

УДК 628.17

УНИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ РАЗРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ

В.Н. КОВАЛЕНКО¹, А.Д. ГУРИНОВИЧ², А.И. ТРИПУТЬКО³

¹м.т.н, аспирант УО «БрГТУ»,
руководитель отдела разработки ООО «ПроГИС»

²д.т.н, профессор, ООО «ПроГИС»

³директор ООО «ПроГИС»

Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье рассматривается вопрос о необходимости разработки нормативного стандарта для Республики Беларусь, определяющего правила и принципы создания цифровых двойников систем водоснабжения, канализации и теплоснабжения (системам жизнеобеспечения). Отсутствие единого стандарта приводит к разрозненности подходов и существенным трудностям в их реализации. Анализ существующих стандартов в других странах показывает, что стандартизация способствует унификации процессов, снижению затрат и повышению эффективности управления. Введение такого стандарта в Беларуси позволит улучшить планирование и управление инженерными системами, снизить эксплуатационные расходы и повысить качество предоставляемых услуг.

Ключевые слова. Системы жизнеобеспечения, цифровизация, цифровые двойники, национальный стандарт, жилищно-коммунальное хозяйство.

UNIFICATION OF DIGITAL TWIN DEVELOPMENT PROCESSES FOR LIFE SUPPORT SYSTEMS

V.N. KOVALENKO¹, A.D. GURINOVICH², A.I. TRIPUTKO³

¹PhD student, Brest State Technical University,
Head of Development Department ProGIS LLC,

²Doctor of Technical Sciences, Professor ProGIS LLC

³Director of ProGIS LLC

Minsk, Republic of Belarus

Annotation. The article considers the need to develop a regulatory standard for the Republic of Belarus defining the rules and principles for creating digital counterparts of water supply, sewerage and heat supply systems (life support systems). The lack of a single standard leads to disparate approaches and significant difficulties in their implementation. An analysis of existing standards in other countries shows that standardization helps to unify processes, reduce costs and improve management efficiency. The introduction of such a standard in Belarus will improve the planning and management of engineering systems, reduce operating costs and improve the quality of services provided.

Key words: Life support systems, digitalization, digital twins, national standard, housing and communal services.

Современные вызовы в управлении инженерными системами требуют внедрения новых технологий и стандартов для обеспечения их эффективности и устойчивости. Одним из ключевых инструментов в этом направлении является разработка цифровых двойников систем водоснабжения, канализации и теплоснабжения (далее – систем жизнеобеспечения). Эти цифровые модели позволяют более точно отслеживать состояние систем, прогнозировать их поведение и проводить своевременные профилактические меры. Однако отсутствие в Республике Беларусь нормативного стандарта, который бы определял правила и принципы разработки таких моделей, приводит к разрозненности подходов и существенным трудностям в их реализации. В данной статье рассматривается необходимость разработки стандарта, определяющего принципы создания и внедрения цифровых двойников, а также пути развития и ресурсы, необходимые для достижения ожидаемых результатов.

Цифровые двойники инженерных систем представляют собой важнейший инструмент для управления систем жизнеобеспечения городов и поселений. Сегодня многие города сталкиваются с проблемами изношенности инженерной инфраструктуры, утечек воды, перерасхода энергии и недостаточного контроля за состоянием систем. Цифровые двойники позволяют значительно повысить прозрачность процессов и упростить управление системами за счёт точного моделирования и анализа данных. Однако в Беларуси отсутствует единый стандарт, определяющий методологию создания таких двойников, что усложняет внедрение технологий в повседневную практику и

приводит к разным подходам, когда каждый подрядчик или заказчик трактует процесс по-своему.

Кроме того, использование разнообразных подходов без нормативного стандарта приводит к удорожанию проектов и увеличению сроков их реализации. Организации, внедряющие цифровые двойники, сталкиваются с проблемами несовместимости систем, нехваткой квалифицированных кадров и отсутствием ясного понимания требований и критериев к качеству разрабатываемых моделей. Это затрудняет переход на цифровые технологии и создаёт барьеры для их широкого внедрения.

Анализ существующих нормативных документов в Республике Беларусь показывает, что стандарты, регламентирующие создание цифровых двойников инженерных систем, отсутствуют, однако имеются некоторые упоминания как о источнике данных. В то время как в странах Европейского Союза и США уже разработаны и внедрены подобные стандарты, направленные на поддержку цифровизации жизненно важных инженерных систем. Например, в Великобритании активно используется стандарт PAS 1192, который определяет требования к управлению информацией и процессами на всех этапах жизненного цикла объектов. В Германии действует DIN SPEC 91391, направленный на стандартизацию цифровых моделей для муниципальных инфраструктурных систем. В США разработаны методологические рекомендации, такие как стандарты ISO, связанные с управлением информацией для инженерных объектов. В Российской Федерации имеются упоминания и перечень задач, которые должны решать электронные модели.

Практики других стран показывают, что стандарты помогают обеспечивать совместимость данных, структурировать подход к разработке моделей и снижать стоимость внедрения технологий. Отсутствие подобных нормативных документов в Беларуси создаёт риски того, что развитие цифровых технологий в области ЖКХ будет отставать от мировых тенденций, что в свою очередь может негативно сказаться на качестве управления инженерными системами и эффективности их работы.

Разработка стандарта для цифровых двойников инженерных систем водоснабжения, канализации и теплоснабжения в Республике Беларусь необходима по следующим причинам:

- унификация процессов (стандарт позволит унифицировать процессы создания и эксплуатации цифровых двойников, что снизит вероятность ошибок при разработке и увеличит совместимость используемых технологий);

- снижение затрат (чёткие структурированные требования и единые правила позволят оптимизировать расходы на создание цифровых моделей, сделав этот процесс более предсказуемым и экономически целесообразным);

- повышение прозрачности и качества управления (цифровые двойники позволяют осуществлять мониторинг в реальном времени, что обеспечивает более эффективное принятие решений и проведение профилактических мероприятий);

- поддержка государственной программы цифровизации (в условиях активного развития цифровой экономики, внедрение стандарта способствует выполнению государственной программы по цифровизации всех сфер жизнедеятельности, включая ЖКХ).

Стандарт должен охватывать следующие основные направления:

- требования к структуре и содержанию цифровых двойников (стандарт должен определять, какие данные должны быть включены в модель, какие параметры обязательны для мониторинга, и как должны быть представлены результаты)

- методология создания моделей (описание подходов и методов, которые необходимо использовать при создании цифровых двойников, включая требования к точности данных и процессам верификации);

- процессы интеграции с существующими системами управления (определить способы интеграции цифровых двойников с системами управления, уже используемыми в ЖКХ);

- требования к квалификации исполнителей (чётко обозначить требования к квалификации специалистов, участвующих в создании и сопровождении цифровых моделей).

- методику оценки эффективности внедрения (критерии для оценки экономической целесообразности внедрения цифровых двойников и расчёта сроков окупаемости).

Разработка и внедрение нормативного стандарта для цифровых двойников инженерных систем водоснабжения, канализации и теплоснабжения принесёт множество преимуществ:

– снижение эксплуатационных расходов (оптимизация работы систем за счёт цифрового мониторинга и прогнозирования позволяет снизить затраты на их эксплуатацию, минимизировать утечки и предотвратить аварийные ситуации);

– повышение надёжности и качества предоставляемых услуг (цифровые двойники способствуют повышению надёжности и эффективности систем жизнеобеспечения, что в свою очередь повышает качество услуг для конечных потребителей);

– эффективное планирование развития инфраструктуры (модели позволяют лучше планировать развитие инфраструктуры, включая модернизацию и ремонтные работы, за счёт точного понимания состояния систем и прогнозирования их работы);

– сокращение времени на решение аварийных ситуаций (оптимизация времени обнаружения неисправностей и оперативное реагирование на аварийные ситуации, что значительно сокращает время простоя систем);

– поддержка международного сотрудничества (внедрение стандарта, который соответствует международным требованиям, позволяет белорусским организациям активнее участвовать в международных проектах и обмениваться опытом с коллегами из других стран).

Разработка стандарта для создания цифровых двойников инженерных систем в Республике Беларусь является важным шагом на пути к цифровизации жилищно-коммунального хозяйства. Единый нормативный документ позволит унифицировать процессы разработки и внедрения, обеспечить совместимость данных и систем, снизить затраты на внедрение и повысить надёжность работы инженерных сетей. Использование цифровых двойников в ЖКХ откроет новые возможности для повышения эффективности управления системами водоснабжения, канализации и теплоснабжения, а также поможет достичь более высокого уровня комфорта и безопасности для всех граждан.

ЛИТЕРАТУРА

1. British Standards Institution. PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction

projects using building information modelling. London: BSI Standards Limited, 2013.

2. Deutsches Institut für Normung e.V. DIN SPEC 91391:2019-04. Digital Twin – Reference Model for Industrial Digital Twins. Berlin: DIN, 2019.

3. International Organization for Standardization. ISO 19650-1:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 1: Concepts and principles. Geneva: ISO, 2018.

4. Grieves M., Vickers J. Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems. In: Kahlen F.J., Flumerfelt S., Alves A. (eds) Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems. Cham: Springer, 2017. p. 85-113.

5. Rosen R., von Wichert G., Lo G., Bettenhausen K.D. About The Importance of Autonomy and Digital Twins for the Future of Manufacturing. IFAC-PapersOnLine, 2015, vol. 48, no. 3, pp. 567-572.

6. Коваленко В.Н., Трипутько А.И. Цифровые двойники инженерных систем: подходы и перспективы внедрения. Управление инженерными системами, 2022, № 4, с. 45-52.

7. Гуринович А.Н. Стандартизация цифровых решений в жилищно-коммунальном хозяйстве: опыт и перспективы. Минск: БелНИИС, 2020.

8. National Institute of Standards and Technology (NIST). Cyber-Physical Systems Framework. Gaithersburg, MD: NIST, 2018.

9. Bolton R., Whyte J. The Role of Digital Twins in the Future of Smart Infrastructure. Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Smart Infrastructure and Construction, 2020, vol. 173, no. 3, pp. 107-117.

10. Lee J., Bagheri B., Kao H.A. A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. Manufacturing Letters, 2015, vol. 3, pp. 18-23.

REFERENCES

1. British Standards Institution. (2013). PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. London: BSI Standards Limited.

2. Deutsches Institut für Normung e.V. (2019). DIN SPEC 91391:2019-04. Digital Twin – Reference Model for Industrial Digital Twins. Berlin: DIN.
3. International Organization for Standardization. (2018). ISO 19650-1:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 1: Concepts and principles. Geneva: ISO.
4. Grieves, M., Vickers, J. (2017). Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems. In: Kahlen, F.J., Flumerfelt, S., Alves, A. (eds) Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems. Cham: Springer, p. 85-113.
5. Rosen, R., von Wichert, G., Lo, G., Bettenhausen, K. D. (2015). About The Importance of Autonomy and Digital Twins for the Future of Manufacturing. IFAC-PapersOnLine, 48(3), 567-572.
6. Kovalenko, V.N., Triputko, A.I. (2022). Digital twins of engineering systems: approaches and perspectives of implementation. Management of Engineering Systems, No. 4, pp. 45-52.
7. Gurinovich, A.N. (2020). Standardization of digital solutions in housing and communal services: experience and prospects. Minsk: BelNIIS.
8. National Institute of Standards and Technology (NIST). (2018). Cyber-Physical Systems Framework. Gaithersburg, MD: NIST.
9. Bolton, R., Whyte, J. (2020). The Role of Digital Twins in the Future of Smart Infrastructure. Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Smart Infrastructure and Construction, 173(3), 107-117.
10. Lee, J., Bagheri, B., Kao, H. A. (2015). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. Manufacturing Letters, 3, 18-23.