

научно-практической конференции ; под общ. ред. А. А. Семенова. – Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2021. – С. 401–407. DOI: <https://doi.org/10.23968/BIMAC.2021.050>.

3. Ожиганова, М. Е. Консолидация BIM и VR / М. Е. Ожиганова, А. В. Ремпель // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры : материалы II Международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2019. – С. 164–169. DOI: <https://doi.org/10.23968/BIMAC.2019.029>.

4. Шакшак, О. М. Оценка BIM проекта на основе многопользовательского VR-тура / О. М. Шакшак, И. А. Евсиков // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры : материалы III Международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2020. – С. 304–310. DOI: <https://doi.org/10.23968/BIMAC.2020.039>.

УДК 628.3:621.3

ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ВОДООТВЕДЕНИЯ

Шикунец А. Б.¹, Штена В. Н.², Смелов В. В.³, Карнович Д. С.⁴

¹Аспирант, Полесский государственный университет, г. Пинск, Беларусь, leshashikunets@gmail.com

²Проректор по научной работе, Полесский государственный университет, г. Пинск, Беларусь, trproless@gmail.com

³Заведующий кафедрой программной инженерии, Белорусский государственный технологический университет, smw@belstu.by

⁴Заведующий кафедрой автоматизации производственных процессов и электротехники, Белорусский государственный технологический университет, karovich@tut.by

Аннотация

Оценены подходы к формализации цифровых двойников, которые применяются в стандартах ГОСТ Р и ISO, выбран второй как базис при решении задач водоотведения. Создана структура цифровых двойников систем водоотведения коммунально-промышленных объектов; обоснованы дальнейшие направления исследований использования цифровых решений в водопроводно-канализационных хозяйствах.

Ключевые слова: цифровой двойник, водоотведение, международный стандарт.

ASSESSMENT OF THE APPLICABILITY OF INTERNATIONAL DIGITAL TWIN STANDARDS FOR SOLVING WATER DISPOSAL PROBLEMS

Shikunets A. B.¹, Shtepa V. N.², Smelov V. V.³, Karpovich D. S.⁴

Abstract

Approaches to the formalization digital twins, which are used in GOST R and ISO, have been assessed, the second one was chosen as the basis for solving problems water disposal. The structure digital twins wastewater disposal systems of the municipal and industrial facilities has been created; further directions research into the use of the digital solutions in water supply and sewerage facilities are substantiated.

Keywords: digital twin, water disposal, international standard.

Введение. Изначально стандарты вводили крупные фирмы для повышения эффективности производств, в последующем появились отраслевые и национальные стандарты, которые в дальнейшем стали международными. Транснациональными нормативными документами, которые имеют важное значение для Беларуси являются:

– ГОСТ Р – базируется на семействе стандартов СССР и функционирует в странах СНГ;

– Международный стандарт ISO (International Organization for Standardization) – создан по инициативе Международной организации по стандартизации, на данный момент к нему присоединилось свыше 170 участников.

Ориентируясь на такие основные документы целесообразно оценить применимость цифровых двойников (ЦД) к решению проблематики водоотведения. Перспективность внедрения таких современных подходов продиктована тем, что область цифрового моделирования растет быстрыми темпами. Так согласно анализа агентства MarketsandMarkets, в 2023 году объем рынка ЦД превысил \$10 млрд.; прогнозируется его увеличение в среднем на 61,3% в год и через 5 лет ожидается \$110 млрд.

Именно поэтому актуально оценить основные концепты базовых нормативных документов ЦД применительно к цифровой трансформации водопроводно-канализационных хозяйств (ВКХ) Республики Беларусь.

Материалы и методы. В 2021 году в Российской Федерации был принят ГОСТ Р 57700.37 – 2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий». Согласно его терминологии: «Цифровая модель изделия – система математических и компьютерных моделей, а также электронных документов изделия, описывающая структуру, функциональность и поведение вновь разрабатываемого или эксплуатируемого изделия на различных стадиях жизненного цикла, для которой на основании результатов цифровых и (или) иных испытаний по ГОСТ 16504 выполнена оценка соответствия предъявляемым

к изделию требованиям». Цифровой двойник – «система, состоящая из цифровой модели изделия и двусторонних информационных связей с изделием (при наличии изделия) и (или) его составными частями».

Ключевым документом, который регулирует ЦД и цифровое моделирование в рамках ISO выступает ISO 23247 «Automation systems and integration – Digital twin framework for manufacturing». Норматив определяет: «Digital Twin (ЦД) – цифровая модель конкретного физического элемента или процесса с подключениями к данным, которая обеспечивает конвергенцию между физическим и виртуальным состояниями с соответствующей скоростью синхронизации».

Результаты и обсуждение. Оценка стандартов ГОСТ Р 57700.37 и ISO 23247 демонстрирует более качественную детализацию и проработанность второго, что объяснимо – поскольку первый оперирует только общими положениями. Именно основные постулаты ISO обосновано адаптировать под задачи цифровизации систем водоотведения (рис. 1).

При этом ключевыми трудностями использования классических подходов цифрового моделирования применительно к сфере водоотведения коммунально-промышленных объектов станут [1, 2]:

- сложность (невозможность) построения полностью адекватных математических моделей физического объекта в силу многофакторности, нелинейности, нестационарности био-химико-физических процессов одновременно (конкурирующе) протекающих в сети канализования и очистных сооружениях;

- работа в условиях неполноты входной информации, поскольку существующие автоматические измерительные средства обеспечивают получение менее 30% необходимых данных, большая часть из них может быть сформирована только лабораторно;

- необходимость интеграции в виртуальный объект (уровень математического обеспечения) экспертного мнения, в силу отсутствия любых других источников информации кроме человеческих заключений и выводов;

- распределённость точек сбора информации (возможны расстояния в десятки километров) при высокой сложности установки и эксплуатации измерительных средств в контрольных точках, в том числе в агрессивных условиях;

- наличие и использование на коммунально-промышленных объектах отдельных, как правило фрагментарных, программно-аппаратных комплексов, которые сложно интегрировать в ЦД используя концепцию «неразрушающего внедрения».



Рисунок 1 – Структура цифровых двойников систем водоотведения коммунально-промышленных объектов

Заключение. На данный момент рынок цифровых двойников представляет собой очень перспективный и динамично развивающийся сегмент. Анализ стандартов ГОСТ Р 57700.37 и ISO 23247, которые нацелены на систематизацию использования цифровых решений, продемонстрировал лучшую проработанность ISO. На его основе создана структура цифровых двойников систем водоотведения коммунально-промышленных объектов. Дальнейшие исследования целесообразно направить на преодоление сложностей внедрения ЦД, вызванных особенностями ВКХ.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ (договор №Ф23У-012 от 02.05.2023 года).

Список цитированных источников

1. Практическое использование информационно-аналитической системы оценки экологической безопасности водоотведения / В.Н. Штепа [и др.] // II Форум IT-Академграда Искусственный интеллект в Беларуси, Минск, 12-13 октября 2023 года / Объединенный институт проблем информатики. – Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2023. – С. 251–256.

2. Системный анализ компьютерно-интегрированного комплекса мониторинга и прогнозирования рисков возникновения чрезвычайных ситуаций на объектах коммунально-промышленного водоотведения / В.Н. Штепа [и др.] // Инновационные технологии защиты от чрезвычайных ситуаций, Минск, 28 сентября 2023 года. – Минск: УГЗ, 2023. – С. 20–21.