

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ГРИГОРЬЕВА Н.А.<sup>1</sup>, ШУЛЬГА К.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> к.э.н., доцент, доцент кафедры экономики, организации строительства и управления недвижимостью

<sup>2</sup> магистр специальности 1-27 80 01 «Инженерный бизнес»  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь

*Цифровизация строительства является неотъемлемой частью прогресса, что требует системной оценки эффективности используемых или планируемых к использованию цифровых технологий. В работе определена специфика, отличающая строительную отрасль от других на пути к ее цифровизации. Оценка эффективности цифровых технологий в строительстве определена как сочетание управленческих и экономических методов на трех стадиях цифровизации: предвнедрения, внедрение и поствнедрения цифровой технологии. Для каждого этапа определена последовательность набора методов, позволяющая оценить эффективность процесса.*

*Авторская методика оценки эффективности цифровых технологий в строительстве позволяет на любом этапе развития цифровизации оценить варианты цифровых технологий и пройти процесс его внедрения в строительные организации заказчика, проектировщика, генподрядчика, подрядчика или органов государственного контроля.*

Ключевые слова: цифровые технологии, экономическая эффективность, методики оценки, строительство, строительная организация

## METHODOLOGY FOR ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION

GRIGORYEVA N.A.<sup>1</sup>, SHULHA K.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ph.D., Docent, Associate Professor of the Department of Economics, Construction Organization and Real Estate Management

<sup>2</sup> Master of specialty 1-27 80 01 "Engineering business"  
Belarusian National Technical University  
Minsk, Republic of Belarus

*Digitalization of construction is an integral part of progress, which requires a systematic assessment of the effectiveness of digital technologies used or planned for use. The work identifies the specifics that distinguish the construction industry from others on the path to its digitalization. Assessing the effectiveness of digital technologies in construction is defined as a combination of management and economic methods at three stages of digitalization: pre-implementation, implementation and post-implementation of software. For each stage, a sequence of a set of methods is defined that allows you to evaluate the effectiveness of the process. The author's methodology for assessing the effectiveness of digital technologies in construction allows at any stage of digitalization development to evaluate software options and go through the process of its implementation in the construction organizations of the customer, designer, general contractor, subcontractor or government control authorities.*

Keywords: digital technologies, economic efficiency, assessment methods, construction, construction organization

## ВВЕДЕНИЕ

Внедрение и использование цифровых технологий в строительстве требует системной оценки и методического обоснования ее параметров. В связи с этим, в настоящее время одной из актуальных проблем развития цифровых технологий в строительстве является проблема определения эффективности применения цифровых технологий в строительстве. В данной статье приведена разработанная методика оценки экономической эффективности использования цифровых технологий в строительстве.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Задачами оценки экономической эффективности внедрения новых технологий в строительство посвящены работы Голубовой О.С., Кириновича О. А., Корбан Л.К., Михалькевич Н. М., Пурса Г.С., Шиманской А.В. При этом специфика среды, в которой развивается цифровизация, оказывает ключевое влияние на методику выбора конкретной цифровой технологии. Отмечается, что цифровизация строительства «основывается на применении интегрированных цифровых систем управления и облачных вычислений на всех этапах жизненного цикла объекта строительства» [1].

Для коммерческих строительных организаций, которые намерены автоматизировать рабочие процессы, Заремским Е.О. был предложен алгоритм выбора цифрового продукта. Алгоритм интересен тем, что позволяет оценить выгоды и риски от внедрения цифровой технологии [2]. Для организаций агропромышленного комплекса, Перевошиковой А.А. была предложена методика оценки цифровизации на агропромышленном предприятии. Методика направлена на определение потенциального или текущего масштаба цифровой трансформации производственных и хозяйственных процессов [3].

В статье [4] рассмотрены понятия цифровых технологий в строительстве и экономической эффективности их внедрения в строительную организацию. Выделены зарубежные методики, подводящие под специфику строительной деятельности. Выбран набор показателей эффективности, обеспечивающих экономическую оценку инвестиционного проекта по внедрения цифровых технологий и деятельности организации после цифровой трансформации. В работе [5] рассмотрены вопросы нормативно-правового регулирования строительной отрасли, ее ретроспектива и перспектива развития. Выявлено, что нормативно-правовые акты разрабатываются для поддержки уже идущих процессов цифровизации для целей упорядочивания имеющейся информации и перехода на электронный документооборот. Перечислены основные нормативно-правовые источники, их значение, а также перспективы дальнейшего формирования законодательства в данном направлении. В научно-исследовательской работе [6] рассмотрены и детально изучены существующие методики и показатели оценки эффективности цифровых технологий. Рассмотрены международные методики оценки цифровизации организации, которые носят общий характер, оцениваются методом экспертных оценок и не учитывают специфику строительного производства. Данные подходы должны носить комплексный и системный характер, взаимодополняя существующие методы оценки. Синергетический эффект может быть достигнут при использовании критериев и инструментов, базирующиеся на принципах взаимосвязи компонентов системы инновационного развития организаций.

Спецификой цифровых технологий в строительстве является:

- Сложность инфраструктуры от разнообразия объектов, что требует постоянной гибкой адаптации цифровых технологий под нужды конкретного проекта.
- Интеграция цифровых технологий с физическими объектами, что требует учета реально меняющихся факторов, таких как инженерные системы, строительные материалы, ландшафт и т.д.
- Координация и сотрудничество с широким спектром заинтересованных лиц, что требует цифровых технологий для улучшения коммуникаций координации между различными

участниками проекта.

- Большие объемы данных от проектирования, строительства и эксплуатации объектов, что обязывает цифровые технологии быть гибкими и способными обрабатывать большие объемы информации.

- Системное взаимодействие с большим количеством узкоспециализированных цифровых технологий, что требует грамотной технической поддержки и подтверждает важность первоначального выбора цифровых технологий для будущего интегрирования их в цифровое взаимодействие.

Эффективность использования цифровых технологий в строительстве является определяющим для строительных организаций: заказчика, проектировщика, генподрядчика, подрядчика или органов государственного контроля. Поэтому выбор цифровых технологий для строительства влияет не только на конечный результат проекта, но и деятельность организации и отрасли в целом.

Изучая теоретические основы внедрения цифровых технологий в строительных организациях обуславливают актуальность задачи оценки экономической эффективности цифровизации. Стоит отметить, что конкретных рекомендаций, как необходимо поступать в каждом определенном случае, и какой метод выбрать, не существует. Это объясняется тем, что каждая цифровая технология имеет свои особенности. Существует специфика различных видов цифровых технологий, внешней среды и особенности каждой отдельной организации. Именно поэтому существуют сложности при выборе метода оценки экономической эффективности.

В рамках исследования была разработана методика оценки эффективности внедрения цифровых технологий для строительных организаций. Она позволит руководству организации произвести расчет экономической эффективности внедрения цифровой технологии, оценить выгоду от ее внедрения. Цель методики найти наиболее эффективный цифровой продукт. Методика была разработана на основе проблемы оценки эффективности цифровых технологий в строительстве. Методика представляет собой совокупность методов для последовательной оценки эффективности, распределённой по трем этапам: предвнедрения, внедрения и поствнедрения цифровых технологий в строительстве.

Под этапом предвнедрения понимается анализ текущих потребностей, разработки стратегии и оценки готовности для внедрения цифровых технологий в строительстве. Внедрение это этап выбора, тестирования и внедрения выбранных технологий с последующим обучением персонала и интеграцией в рабочие процессы организации. Под этапом поствнедрения понимается мониторинг, сбор обратной связи, корректировки систем и постоянного развития цифровых технологий в соответствии с изменениями потребностей и оценками эффективности. Строительная организация может находиться на любом из перечисленных этапов внедрения цифровых технологий, следовательно, стоит применять методы из соответствующих разделов. Этапы методики оценки эффективности внедрения цифровых технологий для строительных организаций представлены на рисунке 1.

Методы для последовательной оценки эффективности внедрения цифровых технологий для строительных организаций приведены по трем этапам: предвнедрения (таблица 1), внедрения (таблица 2) и поствнедрения (таблица 3) цифровых технологий в строительстве.



Рисунок 1 – Этапы методики оценки эффективности внедрения цифровых технологий для строительных организаций  
Источник: собственная разработка авторов

Этап предвнедрение представляет собой анализ текущих потребностей, разработки стратегии и оценки готовности для внедрения цифровых технологий в строительстве.

Таблица 1 – Оценка эффективности внедрения цифровых технологий в строительстве на этапе предвнедрения

Этап	Раздел	Суть	Методы
1. Предвнедрение	1.1 Определение целей и ожиданий	Прописать цели и ожидания от внедрения цифровых технологий в строительстве	SMART-цели SWOT-анализ Анализ требований и потребностей пользователей и заинтересованных сторон Фокус-группы и обсуждения с ключевыми участниками Анализ прошлого опыта:
	1.2 Определение ключевых показателей эффективности	Разработать набор ключевых показателей эффективности, которые позволят измерить достижение поставленных целей	Сокращение сроков Улучшение качества и точности Повышение безопасности Повышение управляемости Улучшение коммуникации и сотрудничества Уровень удовлетворенности клиентов
	1.3 Сбор данных о работе организации	Провести сбор данных о текущем состоянии процессов и результатов строительных проектов до внедрения цифровых технологий для будущей сравнительной оценки эффективности	Время выполнения проекта Загрты и бюджет Качество и количество ошибок Безопасность и инциденты Использование ресурсов Коммуникация и сотрудничество Удовлетворенность клиентов и заинтересованных сторон

Этап	Раздел	Суть	Методы
	1.4 Маркетинговые исследования рынка цифровых технологий	Провести анализ рынка предложений и обосновать выбор цифрового продукта, который соответствует критериям работы организации или подразделения, а также соответствует выделенному бюджету. Учесть мнения сотрудников, заинтересованных сторон, распространённость, наличие обучения, удобство интерфейса, русификацию, возможности экспорта и импорта данных	Исследование рынка: Сопоставление с критериями: Обратная связь с сотрудниками и заинтересованными сторонами: Сопоставление с бюджетом: Анализ функционала продукта: Проверка наличия обучения и поддержки: Оценка популярности и отзывов: Демонстрация и тестирование: Выбор и обоснование:
	1.5 Экономическая оценка внедрения	Провести расчет и анализ экономических показателей эффективности для планируемого внедрения цифровой технологии	Чистый дисконтированный доход Внутренняя норма доходности Простой срок окупаемости Динамический срок окупаемости Индекс рентабельности Прирост объема производства Рост производительности труда Снижение затратоемкости продукции

Источник: собственная разработка авторов

### 1.1 Методы определение целей и ожиданий включают:

- SMART-цели: Цели должны быть конкретными, измеримыми, достижимыми, релевантными и ограниченными по времени.
- SWOT-анализ: Выявление сильных и слабых сторон, возможностей и угроз, чтобы лучше понимать внутреннюю и внешнюю среду проекта.
- Анализ требований и потребностей пользователей и заинтересованных сторон: Изучение и анализ ожиданий и требований сотрудников, клиентов, пользователей или других участников проекта с помощью опросов и интервью.
- Фокус-группы и обсуждения с ключевыми участниками: Организация встреч или обсуждений с группой заинтересованных лиц для выявления и обсуждения целей и ожиданий.
- Анализ прошлого опыта: Изучение и анализ опыта предыдущих проектов, чтобы извлечь уроки и применить их в новом контексте.

### 1.2 Ключевые показатели оценки эффективности внедрения цифровых технологий в строительстве включают:

- Сокращение сроков: Измерение улучшений во времени выполнения задач, сроках проектов благодаря оптимизации задач.
- Улучшение качества и точности: Измерение улучшения качества выполняемой работы, уменьшение ошибок и повышение точности в рабочих процессах.
- Повышение безопасности: Оценка влияния цифровых технологий на уровень безопасности рабочих процессов и на снижение рисков для работников на строительной площадке.
- Повышение управляемости: Оценка оптимизации использования ресурсов, таких как материалы, техника, рабочая сила, что помогает уменьшить излишние затраты и повысить эффективность.
- Улучшение коммуникации и сотрудничества: Оценка улучшения коммуникации между участниками проекта, обмена информацией, сотрудничества и координации благодаря использованию цифровой технологии.

- Уровень удовлетворенности клиентов: Оценка уровня удовлетворенности клиентов за счет улучшения качества работ, сроков выполнения и участия клиента в процессе.

**1.3 Сравнительная оценка до и после внедрения цифровых технологий в строительстве, сбор данных о текущем состоянии процессов и результатов строительных проектов** включает:

- Время выполнения проекта: Записи о продолжительности выполнения каждого этапа проекта, от начала до завершения.
- Затраты и бюджет: Информация о расходах на материалы, рабочую силу, оборудование и другие ресурсы для каждого этапа проекта.
- Качество и количество ошибок: Данные о количестве дефектов, несоответствий, проблем, которые произошли в процессе и в результате проекта.
- Безопасность и инциденты: Статистика по безопасности, включая количество инцидентов, травм, нарушений правил безопасности.
- Использование ресурсов: Информация о том, какие ресурсы использовались, сколько из них было использовано и как они использовались в процессе строительства.
- Коммуникация и сотрудничество: Оценка уровня коммуникации и сотрудничества между участниками проекта, журналы обмена информацией, координации и коллаборации.
- Удовлетворенность клиентов и заинтересованных сторон: Опросы или обзоры, отражающие мнение заказчиков и других заинтересованных сторон о проекте.

**1.4 Анализ рынка и выбор цифрового продукта, соответствующего критериям организации,** включает:

- Исследование рынка: Изучение существующих цифровых технологий, исследование по предлагаемым решениям на рынке строительных цифровых технологий.
- Сопоставление с критериями: Сравнение предложений на рынке с критериями организации, учитывая удобство использования, функциональность, возможности настройки, обучение и поддержку пользователей, возможность русификации и импорта-экспорта данных.
- Обратная связь с сотрудниками и заинтересованными сторонами: Опрос или анкетирование сотрудников и заинтересованных сторон относительно предпочтений, потребностей, проблем с текущими решениями и предложениями по улучшению.
- Сопоставление с бюджетом: Оценка стоимости предлагаемых решений и сопоставление их с выделенным бюджетом.
- Анализ функционала продукта: Проверка соответствия цифрового продукта требуемым функциям и возможностям, а также его преимущества и недостатки.
- Проверка наличия обучения и поддержки: Анализ программы обучения, документации и технической поддержки, которые соответствуют потребностям организации.
- Оценка популярности и отзывов: Изучение отзывов и рейтингов продукта, распространенность и репутации на рынке.
- Демонстрация и тестирование: Проведение демонстрации или тестирования выбранных цифровых технологий для оценки их функциональности и соответствие ожиданиям.
- Выбор и обоснование: Выбор цифрового продукта, который лучше всего соответствует требованиям организации, обоснование этого выбора с учетом всех вышеупомянутых критериев.

**1.5 Экономическая оценка внедрения** включает в себя расчет и анализ экономических показателей эффективности для планируемого внедрения цифровой технологии включает:

- Чистый дисконтированный доход
- Внутренняя норма доходности
- Простой срок окупаемости
- Динамический срок окупаемости

- Индекс рентабельности
- Прирост объема производства
- Рост производительности труда
- Снижение затратно-емкости продукции.

Подробнее о методах расчета показателей эффективности с учетом специфики внедрения цифровой технологии в строительную организацию опубликовано [6]

Этап внедрения цифровых технологий в строительную организацию означает выбор наиболее подходящих ИТ-решений для конкретных потребностей строительной компании и их тестирование, проводимое параллельно с подготовкой персонала, обучения использованию новых технологий и их последующего внедрения в рабочие процессы.

Таблица 2 – Оценка эффективности внедрения цифровых технологий в строительстве на этапе внедрения

Этап	Раздел	Суть	Методы
2. Внедрение	2.1 Обучение, найм, увольнение персонала	Сформировать команду сотрудников, способную к обучению и работе в выбранной цифровой технологии	Оценка целей и задач обучения Определение необходимости обучения и увольнения Обучение Оценка и тестирование Найм персонала с нужными навыками
	2.2 Подготовка цифровой технологии к использованию	Инсталляция и настройка цифровой технологии на оборудовании	Стандартные установочные программы Сетевая установка Системы развертывания
	2.3 Пилотный проект	Провести пилотный проект в внедряемой цифровой технологии с сопровождением	Выбор проекта и пилотной группы: Планирование процесса пилота: Внедрение и тестирование: Сопровождение и поддержка: Сбор обратной связи: Оценка результатов:
	2.4 Регламентирование внедрения	Прописать в регламентах организации обязательство использовать цифровую технологию с внесением в должностные инструкции	Разработка политики использования: Интеграция в регламенты организации: Изменение должностных инструкций: Контроль и поддержка: Обновление и адаптация:

Источник: собственная разработка авторов

### 2.1 Проведение обучения персонала и управление его составом для работы с новым цифровым продуктом требует спланированного подхода, включающего:

- Оценка целей и задач обучения: Оценка нужды в обучении персонала. Определение ключевых должностей и навыков для работы с новым цифровым продуктом.
- Определение необходимости обучения и увольнения: Идентифицируйте сотрудников, у которых отсутствуют нужные навыки для работы с цифровым продуктом.
- Обучение: Проведение курсов, тренингов, внутренних семинаров, онлайн-обучения, повышения квалификации или переподготовки кадров для достижения поставленных целей
- Оценка и тестирование: Экзамен и оценка знаний и навыков персонала для убеждения в усвоении материала.
- Найм персонала с нужными навыками: При необходимости проведение найма нового персонала с вниманием к их навыкам в работе с требуемым цифровым продуктом.

Эффективное обучение и управление персоналом позволят не только гарантировать адаптацию к новым технологиям, но и создать эффективную и конкурентоспособную команду, способную достичь успеха в новых условиях.

## **2.2 Инсталляция и настройка цифровой технологии на оборудовании** включает:

- Стандартные установочные программы: Сотрудник самостоятельно устанавливает цифровую технологию с уведомлением центра технической поддержки.
- Сетевая установка: Цифровая технология устанавливается на оборудование через сеть и серверы отделом технической поддержки
- Системы развертывания: Цифровая технология устанавливается на рабочую сеть с привлечением сторонних специалистов компании-разработчика.

## **2.3 Пилотный проект при внедрении новой цифровой технологии для проверки ее работоспособности и эффективности,** включает:

- Выбор проекта и пилотной группы: Определение проекта для тестирования цифровой технологии и персонала для использования
- Планирование процесса пилота: Разработать план пилотного проекта, определите цели, задачи, методику оценки и критерии успеха.
- Внедрение и тестирование: Запуск новой цифровой технологии для проекта, тестирование функционала, регистрация отзывов и проблем.
- Сопровождение и поддержка: Обеспечение участников проекта доступом к технической поддержке и ресурсам для решения возникающих проблем.
- Сбор обратной связи: Регулярный опрос и сбор обратной связи от участников пилота
- Оценка результатов: Анализ собранной информации, сравнение результатов с поставленными целями

## **2.4 Внесения обязательства использования цифровой технологии в регламенты организации и должностные инструкции** включает:

- Разработка политики использования: Формулирование четкой политики использования цифровой технологии, включающую обязательства и преимущества его использования, а также обязанности сотрудников при работе с ним.
- Интеграция в регламенты организации: Внесение обязательств использования цифровой технологии во все соответствующие регламенты и положения организации, такие как внутренние правила, политики информационной безопасности, руководства по работе и другие.
- Изменение должностных инструкций: Внесение соответствующих изменений в должностные инструкции сотрудников с отражением обязательств использовать цифровую технологию в соответствующих рабочих процессах.
- Контроль и поддержка: Обеспечение мониторинга и контроля соответствия обязательств использования цифровой технологии.
- Обновление и адаптация: Регулярное обновление и адаптация положения и инструкций в соответствии с изменениями в цифровой технологии или потребностями организации.

Поствнедрение цифровых технологий в строительство включает в себя мониторинг использования цифровых технологий в реальном времени, оценку производительности и эффективности новых систем и технологий, сбор обратной связи от пользователей, корректировку и улучшение систем на основе полученных данных и оценок. Здесь происходит непрерывное развитие и адаптация новых цифровых технологий в соответствии с изменившимися потребностями, требованиями и возможностями компании в строительной отрасли.



Таблица 3 – Оценка эффективности внедрения цифровых технологий в строительстве на этапе поствнедрения

Этап	Раздел	Суть	Методы
3. Поствнедрение	3.1 Сбор данных после внедрения	Сбор данных о работе и результатах проектов с использованием новых технологий	Время выполнения проекта Затраты и бюджет Качество и количество ошибок Безопасность и инциденты Использование ресурсов Коммуникация и сотрудничество Удовлетворенность клиентов и заинтересованных сторон
	3.2 Анализ изменений	Сравнение данных до и после внедрения цифровых технологий. Оценка изменения в ключевых показателях эффективности. Опрос сотрудников о работе новых систем и их влиянии на рабочие процессы.	Анализ изменений в ключевых показателях: Опрос сотрудников Отчет об изменениях Внесение корректировок и улучшений
	3.3 Экономическая оценка поствнедрения	Провести расчет итоговых экономических показателей эффективности внедрения цифровой технологии	Чистый дисконтированный доход Внутренняя норма доходности Простой срок окупаемости Динамический срок окупаемости Индекс рентабельности Прирост объема производства Рост производительности труда Снижение затратоемкости продукции Сравнение плановых показателей с фактическими
	3.4 Мониторинг и адаптация	Дальнейший мониторинг производительности и эффективности цифровых технологий в строительстве. Разработать стратегии для дальнейшего улучшения процессов и систем.	Непрерывный мониторинг, контроль и регулярный аудит производительности Анализ данных и сверка с целями Обратная связь от пользователей Инновации и обновления

Источник: собственная разработка авторов

**3.1** Для эффективной сравнительной оценки до и после внедрения цифровых технологий в строительстве, **сбор данных о состоянии процессов после внедрения и результатов строительных проектов** включает:

- **Время выполнения проекта:** Записи о продолжительности выполнения каждого этапа проекта, от начала до завершения после внедрения цифровых технологий.
- **Затраты и бюджет:** Информация о расходах на материалы, рабочую силу, оборудование и другие ресурсы для каждого этапа проекта после внедрения цифровых технологий.
- **Качество и количество ошибок:** Данные о количестве дефектов, несоответствий, проблем, которые произошли в процессе и в результате проекта после внедрения цифровых технологий.
- **Безопасность и инциденты:** Статистика по безопасности, включая количество инцидентов, травм, нарушений правил безопасности после внедрения цифровых технологий.
- **Использование ресурсов:** Информация о том, какие ресурсы использовались, сколько из них было использовано и как они использовались в процессе строительства после внедрения цифровых технологий.
- **Коммуникация и сотрудничество:** Оценка уровня коммуникации и сотрудничества между участниками проекта, журналы обмена информацией, координации и коллаборации после внедрения цифровых технологий.

- Удовлетворенность клиентов и заинтересованных сторон: Опросы или обзоры, отражающие мнение заказчиков и других заинтересованных сторон о проекте после внедрения цифровых технологий.

3.2 Сравнение данных до и после внедрения цифровых технологий и оценка изменений в ключевых показателях эффективности, а также опрос сотрудников могут помочь в **оценке влияния новых систем на рабочие процессы**, включающей:

- Анализ изменений в ключевых показателях: Сравнение данных до и после внедрения. Оценка изменения в соотношении с целями внедрения технологий.

- Опрос сотрудников: Опрос сотрудников с их мнением о работе с новыми технологиями, оценка их удобства, влияния на рабочие процессы и проблемы. Выделение позитивных и негативных аспектов, выявление областей, требующих улучшения, и сильных сторон цифровизации.

- Отчет об изменениях: Сбор данных и результатов анализа изменений в отчет, описывающий влияние цифровых технологий на работу организации.

- Внесение корректировок и улучшений: Использование результатов оценки для внесения корректировок, улучшения процессов работы с новыми системами и разработки плана дальнейших действий.

Это поможет оценить влияние цифровых технологий на рабочие процессы и эффективность организации, а также выявить области для дальнейших улучшений и развития.

**3.3 Расчет итоговых экономических показателей эффективности внедрения цифровой технологии** включает:

- Чистый дисконтированный доход
- Внутренняя норма доходности
- Простой срок окупаемости
- Динамический срок окупаемости
- Индекс рентабельности
- Прирост объема производства
- Рост производительности труда
- Снижение затратно-емкости продукции.
- Сравнение плановых показателей с фактическими

Подробнее о методах расчета показателей эффективности с учетом специфики внедрения цифровой технологии в строительную организацию опубликовано [6].

**3.4 Дальнейший мониторинг производительности и эффективности цифровых технологий в строительстве**, а также разработка стратегий для улучшения процессов и систем, включает:

- Непрерывный мониторинг, контроль и регулярный аудит производительности: Организация системы мониторинга и сбора данных по отслеживанию сроков выполнения проектов, затрат, качества работ и других ключевых показателей. Регулярный контроль и аудит для проверки эффективности внедренных улучшений, а также для обеспечения их соответствия целям и ожиданиям

- Анализ данных и сверка с целями: Анализ собранных данных и сравнение их с поставленными целями и ожиданиями. Оценка соответствие результатов желаемым показателям эффективности.

- Обратная связь от пользователей: Сбор обратной связи от сотрудников, использующих цифровые технологии для выявления проблем и предложений по улучшению систем.

- Инновации и обновления: Отслеживание новых технологических разработок в отрасли строительства и поиск инновационных решений, которые могут улучшить текущие процессы.

Этот подход поможет не только улучшить производительность и эффективность, но и создаст устойчивую модель для постоянного развития и адаптации к изменяющимся требованиям отрасли строительства.

Таким образом к ожидаемым эффектам от внедрения цифровых технологий можно отнести сокращение временных затрат, рост объемов производства, внедрение современных строительных технологий, сокращение времени цикла строительства, повышение роста производительности труда, снижение затратоемкости продукции.

В целом процесс внедрения цифровых технологий рассматривается на инвестиционный проект, носящий признаки инновационности. Основной методикой для принятия управленческого решения о внедрении цифровых технологий можно считать методику оценки ее экономической эффективности. В связи с тем, что внедрение цифровых технологий подобно внедрению инновационных продуктов, для целей оценки их эффективности предлагается рассматривать показатели чистого дисконтированного дохода, внутренней нормы рентабельности, простого и динамического сроков окупаемости и индекса рентабельности, а также оценку прироста объема производства, рост производительности труда и снижение затратоемкости продукции.

## ВЫВОДЫ

Рассмотрены существующие методики оценки цифровизации организации, которые носят общий характер, оцениваются методом экспертных оценок и не учитывают специфику строительного производства. Определено, что оценка эффективности цифровых технологий в строительстве должна носить комплексный и системный характер, взаимодополняя существующие методы оценки.

Выявлена специфика цифровых технологий в строительстве, включающая сложность инфраструктуры от разнообразия объектов, интеграцию цифровых технологий с физическими объектами, координацию и сотрудничество с широким спектром заинтересованных лиц, большие объемы данных от проектирования, строительства и эксплуатации объектов, системное взаимодействие с большим количеством узкоспециализированных цифровых технологий.

Описана авторская методика оценки цифровых технологий в строительстве, применяемая на трех этапах: предвнедрения, внедрения и поствнедрения цифровых технологий. Для каждого этапа разработана система показателей и методов, позволяющая принять решение о целесообразности. Методика объединяет в себе управленческие и экономические критерии для оценки цифровых технологий в строительстве.

Методика оценки эффективности цифровых технологий в строительстве, в отличие от существующих, учитывает специфику цифровых технологий в строительстве, рассчитывается по трем этапам: предвнедрения, внедрения и поствнедрения, включает в себя управленческие и экономические методы оценки, позволяет строительным организациям заказчика, проектировщика, генподрядчика, подрядчика или органов государственного контроля провести качественную оценку эффективности цифровых технологий находясь на любой стадии развития цифровизации.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Голубова, О. С. Ценообразование в строительстве : учебно-методическое пособие для студентов направления специальности 1-27 01 01-17 «Экономика и организация производства (строительство)» / О. С. Голубова, С. А. Ещенко ; Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Экономика строительства». – Минск : БНТУ, 2019. – 68 с.

2. Зараменских Е. О. Разработка рекомендаций по совершенствованию оценки экономической эффективности внедрения программных продуктов в коммерческих организациях : магистерская диссертация / Е. О. Зараменских ; Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Институт экономики и управления, Кафедра экономики и

управления на металлургических и машиностроительных предприятиях. — Екатеринбург, 2020. — 111 с. — Библиогр.: с. 104-109 (60 назв.)

3. Перевощикова А. А. Подходы к оценке эффективности цифровизации на предприятиях агропромышленного комплекса : магистерская диссертация / А. А. Перевощикова ; Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Институт экономики и управления, Кафедра экономики и управления на металлургических и машиностроительных предприятиях. — Екатеринбург, 2022. — 115 с. — Библиогр.: с. 101-115 (121 назв.)

4. Григорьева, Н. А. Оценка эффективности цифровизации строительной отрасли / К.В. Шульга, Н. А. Григорьева // Современный механизм функционирования торгового бизнеса и туристической индустрии: реальность и перспективы : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Минск, 1—2 дек. 2022 г. — Минск : БГЭУ, 2022. — С. 000.

5. Григорьева, Н. А. Анализ нормативно-правового регулирования цифровизации строительства = Analysis of normative and legal regulation of construction digitalization / Н. А. Григорьева, К. В. Шульга // Инжиниринг и экономика: современное состояние и перспективы развития [Электронный ресурс] : сборник материалов студенческой научно-технической конференции в рамках 21-й международной научно-технической конференции БНТУ "Наука – образованию, производству и экономике" и 79-й студенческой научно-технической конференции БНТУ, 18-19 мая 2023 г. / редкол.: О. С. Голубова [и др.] ; сост. Н. А. Пашкевич. – Минск : БНТУ, 2023. – С. 57-65.

6. Григорьева, Н. А. Оценка эффективности цифровизации строительной отрасли / К.В. Шульга, Н. А. Григорьева // Современный механизм функционирования торгового бизнеса и туристической индустрии: реальность и перспективы : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Минск, 1—2 дек. 2022 г. — Минск : БГЭУ, 2022.

## REFERENCES

1. Golubova, O. S. Pricing in construction: educational and methodological manual for students of specialty 1-27 01 01-17 "Economics and organization of production (construction)" / O. S. Golubova, S. A. Eshchenko; Belarusian National Technical University, Department of Economics construction." – Minsk: BNTU, 2019. – 68 p.

2. Zaramenskikh E. O. Development of recommendations for improving the assessment of the economic efficiency of implementing software products in commercial organizations: master's thesis / E. O. Zaramenskikh; Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Institute of Economics and Management, Department of Economics and Management at Metallurgical and Engineering Enterprises. - Ekaterinburg, 2020. - 111 p. — Bibliography: p. 104-109 (60 titles)

3. Perevoshchikova A. A. Approaches to assessing the effectiveness of digitalization at enterprises of the agro-industrial complex: master's thesis / A. A. Perevoshchikova; Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Institute of Economics and Management, Department of Economics and Management at Metallurgical and Engineering Enterprises. - Ekaterinburg, 2022. - 115 p. — Bibliography: p. 101-115 (121 titles)

4. Grigoryeva, N.A. Assessing the effectiveness of digitalization of the construction industry / K.V. Shulga, N. A. Grigoryeva //Modern mechanism of functioning of the trade business and tourism industry: reality and prospects: materials of the VI International. scientific-practical conf. students, graduate students and young scientists, Minsk, December 1-2. 2022 - Minsk: BSEU, 2022. - P. 000.

5. Grigoryeva, N. A. Analysis of normative and legal regulation of construction digitalization = Analysis of normative and legal regulation of construction digitalization / N. A. Grigoryeva, K. V. Shulga // Engineering and economics: current state and development prospects [Electronic resource]: collection of materials of the student scientific and technical conference within the framework of the 21st international scientific and technical conference of BNTU "Science - education, production and economics" and the 79th student scientific and technical conference of BNTU, May 18-19, 2023 / editor's note .: O. S. Golubova [and others]; comp. N. A. Pashkevich. – Minsk: BNTU, 2023. – P. 57-65.

6. Grigoryeva, N.A. Assessing the effectiveness of digitalization of the construction industry / K.V. Shulga, N. A. Grigoryeva //Modern mechanism of functioning of the trade business and tourism industry: reality and prospects: materials of the VI International. scientific-practical conf. students, graduate students and young scientists, Minsk, December 1-2. 2022 - Minsk: BSEU, 2022.