

ЛИТЕРАТУРА

1. Водопьянов, П. А. Стратегия бытия человечества: от апокалиптики к ноосферному веку / П. А. Водопьянов, В. С. Крисаченко. – Минск: Белорусская наука, 2018. – 306 с.
2. Валовой внутренний продукт СССР, 1970–1990 / Институт экономики и права Ивана Кушнера. – Режим доступа: <https://be5.biz/makroekonomika/gdp/su.html>. – Дата доступа: 01.08.2023.
3. Экономика природопользования: учебно-методическое пособие / А. В. Неверов [и др.]; под общ. ред. А. В. Неверова. – Минск: Колорград, 2016. – 400 с.

УДК 628.3:621.3

Войтов И.В., Смелов В.В., Дернович А.В.

(Белорусский государственный технологический университет)

Штепа В.Н.

(Полесский государственный университет)

О ЗАДАЧАХ ЦИФРОВИЗАЦИИ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ КОММУНАЛЬНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Существующие системы водоотведения (очистные сооружения являются их составной частью) в городах, районных центрах и больших промышленных предприятиях страны построены преимущественно по подходам к проектированию 70-х годов прошлого века. Соответственно, в настоящее время необходимо проведение их комплексной реконструкции и модернизации при ограниченных финансовых ресурсах, что требует максимальной детализации и адекватности технических заданий.

Систематизируя общегосударственную проблематику [1] в разрезе коммунально-промышленного водоотведения можно сказать, что значительное потребление ресурсов, стареющая инфраструктура, наличие биогенных элементов (часто новой природы происхождения), изменение климата, разветвлённые системы канализования сточной воды (СВ) приводят к необходимости внедрения более современных и комбинированных подходов к эффективному управлению системами водоотведения.

Одним из них является комплексное внедрение в отечественные водопроводно-канализационные хозяйства (ВКХ) технологий IoT (интернета вещей), виртуального представления реальных объектов, аппаратно-программных моделирующих решений на основе использования

искусственного интеллекта, распределённой и удалённой передачи информации – фактически, создания систем цифровых двойников (цифровых теней) технологических узлов водоотведения коммунальных и промышленных объектов.

Для проектирования концептуальной схемы соответствующей информационной системы контроля экологической безопасности целесообразно использовать методологию IDEF0 – приёмы функционального моделирования и графической нотаций. Стандарт представляет организацию как набор модулей; описание выглядит как «чёрный ящик» с входами, выходами, управлением и механизмом, который постепенно детализируется до необходимого уровня. Описание методологии IDEF0 содержится в рекомендациях Р 50.1.028-2001 «Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования».

На основе технологического анализа [2, 3] выбраны следующие категории параметров (согласно терминологии IDEF0) (рис. 1):

- *входящие факторы* (данные поступают от измерительных средств и лабораторного анализа): качество сточных вод отдельных абонентов, качество сточных вод на входе в очистные сооружения, расход СВ, состояние оборудования;

- *управляющие факторы*: нормативные требования к абонентам и сбросу в природные водоёмы, стоимость ресурсов, паспортные характеристики оборудования;

- *механизмы*: технологическое оборудование водоотведения;

- *результаты*: экологическая безопасность и ресурсозатратность системы.

Оценка контекстной диаграммы (см. рис. 1) позволяет сформулировать, что целью внедрения технологий цифрового моделирования является повышение экономической эффективности и экологической безопасности функционирования систем водоотведения на различных жизненных циклах путём использования современных информационно-коммуникационных технологий на основе IoT (интернета вещей), аппаратно-программных моделирующих решений с внедрением искусственного интеллекта, распределённой и удалённой передачи информации, виртуального представления реальных объектов.

При этом для достижения такой цели необходимо решить следующие задачи (этапы выполнения реального проекта):

1. Провести системный анализ технологических узлов объектов систем водоотведения.

2. Разработать техническое задание на аппаратную и программную части создания цифровых двойников (цифровых теней) объектов водоотведения.

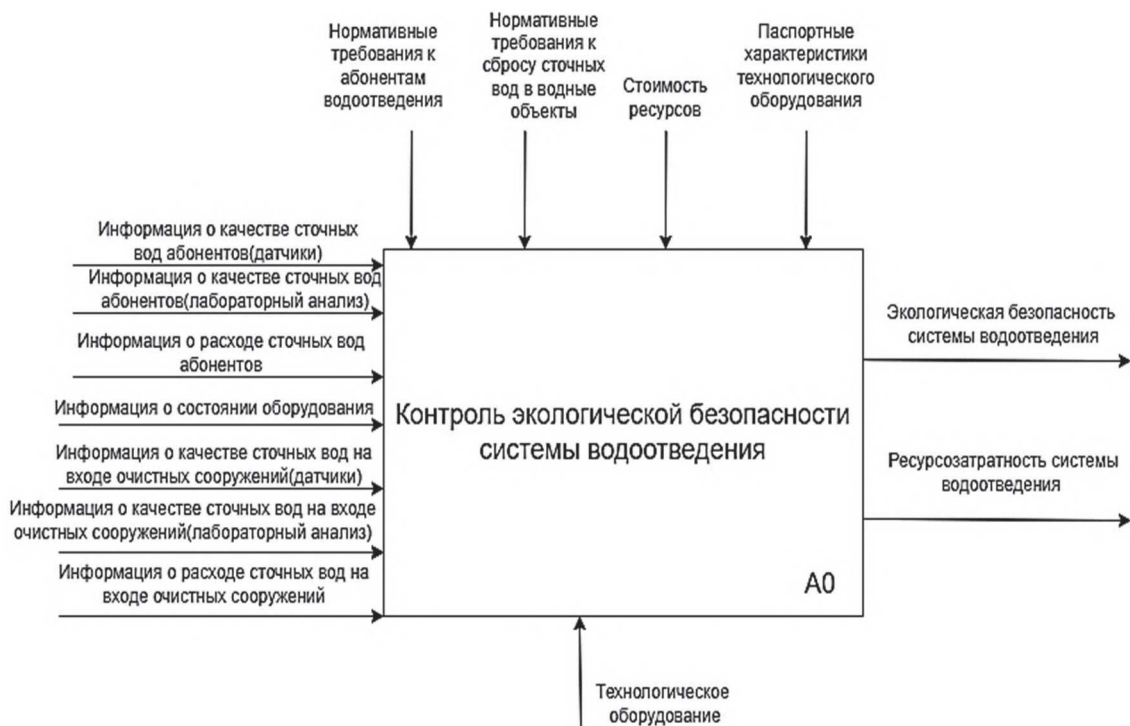


Рисунок 1 – Контекстная диаграмма контроля экологической безопасности водоотведения

3. Построить объектно-ориентированные виртуальные и математические модели выбранных базовых технологических узлов систем водоотведения объектов.

4. Провести монтаж и пусконаладку автоматизированных аппаратно-программных комплексов сбора и анализа технологической информации для обеспечения связи физических объектов с виртуальными моделями на объектах.

5. Создать специализированное программное обеспечение для функционирования цифровых двойников (цифровых теней) выбранных базовых технологических узлов водоотведения с интеграцией математических решений в виртуальные модели.

6. Реализовать качественное коммуникационное взаимодействие и сервис между физическими объектами и виртуальными моделями.

7. Выполнить расширенную аналитическую обработку для получения информации из набора данных о параметрах процессов технологических узлов систем водоотведения, включая с использованием математического аппарата искусственного интеллекта.

8. Параметризовать математические и компьютерные модели; обеспечить их адаптацию в режиме реального времени практическим задачам на основе информации из созданных специализированных баз данных водоотведения объектов водоотведения.

9. Реализовать комплексное внедрение цифровых моделей на объектах водоотведения с построением цифровых экосистем и баз знаний.

При этом внедрение цифровых моделей водоотведения позволит коммунально-промышленным предприятиям:

- улучшить эффективность управление системой водоотведения, включая повышение ресурсо- и энергоэффективности технологических процессов;

- улучшить экологическую безопасность, включая оптимизацию функционирования очистных сооружений;

- качественно планировать операции по техническому обслуживанию и ремонту агрегатов, оборудования и других составляющих элементов систем водоотведения;

- обеспечить раннее реагирование на потенциальные чрезвычайные ситуации техногенного характера, например, в случае попадания залповых концентраций загрязнителей на очистные сооружения;

- системно практико-ориентированно обучать персонал современным цифровым решениям;

- существенно адекватней формировать технические задания на строительство новых и/или реконструкцию (модернизация) существующих элементов систем водоотведения.

Отдельно необходимо отметить, что полученные программно-аппаратные результаты масштабного внедрения цифровых моделей (базы знаний и данных, программное обеспечение, аппаратные комплексы) станут крайне востребованными импортозамещающими информационными продуктами для объектов критической инфраструктуры ВКХ Республики Беларусь. Также они являются экспортно-ориентированной продукцией в связи с тем, что решения-аналоги, представленные на мировом рынке, имеют или более низкий функционал или очень значительную стоимость. При этом согласно прогнозов «Navigant Research», мировой рынок «умных» сетей водоотведения ждет рост годового оборота с 1,1 млрд. долларов США в 2013 году до более, чем 4 млрд. долларов США в 2024 году, что свидетельствует о его ненасыщенности прежде всего аналитическими продуктовыми решениями.

Заключение. Ключевой задачей внедрения цифрового моделирования водоотведения коммунально-промышленных объектов выступает построение единого информационного пространства транспортировки (трансформации) водных ресурсов от точки локального отведения до сброса в геоэкосистемы. Перспективным направлением дальнейших исследований является синтез методологии преодоления проблемы формирования репрезентативных и адекватных наборов данных для создания соответствующих математических и компьютерных моделей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Войтов, И. В. Совершенствование очистных сооружений канализации в контексте экономики замкнутого цикла / И. В. Войтов, В. Н. Марцуль // Природопользование и экологические риски : материалы науч.-практ. конф., Минск, 5 июня 2019 г. – Минск: БГТУ, 2019. – С. 304-310.
2. Штепа, В.Н. Структура и функционал интеллектуальной системы поддержки принятий решений в водоотведении / В.Н. Штепа // Информатика и кибернетика: научный журнал. – 2022. – №3 (29). – С. 51–57.
3. Штепа, В.Н. Обоснование и схемы использования ранжирующих измерительных систем экологического мониторинга и интеллектуального анализа режимов водоотведения / В.Н. Штепа, Н.Ю. Золотых, С.Ю. Киреев // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки: научный журнал. – 2023. – № 1. – С. 94–103.

УДК 628.258

Морозов Н.А.
(РТУ МИРЭА)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ В ВОДООЧИСТКЕ

Большинство российских станций водоочистки, использующие «традиционные» технологии обработки воды и построенные в прошлом столетии, не могут обеспечивать качественную очистку, т.к. не рассчитаны на сегодняшние объёмы потребления воды и на повышенные требования к её качеству, которые к ней предъявляются в настоящее время. Для решения данной проблемы необходимо применять современные и эффективные методы обработки воды, одним из которых является метод озонирования [1].

Метод озонирования – это технология обработки воды озоном, которая позволяет достигать санитарно-эпидемиологических требований, предъявляемых к сточным водам, прошедших очистку. Дозой озона является весовое количество озона в одном м³ воды.

Необходимая для качественного обеззараживания воды доза озона является нормативным и одним из основных параметров процесса озонирования, именно поэтому его регулирование мы считаем основной задачей системы управления.