

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ГРИГОРЬЕВА Н.А.¹, БРУДЕР И.К.², ШУЛЬГА К.В.³

¹ к.э.н., доцент,

² старший преподаватель

³ магистр специальности 1-27 80 01 «Инженерный бизнес»

Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

В современных условиях цифровые технологии активно разрабатываются и используются во всем мире. Внедрение и использование цифровых технологий в строительстве требует системной оценки и методического обоснования ее параметров. В работе рассмотрены понятия цифровых технологий в строительстве и экономической эффективности их внедрения в 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. Выделены направления для дальнейшего исследования методики оценки эффективности цифровых технологий.

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

THEORETICAL FOUNDATIONS FOR ASSESSING THE EFFICIENCY OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION

GRIGORYEVA N.A.¹, BRUDER I.K.², SHULHA K.V.³

¹ Ph.D., Associate Professor,

² senior lecturer

³ Master of specialty 1-27 80 01 "Engineering business"

Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

In modern conditions, digital technologies are being actively developed and used all over the world. The introduction and use of digital technologies in construction requires a systematic assessment and methodological justification of its parameters. The paper considers the concepts of digital technologies in construction and the economic efficiency of their implementation in the organization. Foreign methods are singled out, leading to the specifics of construction activities. A set of performance indicators has been selected that provide an economic assessment of the investment project for the introduction of digital technologies and the organization's activities after digital transformation. Directions for further research on the methodology for evaluating the effectiveness of digital technologies are identified.

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

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях цифровые технологии активно разрабатываются и используются во всем мире. Республикой Беларусь проводится масштабная работа по

привлечению и использованию цифровых технологий в строительстве. 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 их внедрения. В данной статье непосредственно рассмотрены методики оценки экономической эффективности использования цифровых технологий в строительстве, определены показатели эффективности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время осуществление основных процессов деятельности человека, общества и государства немислимо без использования информационных технологий. В строительстве информационные технологии традиционно занимают важное место в планировании, организации и контроле строительного производства: они отвечают за коммуникации, проектирование, мониторинг цен на материалы, снабжение, логистику, ведение документооборота, BIM моделирование, сметное дело и т.д. Эффективность использования информационных технологий в строительстве является определяющим для строительных организаций: заказчика, проектировщика, генподрядчика, подрядчика или органов государственного контроля. Поэтому выбор программного обеспечения для строительства влияет не только на конечный результат проекта, но и деятельность организации в целом.

Цифровые технологии – основной фактор мирового экономического роста, основанный на трансформации и передаче информации, что позволяет в кратчайшие сроки реализовывать глобальные проекты. Мировой опыт использования информационных технологий дал предпосылки для развития систем анализа эффективности их внедрения. Рассмотрены зарубежные методики оценки эффективности применения цифровых технологий, применимых в строительстве, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Зарубежные методики оценки эффективности внедрения информационных технологий

Название методики	Разработчик	Суть
Индекс цифрового ускорения	<i>Boston Consulting Group</i> , США	Используется для оценки уровня развития цифровых компетенций, в сравнении с имеющимися конкурентами, среднеотраслевыми показателями, цифровыми лидерами и другими группами
Модель цифровой зрелости	<i>Deloitte</i> в партнерстве с Массачусетским технологическим институтом (США)	Определяет перспективы цифрового развития по 5 оценкам: стратегия, технологии, производство, структура и культура организации. Оценивается стратегия организации и перспективы разработки и внедрения инноваций, на основе которой строятся производственные и технологические процессы, бизнес-модель организации
Индекс зрелости Индустрии 4.0	Национальная академия наук и техники Германии	Позволяет установить стадию развития цифровой трансформации предприятия. Для всех направлений деятельности организации (производство, маркетинг, логистика и т.д.) определяются ключевые области цифровой трансформации и оцениваются по критериям: информатизация, связанность, наглядность, прозрачность, предсказуемость, самокоррекция
Модель оценки цифровых способностей	<i>KPMG</i> (Нидерланды)	Основывается на комплексе показателей по 5 ключевым сферам деятельности организаций: стратегия, менеджмент, цифровые возможности, основные процессы цифровой трансформации, технологическая и ресурсная гибкость. Результаты оценки представляются в виде круговой матрицы

Название методики	Разработчик	Суть
Цифровые чемпионы	<i>PwC</i> (Великобритания)	Определяет источники цифровых приоритетов и оценке внутреннего потенциала цифровой трансформации организации по: наличию навыков и компетенций в сфере цифровой экономики; цифровая трансформация процессов и оказываемых услуг, внедрение цифровых технологий и платформ для клиентов
Индекс цифровизации бизнеса	Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ	Оценка включает в себя 3 показателя: широкополосный доступ к информационно-коммуникационной сети «Интернет»; использование <i>RFID</i> -технологий для маркировки и отслеживания продукции, бесконтактной оплаты при покупке товаров, работ, услуг; использование <i>ERP</i> -систем для планирования ресурсов и автоматизации бизнес-процессов организаций; электронной торговли.

Источник: собственная разработка авторов на основании [1]

Таким образом, в разных странах мира подходы к внедрению цифровых технологий и уровень их применения отличаются, в том числе в зависимости от экономического развития, а также технологических трендов той или иной страны. Инструменты цифровизации взаимосвязаны между собой, уровень их применения определяется количеством и качеством взаимосвязей с другими инструментами, и механизмами цифровой трансформации строительства. В то же время переход к цифровизации строительства как стратегическая цель присутствует в большинстве развитых стран, что обусловлено современными мировыми социальными, экономическими, технологическими и иными тенденциями.

В Республике Беларусь согласно Директиве № 8 «О приоритетных направлениях развития строительной отрасли» [2], наиболее перспективным направлением развития является цифровизация строительной отрасли, что подтверждается непрерывным процессом модернизации государственной информационной системы «Государственный строительный портал», разработанной в 2019 году и являющейся до сих пор единственной отраслевой системой в Беларуси. Реализация цифровой трансформации строительной отрасли «позволяет осуществить переход на электронное взаимодействие участников инвестиционно-строительного процесса и внедрение интегрированных информационных систем по управлению ресурсами предприятий» [3].

Согласно Закону Республики Беларусь «Об информации, информатизации и защите информации» № 455-з от 10.08.2008, информатизация – «организационный, социально-экономический и научно-технический процесс, обеспечивающий условия для формирования и использования информационных ресурсов и реализации информационных отношений». При этом под информационными технологиями понимается «основанная на методах кодировки и передачи информации дискретная система, позволяющая совершать множество разноплановых задач за кратчайшие промежутки времени» [4]. Так, в стратегии развития информатизации в Республике Беларусь на 2016 – 2022 годы отмечается, что «целью информатизации инвестиционно-строительной деятельности является повышение эффективности взаимодействия участников и управления производственными ресурсами» [5].

Вопросам внедрение информационных технологий в строительстве посвящены работы Акулова О.А., Алюшкевича В.Б., Батыновского Э.И., Бабицкого С.С., Головнева А. Ф., Землякова Г.В, Колдаевой С.Н., Леоновича С.Н., Пикуса Д.М., Примака Ю.Д., Шумчика В. К.

Ожидается, что повсеместное внедрение цифровых технологий в строительстве позволяют усовершенствовать:

- коммуникации между заинтересованными сторонами;
- переход на BIM-моделирование зданий на стадии проектирования, строительства и эксплуатации;

- автоматизация процессов принятия управленческих решений;
- мониторинг актуальных цен строительные материалы;
- составление сметной документации;
- поставки материалов и их логистику;
- организацию строительства;
- технологию строительного производства;
- электронный документооборот;
- контроль за исполнением работ;
- информационные системы поддержки жизненного цикла зданий и сооружений и т.п.

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

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. Отмечается, что цифровизация строительства «основывается на применении интегрированных информационных систем управления и облачных вычислений на всех этапах жизненного цикла объекта строительства» [6].

Таким образом процесс внедрения информационных технологий рассматривается на инвестиционный проект, носящий признаки инновационности. В строительной отрасли цифровизация осуществляется в постоянно меняющихся экономических условиях, что определяет необходимость постоянного совершенствования системы ее оценки. При этом эффективность деятельности организаций относится к числу важнейших категорий экономики строительства, которая непосредственно связана с целью устойчивого развития общества в целом и каждой организации в частности. Так А.В. Бондарь и В.Н. Ермашкевич отмечают, что «оценка эффективности инвестиционных проектов рассматривается с точки зрения финансовой состоятельности, экономической эффективности и приобретает значение коммерческой эффективности» [7]. Основной методикой для принятия управленческого решения о внедрении информационных технологий можно считать методику оценки ее экономической эффективности.

Экономическая эффективность – это параметр, показывающий отношение полученного результата (усовершенствование деятельности строительной организации с внедренными информационными технологиями) к затратам (закупка, установка, обучение, внедрение цифровых технологий в деятельность организации). Для более обобщенной оценки эффективности использования ресурсов рассчитываются показатели рентабельности, валовой добавленной стоимости и налоговой нагрузки. Для оценки общей (абсолютной) эффективности используется система показателей. Показатель экономической эффективности – «мера её количественного измерения. В отличие от критерия показатель эффективности всегда количественно определен» [8]. Оценка эффективности цифровых технологий подразумевает отношение к внедрению программных продуктов как к инвестициям в инновационную деятельность. Следовательно, подходящими под специфику оценки эффективности цифровых технологий являются следующие показатели, изображенные на рисунке 1.

<p>Чистый дисконтированный доход</p> $NPV = IC + \sum CF_t / (1 + r)^t$ <p>где: <i>NPV</i> — величина чистого дисконтированного дохода; <i>IC</i> — первоначальные инвестиции; <i>CF_t</i> — потоки денежных средств в конкретный период срока окупаемости проекта, которые представляют собой суммы притоков и оттоков денежных средств в каждом конкретном периоде <i>t</i> (<i>t = 1...n</i>); <i>r</i> — ставка дисконтирования</p>		<p>Интерпретация: <i>NPV</i> > 0 – привлекательность инвестиций <i>NPV</i> max</p>
<p>Внутренняя норма доходности</p> $IRR = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1 + IRR)_t} - IC$ <p>где: <i>CF_t</i> (<i>Cash Flow</i>) – денежный поток в период времени <i>t</i>; <i>IC</i> (<i>Invest Capital</i>) – инвестиционные затраты на проект в первоначальном периоде (тоже являются денежным потоком <i>CF₀ = IC</i>). <i>t</i> – период времени.</p>		<p>Интерпретация: <i>IRR</i> > нормы доходности капитала – привлекательность инвестиций <i>IRR</i> max</p>
<p>Простой срок окупаемости</p> $PP = IC \setminus CF$ <p>где: <i>PP</i> (<i>Pay-Back Period</i>) – простой срок окупаемости, выраженный в годах/ месяцах; <i>IC</i> (<i>Invest Capital</i>) – сумма первоначальных инвестиций; <i>CF</i> (<i>Cash Flow</i>) – ожидаемый среднегодовой (среднемесячный) денежный поток.</p>		<p>Интерпретация: <i>PP</i> < <i>N</i> – период окупаемости меньше срока жизни проекта <i>PP</i> min</p>
<p>Динамический срок окупаемости</p> $DPP = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1 + r)_t} \geq I_o$ <p>где: <i>r</i> – ставка дисконтирования; <i>I₀</i> – инвестиции в проект; <i>CF_t</i> – денежные поступления в период <i>t</i>; <i>n</i> – простой срок окупаемости.</p>		<p>Интерпретация: <i>DPP</i> < <i>N</i> – период окупаемости меньше срока жизни проекта <i>DPP</i> min</p>
<p>Индекс рентабельности</p> $PI = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{CF_i}{(1 + r)^i}}{CF_0}$ <p>где: <i>N</i> – срок жизни проекта; <i>CF_i</i> – чистый денежный поток в <i>i</i>-ом периоде; <i>r</i> – ставка дисконтирования; <i>CF₀</i> – денежный поток в 0-ой точке (сумма первоначальных инвестиций).</p>		<p>Интерпретация: <i>PI</i> > 1 – прибыльность Инвестиций <i>PI</i> max</p>
<p>Прирост объема производства</p> $\Delta ВП = ВП_1 - ВП_0,$ <p>где: <i>ВП</i> – валовой объем производства продукции до и после внедрения инноваций</p>		<p>Интерпретация: <i>ВП</i> > 0 – прирост производства <i>ВП</i> max</p>
<p>Рост производительности труда</p> $\Delta ЧЧ_{ин} = \frac{ВП_0 + \Delta ВВ_{ин}}{ЗТ_0 - \Delta ЗЗ_{ин}} - ЧВ_0$ <p>где: <i>ВП₀</i> – стоимость выпуска продукции до внедрения инновации; <i>ВВ_{ин}</i> – увеличение выпуска продукции за счет инновации; <i>ЗТ₀</i> – затраты труда на производство продукции до внедрения инновации; <i>ЗЗ_{ин}</i> – экономия затрат труда после внедрения инновации; <i>ЧВ₀</i> – среднечасовая выработка до внедрения инновации</p>		<p>Интерпретация: <i>ЧЧ_{ин}</i> > 0 – прирост производительности труда <i>ЗЗ_{ин}</i> max</p>
<p>Снижение затратоемкости продукции</p> $\Delta ЗЗ_{ин} = \frac{З_0 + \Delta З_{ин}}{ВП_0 - \Delta ВП_{ин}} - ИЕ_0$ <p>где: <i>З₀</i> – общая сумма затрат на производство продукции до использования инновации; <i>З_{ин}</i> – изменение затрат за счет внедрения инновации; <i>ВП₀</i> – стоимость выпуска продукции до внедрения инновации; <i>ВП_{ин}</i> – увеличение выпуска продукции за счет инновации; <i>ИЕ₀</i> – материалоемкость продукции до внедрения инновации</p>		<p>Интерпретация: <i>ЗЗ_{ин}</i> < 0 – снижение затратоемкости продукции <i>ЗЗ_{ин}</i> min</p>

Показатели эффективности инвестиционного проекта внедрения информационных технологий

Показатели эффективности деятельности организации при внедрения информационных технологий

Рисунок 1 – Показатели оценки эффективности внедрения

Источник: собственная разработка авторов на основании [9]

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 затратно-емкости продукции.

Однако, характерной чертой инвестирования в цифровую трансформацию отрасли в целом и организации в частности, является высокий уровень неопределённости. Это обусловлено тем, что рассматриваемые проекты зачастую являются новыми, и их реализация формирует и расширяет новый рынок или сегмент предоставляемых услуг.

ВЫВОДЫ

Таким образом, формирование новых экономических тенденций и инновационные преобразования строительства требуют разработки актуальных моделей оценки эффективности внедрения информационных технологий. Рассмотрены международные методики оценки информатизации 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. Проведенный теоретический анализ позволяет сформулировать следующие выводы, связанные с изучаемыми вопросами и проблемами их исследования в научной литературе:

1. инновационные процессы способствуют ускорению социально-экономического развития. Цифровая трансформация является очередным этапом развития инновационных процессов, способствующим повышению конкурентоспособности строительных организаций и преодолению сложившихся в отрасли проблем;

2. белорусские строительные организации находятся на начальном этапе цифровой трансформации. Перспективным направлением внедрения цифровых технологий в отрасли является информационное моделирование зданий (*BIM*);

3. в зарубежной и отечественной практике существуют различные методы оценки экономической эффективности цифровых технологий, а также оценки уровня цифровизации организаций. Однако существующие подходы оценки не учитывают принцип учета затрат, связанных с проведением цифровой трансформации, доходов от внедрения информационных технологий и определяют результативность инновационной деятельности;

4. выделены показатели, подходящие под оценку эффективности внедрения информационных технологий: показатели эффективности инвестиционного проекта внедрения информационных технологий (чистого дисконтированного дохода, внутренней нормы рентабельности, простого и динамического сроков окупаемости и индекса рентабельности) и показатели эффективности деятельности организации при внедрения информационных технологий (оценка прироста объема производства, рост производительности труда и снижение затратно-емкости продукции);

5. необходимость применения комплексных подходов и учета специфики строительного производства определяет актуальность разработки новых методов оценки эффективности цифровых технологий строительных организаций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шапошников В.А. Подходы к оценке эффективности цифровизации на предприятиях агропромышленного комплекса [Электронный ресурс] : – Электронные данные. – Режим

доступа : https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/109397/1/m_th_a.a.perevoshchikova_2022.pdf Дата доступа : 29.10.2022г.

2. Полхович И.Н. Автоматизация процесса формирования стоимости разработки документации проектного обеспечения строительной деятельности [Электронный ресурс] : – Электронные данные. – Режим доступа : <https://stroyekonomika.by/polhovich-estimate-pir.php> Дата доступа : 29.10.2022г.

3. Мальцевич, И. В. Цифровизация строительной отрасли Республики Беларусь как важнейший фактор роста ее конкурентоспособности / И. В. Мальцевич // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого : научно-практический журнал. — 2021. — № 3. — С. 55—66.

4. Закон Республики Беларусь «Об информации, информатизации и защите информации» № 455-з от 10.08.2008 г.

5. Стратегия развития информатизации в Республике Беларусь на 2016–2022 годы [Электронный ресурс] : утв. на заседании Президиума Совета Министров, 03.11.2015, № 6. – Режим доступа: <http://nmo.basnet.by/concept/strategia2022.php> Дата доступа : 29.10.2022г.

6. Цифровая экономика строительства / Пурс Геннадий Анатольевич // Экономика в строительстве / [редколлегия: В. В. Саевич (главный редактор) и др.]. — С. 152—159

7. Бондарь А. В. Экономическая безопасность и экономическая политика: Учеб. пособие / А. В. Бондарь [и др.]; Под ред. А. В. Бондаря, С. Н. Князева. – Минск: БГЭУ. –2007.

8. 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.

9. Григорьева, Н. А. Инвестиционное проектирование : учебно-методическое пособие для выполнения курсового проекта для студентов направления специальности 1-27 01 01-17 «Экономика и организация производства (строительство)» / Н. А. Григорьева, Л. К. Корбан ; Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Экономика, организация строительства и управление недвижимостью». – Минск : БНТУ, 2022. – 105 с.

REFERENCES

1. Shaposhnikov V.A. Approaches to evaluating the effectiveness of digitalization at the enterprises of the agro-industrial complex [Electronic resource]: - Electronic data. – Access mode : https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/109397/1/m_th_a.a.perevoshchikova_2022.pdf Access date : 29.10.2022

2. Polkhovich I.N. Automation of the process of forming the cost of developing documentation for the design support of construction activities [Electronic resource]: - Electronic data. – Access mode: <https://stroyekonomika.by/polhovich-estimate-pir.php> Access date: 10/29/2022

3. Maltsevich, I. V. Digitalization of the construction industry of the Republic of Belarus as the most important factor in the growth of its competitiveness / I. V. Maltsevich // Vestnik GSTU im. P. O. Sukhoi: scientific and practical journal. - 2021. - No. 3. - S. 55-66.

4. Law of the Republic of Belarus “On Information, Informatization and Information Protection” No. 455-z dated August 10, 2008

5. Strategy for the development of informatization in the Republic of Belarus for 2016–2022 [Electronic resource]: approved. at the meeting of the Presidium of the Council of Ministers, 11/03/2015, No. 6. - Access mode: <http://nmo.basnet.by/concept/strategia2022.php> Access date: 10/29/2022.

6. Digital economics of construction / Pours Gennady Anatolyevich // Economics in construction / [editorial board: V. V. Saevich (editor-in-chief) and others]. — S. 152—159

7. Bondar A. V. Economic security and economic policy: Proc. allowance / A. V. Bondar [and others]; Ed. A. V. Bondar, S. N. Knyazev. - Minsk: BSEU. -2007.

8. Golubova, O. S. Pricing in construction: a teaching aid for students of specialty 1-27 01 01-17 "Economics and organization of production (construction)" / O. S. Golubova, S. A. Yeshchenko; Belarusian National Technical University, Department of Construction Economics. - Minsk: BNTU, 2019. - 68 p.

9. Grigoryeva, N. A. Investment design: a teaching aid for the implementation of a course project for students of the specialty 1-27 01 01-17 "Economics and organization of production (construction)" / N. A. Grigoryeva, L. K. Korban; Belarusian National Technical University, Department of Economics, Organization of Construction and Real Estate Management. - Minsk: BNTU, 2022. - 105 p.