

КРІ ЭФФЕКТОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕГЛАМЕНТОВ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ВОДОПРОВОДНО-КАНАЛИЗАЦИОННОГО ХОЗЯЙСТВА

Введение. Цифровизация бизнес-процессов является актуальным трендом для внедрения и реализации в организациях. Многие предприятия сферы водопроводно-канализационного хозяйства (далее – ВКХ) связывают цифровизацию с созданием систем поддержки принятия решений (далее – СППР) при внедрении цифровых решений. Авторы статьи и коллеги ранее обозначили видение и проблематику цифровизации организаций ВКХ и в техническом, и экономико-управленческом аспектах [1, 2, 3]. Конечным результатом нами видится создание интеллектуальных СППР, включая создание цифрового двойника, на основе цифровых технологических регламентов процессов ВКХ. Авторами статьи предлагается ступенчатый подход цифровизации процессов. Примером элемента цифровизации в данной публикации являются «канализационные насосные станции (далее – КНС) коммунальных очистных сооружений».

Методы. Авторы в своей основе используют процессный подход, а цифровые решения в ВКХ предлагаются для бизнес-процессов (далее – БП), а не его отдельных составляющих. Важным принципом СППР является установление/назначение экономико-управленческих КРІ (англ. *key performance indicators*, рус. ключевые показатели результативности) для каждого БП и подпроцесса. КРІ являются измеримыми индикаторами, которые обеспечивают объективную основу для анализа текущего состояния БП, выявления проблемных зон и принятия обоснованных управленческих решений. Логичным продолжением описания БП с точки зрения КРІ видится создание интеллектуальных блоков поддержки принятия решений по каждому БП, например «Блок интеллектуального мониторинга водоотведения». Авторы уже практически апробировали эти решения в организациях ВКХ.

Результаты. Для формирования КРІ БП организации ВКХ авторы на предварительном этапе реализовали функциональное моделирование на основе диаграммы вариантов использования (диаграмма прецедентов), которая является одним из ключевых средств визуализации в рамках языка UML. Например, для описания логики поддержки принятия решений при работе с КРІ «Расход электроэнергии» для

БП работы КНС авторами разработана блок-схема СППР (пример СППР при работе с КРІ «Расход электроэнергии» приведен на рис. 1)

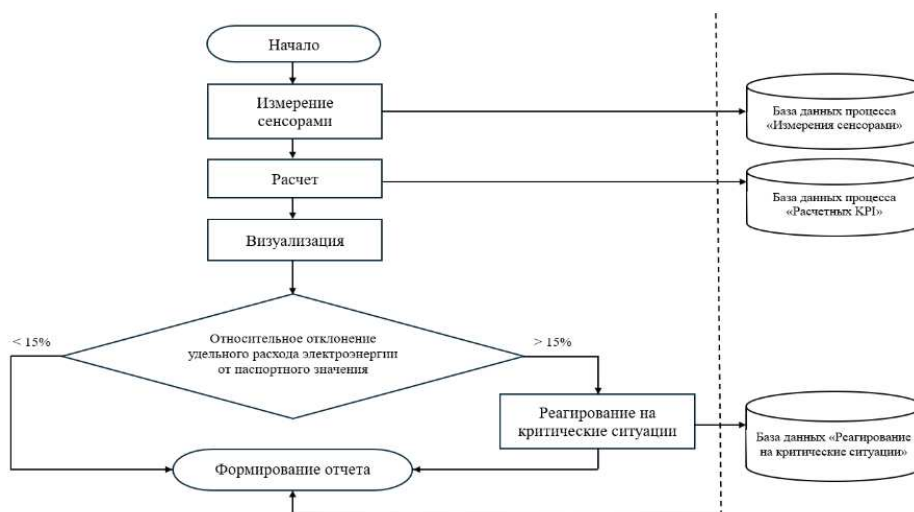


Рисунок 1 – Блок-схема СППР при работе с КРІ «Расход электроэнергии»

В таблице приведено описание применения КРІ(на примере КРІ «Расход электроэнергии») подсистемы реагирования на отклонения от установленных КРІ и некоторых других БП.

Таблица – КРІ БП реагирования на отклонения от установленных КРІ

БП	Артефакты/КРІ БП	Технология и источник получения
Измерение сенсорами	Расход воды	Онлайн, данные сенсоров
	Расход электроэнергии	Онлайн, данные сенсоров
	Дата, часы, минуты	Текущее время системы
	Цена 1Вт*ч	Данные по тарифу для организации
	Паспортные значения расхода ресурсов	Данные по паспорту оборудования
Расчет	Удельный расход электроэнергии (далее – УР), кВт*ч/куб.м	$УР = \text{Расход электроэнергии} / \text{Расход воды}$
	Относительное отклонение УР от паспортных значений, %	Формула
	Абсолютное отклонение УР от паспортных значений, кВт*ч/куб.м	
	Абсолютное отклонение УР от паспортных значений, руб.	
Реагирование на критические ситуации	Если «Относительное отклонение УР от паспортных значений» > 15%, То «Невыполнение КРІ – перерасход электроэнергии»	Уровень отклонения устанавливается
	Если «Относительное отклонение УР от паспортных значений» > 15%, То «Экономический риск - перерасход денежных средств»	

Авторами на основании [4, 5, 6, 7] определен подход к расчету эффектов при цифровизации БП ВКХ, имеющий в своей основе расчет эффектов, определяемые изменением КРІ и включающий следующее: создание модели БП организации; формирование перечня КРІ для каждого БП с указанием установленного значения; составление перечня мероприятий по каждому БП в случае выявления отклонения от установленного значения КРІ в результате мониторинга; реализация мероприятий по реинжинирингу БП.

Обсуждение. Предложенная авторами логика формирования КРІ эффектов при цифровизации БП апробирована в организациях ВКХ как элемент «Интеллектуального блока поддержки принятия решений» и позволяет реализовывать цифровизацию БП без одномоментных высоких капитальных затрат, но получать эффекты через «порционные» промежутки времени. Использование авторского подхода организациями ВКХ позволит избегать высоких капитальных затрат на приобретение готовых «коробочных» решений с последующей донастройкой и адаптацией под конкретное предприятие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Войтов И. В., Россоха Е. В., Муслимов Э. Н., Штепа В. Н. Экономическая парадигма цифрового реинжиниринга бизнес-процессов водопроводно-канализационных хозяйств // Труды БГТУ. Сер. 5, Экономика и управление. 2025. № 1 (292). С. 5–12. DOI: 10.52065/2520-6877-2025-292-1.
2. Войтов И. В., Россоха Е. В., Штепа В. Н. Подход к планированию ESG-эффектов цифровизации водопроводно-канализационных хозяйств // Повышение качества жизни и обеспечение конкурентоспособности экономики на основе инновационных и научно-технических разработок: сб. ст. VII Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 3–5 дек. 2024 г.: в 3 т. Минск, 2024. Т. 1. С. 52–55.
3. Integrated Automation of Water Disposal in Terms of Interoperability of Monitoring and Control Processes / I. Voitov, V. Shtepa, M. Okhtilev, E. Muslimov, Y. Rassokha // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем: сборник научных трудов. 2025. Вып. 9. С. 193–198 (На английском языке).
4. Россоха Е. В. Оценка эффективности управления оборудованием на предприятии // Труды БГТУ. №7. Экономика и управление, 2014. С. 175–177.
5. Россоха Е. В., Французова А. М. ESG-эффекты в развитии производственных систем // Экономическое развитие России: тенденции, перспективы: сборник статей по материалам XI Междунар. науч.-практич. конф. преподавателей вузов, ученых, специалистов, аспиран-

тов, студентов. В 2-х томах, Нижний Новгород, 24 апр. 2025 года. Нижний Новгород: Мининский университет, 2025. С. 169–173. EDNFKLPTW.

6. Баженов В.И., Штепа В.Н., Охтилев М.Ю. Оценка стоимости жизненного цикла для эффективной работы систем и сооружений водоснабжения и водоотведения // Бюллетень Института жилищно-коммунального хозяйства НАН Беларуси. 2025. № 2. С. 24–31.

7. Россоха Е. В., Французова А. М. Генезис и тренды ESG-концепции в устойчивом развитии // Цифровизация: экономика и управление производством: материалы 86-й науч.-техн. конф. проф.-преподават. состава, науч. сотрудников и аспирантов (с междунар. участием), Минск, 31 янв. – 12 февр. 2022 г. / Белорус. гос. технол. ун-т; отв. за изд. И.В. Войтов. – Минск: БГТУ, 2022. С. 185–188. EDN ZTXLRS.

УДК 330.46

А.С. Соболевский, ст. преп.
(БГТУ, г. Минск)

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БПЛА: ИНТЕГРАЦИЯ В ERP-СИСТЕМУ ПРЕДПРИЯТИЯ

Введение. Цифровизация национальной экономики позволяет улучшать производственные процессы предприятий, повышать качество услуг и улучшать коммуникацию с клиентами. Страны евразийского экономического союза, в число которых входит Беларусь, имеют значительные ресурсы для создания цифровой экономики [1]. В исследованиях отмечено существенное улучшение показателей экономической деятельности предприятий, которые внедрили ERP-системы, причём в долгосрочной перспективе [2].

Основная часть. В статье [3] мы рекомендовали внедрение в ERP предприятия, которое использует БПЛА в своей экономической деятельности, модуля автоматизированного использования БПЛА. Актуальность данного предложения обусловлена тем, что в настоящее время в различных сферах деятельности широко используются беспилотные летательные аппараты. С помощью БПЛА в настоящее время выполняют следующие процессы.

Контроль и проверка состояния оборудования и других элементов основных средств осуществляется более эффективно с использованием БПЛА, которые позволяют проводить осмотр оборудования и выявление неисправностей. Это значительно ускоряет процесс осмотра и снижает вероятность производственных травм.