкой массой тела с применением технологий искусственного интеллекта 114

Романова М. Л., Понтус А. Р., Максимов М. М.

Разработка системы аэрокосмического мониторинга эколого-функционального состояния городских зеленых насаждений на примере Минска 120