

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦИФРОВИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

А.С. Мищенко

Аннотация. Представлен анализ особенностей цифровизации строительной отрасли, выделены этапы цифровизации. Разработана модель оценки экономического эффекта и эффективности цифровизации строительства с учетом жизненного цикла объектов. Дана характеристика внутренних и внешних эффектов, получаемых при проведении цифровизации. Сформулированы методические основы оценки эффекта и эффективности.

Ключевые слова: строительный комплекс, цифровизация, цифровые технологии, экономический эффект, эффективность цифровизации.

JEL-классификация: L74, O33.

DOI: 10.46782/1818-4510-2024-1-122-132

Материал поступил 7.12.2023 г.

В настоящее время происходит глобальная трансформация мировой строительной отрасли, характеризующаяся отказом от традиционных методов проектирования и строительства в пользу инновационных, основанных на использовании цифровых технологий. Цифровые технологии позволяют систематизировать сбор и поступление новой информации, хранить все в одном месте, координировать участников строительного процесса и включать их в совместную работу. Применение новых технологий сокращает время, затраченное на определенные виды работ непосредственно на строительной площадке. В результате уменьшаются сроки строительства и снижаются затраты на проекты в целом.

В Республике Беларусь цифровизация строительства находится на начальном этапе, предусматривающем использование цифровых технологий отдельными организациями и учреждениями. Цифровизация включена в перечень приоритетных направлений развития, например, в Директиве Президен-

та Республики Беларусь от 4 марта 2019 г. № 8 «О приоритетных направлениях развития строительной отрасли»¹. В документе отмечена необходимость внедрения в работу строительного комплекса цифровых технологий, в том числе: 1) переход на электронное взаимодействие участников инвестиционно-строительного процесса; 2) внедрение интегрированных информационных систем по управлению ресурсами предприятий; 3) развитие технологий информационного моделирования в строительстве; 4) создание единой информационной среды в строительной отрасли; 5) автоматизация разработки укрупненных нормативов стоимости по всем видам строительного-монтажных работ, конструктивным элементам, объектам строительства и интегрирования их в соответствующие банки данных.

Таким образом, анализ различных аспектов процесса цифровизации строитель-

¹ URL: <https://president.gov.by/ru/documents/direktiva-8-ot-4-marta-2019-g-20630>

* **Мищенко Артем Сергеевич** (6482575@mail.ru), кандидат экономических наук, доцент, Белорусский государственный экономический университет (г. Минск, Беларусь); <https://orcid.org/0000-0002-1216-3443>

Для цитирования: Мищенко А.С. 2024. Модель оценки экономического эффекта и экономической эффективности цифровизации строительства. *Белорусский экономический журнал*. № 1. С. 122–132. DOI: 10.46782/1818-4510-2024-1-122-132

ства в настоящее время является достаточно актуальным. Важное значение в условиях действия негативных факторов и сокращения результирующих показателей в отдельных отраслях имеет обеспечение эффективности реализуемых проектов цифровизации. Основной целью данной публикации является обоснование модели оценки экономического эффекта и экономической эффективности цифровизации строительства.

Обзор литературы

Различные стороны цифровизации строительства исследуются отечественными и зарубежными учеными и экономистами на протяжении последнего десятилетия.

Вопросам внедрения информационных технологий в строительстве посвящены работы А.А. Паненкова², И.А. Воронина, В.А. Изатова, Г.А. Пурса (2019), Л.А. Сулеймановой, П.В. Сапожникова, А.Н. Кривчикова (2022), А.В. Алексанина, Я.В. Жарова (2022), Л.Н. Устиновой, Н.П. Романа (2020), М.Ю. Викторова (2020), А.Х. Байбурина, Н.В. Кочарина³ и др. В них исследован потенциал применения цифровых технологий в управлении строительством, проведен анализ ключевых аспектов управления цифровизацией строительства, обосновано использование информационного моделирования на различных этапах жизненного цикла строительной продукции. Также внимание уделяется вопросам оценки эффективности проектов цифровизации в различных отраслях экономики⁴ (Азиева, 2023; Прусов, Зорина, 2022; Любименко, Вайсман, 2020 и др.).

Методическим основам оценки эффективности цифровизации строительства в научной литературе уделено меньше внимания. Рассмотрению этих вопросов посвящены работы О.Н. Кузиной (2020), Е.В. Казаку (2019), Д.З. Искандарова, С.М. Бороздиной (2023) и

др. В них исследуется стоимостной инструментарий оценки уровня эффективности цифровизации организаций строительной отрасли с разделением инструментов расчета по этапам жизненного цикла проектов. Е.В. Казаку (2019) рассматривает основные тенденции развития оценки эффективности перспективных инвестиционно-строительных проектов.

Таким образом, научные труды содержат довольно полное описание процесса внедрения цифровых технологий в строительную отрасль и основ определения эффективности реализации цифровых проектов в различных отраслях экономики в целом, но не рассматривают специфику оценки экономического эффекта и эффективности цифровизации строительной отрасли. Необходима дальнейшая проработка практических вопросов цифровизации в строительстве, а также обоснование модели оценки экономического эффекта и эффективности цифровизации, учитывающей имеющиеся особенности в данной отрасли.

Методика исследования

На первом этапе исследования осуществлен обзор и анализ научных публикаций, позволивший систематизировать теоретическую базу и создать методологическую основу для следующего этапа.

Далее на основе систематизированной информации проанализированы особенности цифровизации строительного комплекса страны. Первоначально рассмотрен процесс цифровизации отечественной строительной отрасли, учитывающий жизненный цикл объектов строительства. С учетом выявленных особенностей и сложившейся практики оценки эффективности проектов цифровизации разработана модель оценки экономического эффекта и эффективности цифровизации, предусматривающая обязательный учет получаемых эффектов как в рамках внутренней перестройки бизнес-процессов, так и в границах создаваемых цифровых связей с иными субъектами. На следующем этапе сформулированы методические основы оценки эффекта и эффективности цифровизации строительной отрасли.

В результате сделан вывод о необходимости трансформации подходов к оцен-

² Паненков А.А. 2020. Управление цифровой трансформацией при реализации инвестиционно-строительных проектов: автореф. дисс. ... канд. экон. наук: 08.00.05. Воронеж: ФГБОУВО «ВГТУ».

³ Байбурин А.Х., Кочарин Н.В. 2020. *Применение цифровых технологий в строительстве*. Челябинск: Библиотека А. Миллера.

⁴ Зубрицкая И.А. 2021. Экономическая оценка цифровой трансформации обрабатывающей промышленности Республики Беларусь: автореф. дисс. ... канд. экон. наук: 08.00.05. Минск: БГУ.

ке экономического эффекта и экономической эффективности цифровизации, используемых отечественными субъектами строительной отрасли.

Особенности цифровизации строительной отрасли

Разработка модели оценки эффекта и эффективности цифровизации требует выделения особенностей внедрения цифровых технологий в работу строительного комплекса. При построении процесса цифровизации важно учитывать жизненный цикл объектов строительства и первоочередность внедрения в работу организаций специализированных информационных систем, а также необходимость обязательного проведения цифровизации как в реинжиниринге внутренних бизнес-процессов, так и в границах обеспечения внешнего цифрового взаимодействия (рис. 1).

Как видим, процесс цифровизации отечественной строительной отрасли предусматривает последовательное прохождение трех этапов. На первом этапе осуществляется оцифровка данных при внедрении информационных систем в управление, а также для взаимодействия строительных организаций с заказчиками, проектировщиками, поставщиками и органами государственного управления. На втором этапе происходит внедрение цифровых технологий на всех стадиях (фазах) жизненного

цикла объекта строительства: проектирование, возведение, эксплуатация, строительный контроль. В результате проводится внутренняя цифровизация отдельных областей управления строительством в границах конкретных строительных компаний. Третий этап цифровизации предполагает взаимосвязь всех цифровых процессов в ходе передачи цифровой модели, предусматривающей внутреннюю оптимизацию и установление цифрового внешнего взаимодействия строительных организаций между собой и иными субъектами рынка (Мищенко, 2023. С. 114).

В рамках отмеченной специфики цифровизации отечественной строительной отрасли при формировании подходов к оценке эффекта и эффективности важно учесть:

- необходимость проведения цифровизации на уровнях внутренних бизнес-процессов и внешних связей, формируемых с иными участниками строительного рынка. С учетом того, что строительные работы могут производиться несколькими субъектами, а их контроль осуществляется надзорными органами, проведение исключительно внутренней цифровизации не позволит обеспечить получение эффекта в полном объеме за счет отсутствия составляющей, оценивающей улучшения, формируемые в результате установления цифрового взаимодействия;



Рис. 1. Процесс цифровизации отечественной строительной отрасли с учетом жизненного цикла объектов строительства

Источник. Авторская разработка на основе (Мищенко, 2023. С. 113).

- наличие множества разнонаправленных изменений, возникающих на каждом из этапов цифровизации деятельности строительных организаций, вызывает необходимость комплексной оценки каждой меры по цифровизации с определением и количественной оценкой всех потенциальных эффектов (совокупности таких эффектов);
- проведение строительных работ в соответствии с жизненным циклом объектов строительства должно предусматривать обязательное определение эффектов и затрат, в том числе в границах каждой стадии (фазы) жизненного цикла.

Обоснование модели оценки экономического эффекта и экономической эффективности цифровизации строительства позволит обеспечить ее практическую реализуемость, а также получение достоверной оценки экономической целесообразности осуществления мероприятий по цифровизации.

Модель оценки экономического эффекта и эффективности цифровизации

Выявление особенностей цифровизации строительной отрасли, требующих обязательного учета, позволяет разработать модель оценки экономического эффекта и эффективности цифровизации, имеющую практическую значимость (рис. 2).

Предлагаемая модель предусматривает сопоставление совокупности получаемых эффектов и затрат по двум направлениям анализа: внутренних цифровизируе-

мых бизнес-процессов и внешнего цифрового взаимодействия, с последующим суммированием результатов оценки и расчетом чистого эффекта от цифровизации, а также эффективности мер по цифровизации. Чистый эффект представляет собой совокупный чистый дисконтированный доход (ЧДД) по всем реализуемым цифровым проектам, рассчитанный с учетом последовательности их реализации и имеющейся взаимосвязи (за счет наблюдаемого взаимодействия всех субъектов отрасли). Оценку эффектов при цифровизации внутренних бизнес-процессов предлагается осуществлять в границах возможностей, открываемых в результате внедрения информационных систем и цифровых инструментов в работу строительных организаций с учетом обязательного отражения и оценки их совокупности (не одного, а всех потенциальных эффектов). Типы внутренних эффектов представлены в табл. 1.

Как видим, наибольшее количество эффектов будет получено при внедрении цифровых инструментов и технологий в рамках жизненного цикла объектов строительства (проектирование, возведение объектов и их эксплуатация, организация строительного контроля). При этом весь объем эффектов, возникающих в результате проведения цифровизации строительства, будет принадлежать исключительно объекту, для которого данная цифровизация производится.

Одновременно с однозначной принадлежностью внутренних эффектов субъек-

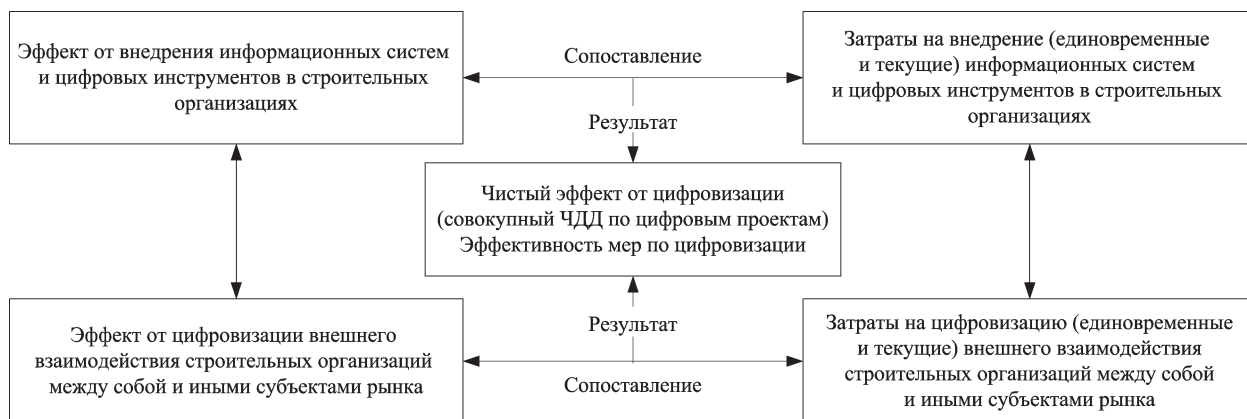


Рис. 2. Модель оценки экономического эффекта и эффективности цифровизации строительства
 Источник. Авторская разработка.

Типы внутренних эффектов, получаемых на различных этапах цифровизации строительства

Область цифровизации	Тип получаемого эффекта				
	Сокращение трудоемкости основных операций и работ	Ускорение внутренних бизнес-процессов	Повышение качества услуг	Сокращение сроков строительства объектов	Сокращение числа совершаемых ошибок
Этап 1. Внедрение информационных систем					
В управление	+	+	-	-	+
Для обеспечения взаимодействия с заказчиками, проектировщиками, поставщиками и органами государственного управления	+	+	+	-	+
Этап 2. Внедрение цифровых инструментов и технологий					
На стадии проектирования	+	+	-	+	+
На стадии возведения объектов	+	+	-	+	+
На стадии эксплуатации объектов	+	+	+	+	+
В организацию строительного контроля	+	+	-	+	+
Этап 3. Взаимосвязь цифровых технологий					
Затрагивающих внутренние бизнес-процессы	+	+	-	-	+

Источник. Авторская разработка.

ту, осуществляющему цифровизацию, внешние эффекты будут разделяться между сторонами, устанавливающими цифровое взаимодействие. Так, при цифровизации взаимодействия строительных организаций с поставщиками строительных материалов, конструкций и оборудования будет обеспечено получение эффекта, который разделен и составляет для строительной организации величину экономии в результате сокращения уровня складских запасов материалов (ускорения процесса их закупки у поставщика), а для организации-поставщика – от ускорения оборачиваемости ее активов. При взаимодействии с иными субъектами будет также наблюдаться разграничение эффектов (табл. 2).

Использование предложенного варианта разграничения внешних эффектов обеспечит учет всех их типов при организации цифрового взаимодействия. Основу данных эффектов составят: сокращение сроков проведения работ и ошибок на всех стадиях (фазах) жизненного цикла объектов строительства, повышение оборачиваемости активов.

Одновременно с предложенным вариантом определения эффектов, получаемых при проведении цифровизации, модель предусматривает применение классическо-

го варианта оценки затратной составляющей: текущих и инвестиционных затрат. При этом полная величина будет относиться к затратам субъекта, осуществляющего цифровизацию. Характеристика текущих и инвестиционных затрат при проведении цифровизации строительства представлена в табл. 3.

Основу инвестиционных затрат в процессе цифровизации строительства составят затраты на обследование цифровизируемых областей, приобретение специализированных программных продуктов, техническое оснащение и обеспечение технической совместимости, обучение сотрудников. Текущие затраты в первую очередь будут включать затраты на обслуживание, обновление и доработку специализированных программных продуктов, на обновление средств технического оснащения и на обеспечение информационной безопасности.

Таким образом, при проведении оценки экономического эффекта и экономической эффективности цифровизации строительства предлагается использовать модель, предусматривающую последовательное сопоставление совокупности получаемых эффектов и затрачиваемых средств по двум направлениям анализа: внутренние цифро-

Таблица 2

Внешние эффекты, получаемые при организации цифрового взаимодействия с различными субъектами рынка

Субъект рынка (отрасли)	Эффект, получаемый субъектом, осуществляющим цифровизацию	Эффект, получаемый субъектом рынка при цифровом взаимодействии
Поставщики строительных материалов, конструкций, оборудования	Экономия на хранении складских запасов в результате ускорения процесса закупки. Повышение оборачиваемости активов	Ускорение оборачиваемости активов за счет более частого размещения заказов. Сокращение величины дебиторской задолженности
Заказчики	Повышение объемов оказания услуг за счет улучшения их качества. Рост численности довольных заказчиков	Сокращение срока строительства и сдачи готовых объектов за счет ускорения взаимодействия
Проектировщики	Сокращение сроков проектирования за счет ускорения передачи документации и снижения количества ошибок	Ускорение поступления доходов за счет сокращения сроков проектирования. Рост оборачиваемости активов
Подрядчики (иные строительные организации)	Сокращение сроков возведения объектов за счет быстрого согласования изменений. Уменьшение числа ошибок при возведении	Рост оборачиваемости активов за счет ускорения сдачи объектов и обеспечения оплаты. Сокращение ошибок на этапе возведения
Инвесторы	Сокращение сроков согласования изменений, в том числе роста объемов инвестирования (при необходимости)	Сокращение срока строительства. Повышение прозрачности процесса строительства
Органы государственного контроля	Сокращение времени на проведение контрольных мер. Сокращение сроков проведения контроля	Сокращение трудоемкости процесса контроля. Повышение прозрачности процесса строительства
Прочие органы государственного управления	Сокращение количества и времени административных процедур	Сокращение трудоемкости административных процедур

Источник. Авторская разработка.

Таблица 3

Текущие и инвестиционные затраты, формируемые на различных этапах цифровизации строительства

Вид затрат	Направления расходования	
	Цифровизация внутренних процессов	
Инвестиционные	Исследование бизнес-модели организации и специфики ключевых бизнес-процессов	
	Подготовка организации цифровизации	
	Приобретение специализированных информационных систем и обеспечение использования цифровых инструментов	
	Техническое оснащение и обеспечение технической совместимости	
	Обучение сотрудников	
Текущие (поддержание работоспособности информационных систем и цифровых инструментов)	Обслуживание информационных систем и цифровых инструментов фирмами-разработчиками или собственным штатом	
	Обновление баз данных и доработка функционала информационных систем и цифровых инструментов	
	Обновление средств технического оснащения	
	Обеспечение информационной безопасности	
Организация внешнего цифрового взаимодействия		
Инвестиционные	Обследование среды непосредственного окружения и выделение ключевых вариантов цифрового взаимодействия	
	Приобретение специализированных программных продуктов, обеспечивающих цифровое взаимодействие	
	Техническое оснащение и обеспечение технической совместимости	
	Обучение сотрудников	
Текущие (поддержание цифрового взаимодействия с иными участниками рынка)	Обслуживание внедренных программных продуктов	
	Обновление перечня субъектов непосредственного окружения и ключевых вариантов цифрового взаимодействия	
	Обновление средств технического оснащения	
	Обеспечение информационной безопасности и соблюдение норм в электронном документообороте	

Источник. Авторская разработка.

визируемые бизнес-процессы и внешнее цифровое взаимодействие. Новизна модели состоит в учете внешней составляющей процесса цифровизации и использовании специфического подхода к обоснованию и разграничению получаемых эффектов. При этом важно дополнительно обосновать методический инструментарий, обеспечивающий реализацию предложенной модели.

Методические основы оценки экономического эффекта и эффективности цифровизации строительной отрасли

Оценка экономического эффекта и эффективности цифровизации строительной отрасли в границах сформированной модели на первом этапе требует определения количественных значений следующих показателей.

1. Эффект от цифровизации:

$$\mathcal{E}_{\text{ЦС}} = \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{i_{\text{внутр.}}} + \mathcal{E}_{i_{\text{внешн.}}} \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_{\text{ЦС}}$ – величина совокупного эффекта, полученного от цифровизации строительного, руб.;

$\mathcal{E}_{i_{\text{внутр.}}}$ – величина внутреннего эффекта, получаемого i -й строительной организацией на всех этапах цифровизации строительства, руб.;

$i = 1, 2, \dots, n$ – порядковый номер строительной организации;

n – количество строительных организаций в отрасли;

$\mathcal{E}_{i_{\text{внешн.}}}$ – величина внешнего эффекта, получаемого i -й строительной организацией от установления цифрового взаимодействия с иными участниками рынка, руб.

Величина получаемого внутреннего эффекта определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{i_{\text{внутр.}}} = \sum_{k=1}^r \sum_{z=1}^p \mathcal{E}_{kz}, \quad (2)$$

где \mathcal{E}_{kz} – величина k -го типа эффекта, получаемого i -й строительной организацией на z -м этапе цифровизации, руб.;

$k = 1, 2, \dots, r$ – порядковый номер типа получаемого эффекта;

r – количество возможных эффектов (в соответствии с табл. 1);

$z = 1, 2, \dots, p$ – порядковый номер этапа цифровизации;

p – количество этапов цифровизации деятельности строительной организации.

Величина внешнего эффекта от установления цифровых связей может быть рассчитана по формуле:

$$\mathcal{E}_{i_{\text{внешн.}}} = \sum_{j=1}^m \sum_{z=1}^p \mathcal{E}_{jz}, \quad (3)$$

где \mathcal{E}_{jz} – величина эффекта, получаемого i -й строительной организацией от обеспечения j -го типа цифрового взаимодействия на z -м этапе цифровизации, руб.;

$j = 1, 2, \dots, m$ – порядковый номер типа цифрового взаимодействия;

m – количество возможных типов цифрового взаимодействия, при организации которых получен эффект (в соответствии с табл. 2).

2. Текущие затраты на цифровизацию:

$$\mathcal{Z}_{\text{тек.ЦС}} = \sum_{i=1}^n \mathcal{Z}_{i_{\text{внутр.}}} + \mathcal{Z}_{i_{\text{внешн.}}} \quad (4)$$

где $\mathcal{Z}_{\text{тек.ЦС}}$ – величина текущих затрат для поддержания работы внедренных цифровых инструментов и установленных цифровых связей, руб.;

$\mathcal{Z}_{i_{\text{внутр.}}}$ – величина текущих затрат i -й строительной организацией для поддержания работоспособности внедренных цифровых инструментов, руб.;

$\mathcal{Z}_{i_{\text{внешн.}}}$ – величина текущих затрат i -й строительной организации для поддержания цифрового взаимодействия с иными участниками рынка, руб.

Величина текущих затрат для поддержания работоспособности цифровых инструментов, затрагивающих внутренние бизнес-процессы:

$$\mathcal{Z}_{i_{\text{внутр.}}} = \sum_{l=1}^h \sum_{z=1}^p \mathcal{Z}_{lz}, \quad (5)$$

где \mathcal{Z}_{lz} – величина l -го вида текущих затрат i -й строительной организацией на z -м этапе цифровизации, руб.;

$l = 1, 2, \dots, h$ – порядковый номер вида затрат;

h – общее количество видов возможных затрат (в соответствии с табл. 3).

Размер текущих затрат для поддержания установленного цифрового взаимодействия рассчитывается по формуле:

$$Z_{i_{\text{внешн.}}} = \sum_{l=1}^h \sum_{j=1}^m \sum_{z=1}^p Z_{ljz}, \quad (6)$$

где Z_{ljz} – величина l -го вида текущих затрат i -й строительной организации для обеспечения j -го типа цифрового взаимодействия на z -м этапе цифровизации, руб.

3. Инвестиционные затраты в цифровизацию:

$$I_{\text{ИЦС}} = \sum_{i=1}^n I_{i_{\text{внутр.}}} + I_{i_{\text{внешн.}}}, \quad (7)$$

где $I_{\text{ИЦС}}$ – совокупные инвестиционные затраты на цифровизацию строительства, руб.;

$I_{i_{\text{внутр.}}}$ – величина инвестиционных затрат i -й строительной организации для внедрения информационных систем и цифровых инструментов при цифровизации внутренних бизнес-процессов, руб.;

$I_{i_{\text{внешн.}}}$ – величина инвестиционных затрат i -й строительной организации для формирования цифрового взаимодействия с иными участниками рынка, руб.

Величина инвестиционных затрат для внедрения информационных систем и цифровых инструментов во внутренние процессы:

$$I_{i_{\text{внутр.}}} = \sum_{l=1}^h \sum_{z=1}^p I_{lz}, \quad (8)$$

где I_{lz} – инвестиции l -го вида i -й строительной организации на z -м этапе цифровизации, руб.;

Уровень инвестиций для формирования цифрового взаимодействия с иными участниками рынка рассчитывается по:

$$I_{i_{\text{внешн.}}} = \sum_{l=1}^h \sum_{j=1}^m \sum_{z=1}^p I_{ljz}, \quad (9)$$

где I_{ljz} – инвестиции l -го вида i -й строительной организации для обеспечения функционирования j -го типа цифрового взаимодействия на z -м этапе цифровизации, руб.

Расчет перечисленных показателей должен осуществляться для каждого варианта мер и каждого этапа цифровизации. Определение величины эффектов и затрат требует учета всех возможностей и рисков,

возникающих с внедрением цифровых инструментов.

Второй этап реализации модели предусматривает сопоставление получаемых эффектов и затрат с расчетом результирующих показателей эффективности цифровизации. Данные показатели представлены величиной чистого экономического эффекта от цифровизации и уровнем эффективности реализуемых мер по цифровизации.

Чистый экономический эффект от цифровизации строительства:

$$\text{ЧЭ} = (\text{Э}_{\text{ИЦС}} - Z_{\text{тек.ИЦС}}) - I_{\text{ИЦС}}, \quad (10)$$

где ЧЭ – чистый экономический эффект, полученный от цифровизации строительства.

Экономическая эффективность цифровизации:

$$\text{ЭФ} = \frac{\text{Э}_{\text{ИЦС}} - Z_{\text{тек.ИЦС}}}{I_{\text{ИЦС}}} \cdot 100\%, \quad (11)$$

где ЭФ – эффективность цифровизации строительства, %.

Перечисленные показатели предусматривают использование классического варианта сопоставления получаемого эффекта и уровня затрат с их распределением во времени в соответствии с графиком реализации мероприятий по цифровизации. Новизна методического инструментария обуславливается ранее отмеченной спецификой самой модели и используемым подходом к разграничению эффектов (показатель $\text{Э}_{\text{ИЦС}}$).

Отметим, что реализация мер, имеющих долгосрочный характер, предполагает применение основ дисконтирования и оценки эффективности инвестиционных проектов с обозначением требуемого критерия (максимизация чистого дисконтированного дохода ($\text{ЧДД} \rightarrow \text{max}$) или индекса рентабельности ($\text{ИР} \rightarrow \text{max}$), минимизация срока окупаемости ($\text{С} \rightarrow \text{min}$) и др.). При использовании указанного инструментария в отрасли строительства дополнительно предлагается проведение сравнения инвестиционных альтернатив, т. е. перебор всех возможных вариантов организации процесса цифровизации с выбором того, который

обеспечит наиболее полное соответствие установленному критерию.

Важно подчеркнуть, что применение предложенных модели и методических основ может осуществляться как в отдельных организациях, так и строительной отрасли в целом. Использование модели оценки экономического эффекта и эффективности в отдельных организациях будет способствовать получению более достоверных данных о результативности мер по цифровизации за счет полного учета всех затрат и получаемых эффектов. Кроме того, проводимое при оценке затрат обследование среды непосредственного окружения позволит определить ключевых партнеров и обеспечить получение дополнительных эффектов за счет ускорения цифрового взаимодействия с ними.

Применение модели и методических основ для оценки цифровизации строительной отрасли в целом позволит определить синергетический эффект от использования цифровых технологий. В данном случае особое внимание следует уделить исключению варианта многократного учета эффектов, что возможно при их рассмотрении в границах попарного цифрового взаимодействия для каждого из участников строительного рынка. Определение величины внешних эффектов при этом фактически будет проводиться каждым субъектом самостоятельно с учетом установленного перечня ключевых партнеров, и в последующем систематизироваться в общей базе данных. Обеспечение реализуемости модели предусматривает обязательное использование соответствующих цифровых технологий (большие данные, облачные вычисления, технологии искусственного интеллекта и т. д.).

Систематизация результатов проведенного исследования позволяет установить, что на современном этапе развития цифровизация выступает одним из ключевых резервов роста эффективности и конкурентоспособности строительной отрасли. Внедрение цифровых технологий в работу строительного комплекса требует обязательной предварительной оценки экономической эффективности планируемых мероприятий, позволяющей определить целесообразность их реализации.

Таким образом, при оценке экономического эффекта и эффективности цифровизации строительства предлагается использование модели, предусматривающей последовательное сопоставление совокупности получаемых эффектов и затрачиваемых средств по двум направлениям анализа: внутренних цифровизируемых бизнес-процессов и внешнего цифрового взаимодействия. Новизна модели заключается в учете внешней составляющей процесса цифровизации и использовании авторского подхода к обоснованию и разграничению эффектов. Методическое обеспечение модели предполагает проведение двухэтапной оценки с применением классического варианта сопоставления получаемого эффекта и уровня затрат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (REFERENCES)

Азиева Р.Х. 2023. Методические подходы к оценке эффективности цифровой трансформации современных предприятий. *Прогрессивная экономика*. № 5. С. 47–63. [Azieva R.H. 2023. Methodological Approaches to Assessing the Effectiveness of Digital Transformation of Modern Enterprises. *Progressivnaya ekonomika*. No 5. PP. 47–63. (In Russ.)] DOI: 10.54861/27131211_2023_5_47

Александрин А.В., Жаров Я.В. 2022. Потенциал использования цифровых информационных моделей в рамках управления строительством. *Промышленное и гражданское строительство*. № 1. С. 52–55. [Aleksanin A.V., Zharov Ya.V. 2022. The Potential of Using Digital Information Models in the Framework of Construction Management. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. No 1. PP. 52–55. (In Russ.)] DOI: 10.33622/0869-7019.2022.01.52-55

Викторов М.Ю. 2020. Цифровизация процессов реализации инвестиционно-строительных проектов. *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. Т. 10. № 4. С. 516–523. [Viktorov M.Yu. 2020. Digitalization in the Field of Investment and Construction Projects. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'*. Vol. 10. No 4. PP. 516–523. (In Russ.)] DOI: 10.21285/2227-2917-2020-4-516-523

Воронин И.А., Изатов В.А., Пурс Г.А. 2019. Ценообразование и технология информационного моделирования в строительстве на этапах жизненного цикла строительной продукции. *Строительство и ценообразование*. № 2. С. 3–8 [Voronin

I.A., Izatov V. A., Pirs G.A. 2019. Pricing and Information Modeling Technology in Construction at the Stages of the Life Cycle of Construction Products. *Stroitel'stvo i cenoobrazovanie*. No 2. PP. 3–8. (In Russ.)]

Искандаров Д.З., Бороздина С.М. 2023. Метод прогнозирования эффективности реализации инвестиционно-строительных проектов в особой экономической зоне на различных этапах жизненного цикла. *Вестник МГСУ*. Т. 18. № 8. С. 1283–1297. [Iskandarov D.Z., Borozdina S.M. 2023. A Method for Predicting the Effectiveness of the Implementation of Investment and Construction Projects in a Special Economic Zone at Various Stages of the Life Cycle. *Vestnik MGSU*. Vol. 18. No 8. PP. 1283–1297. (In Russ.)] DOI: 10.22227/1997-0935.2023.8.1283-1297

Казаку Е.В. 2019. Тенденции развития теории оценки эффективности перспективных инвестиционно-строительных проектов в цифровой экономике. *Бюллетень результатов научных исследований*. Вып. 4. С. 109–129. [Kazaku E.V. 2019. Development Trends in Efficiency Assessment Theory of Perspective Investment and Building Projects in Digital Economics. *Vyulleten' rezul'tatov nauchnykh issledovaniy*. Iss. 4. PP. 109–129. (In Russ.)] DOI: 10.20295/2223-9987-2019-3-109-129

Кузина О.Н. 2020. Методика оценки эффективности цифровой трансформации строительства (IQ проекта). *Научно-технический вестник Поволжья*. № 12. С. 46–50. [Kuzina O.N. 2020. Methodology for Evaluating the Efficiency of Construction Digital Transformation (Project IQ). *Nauchno-tekhnicheskiiy vestnik Povolzh'ya*. No 12. PP. 46–50. (In Russ.)]

Любименко Д.А., Вайсман Е.Д. 2020. Методический подход к оценке эффективности цифровых инвестиционных проектов. *Экономика. Информатика*. Т. 47. № 4. С. 718–728. [Lyubimenko D.A., Vajsman E.D. 2020. Methodical Approach to Evaluation of Effectiveness of the Digital Investment Projects. *Ekonomika. Informatika*. Vol. 47. No 4. PP. 718–728. (In Russ.)] DOI: 10.18413/2687-0932-2020-47-4-718-728

Мищенко А.С. 2023. Ключевые барьеры и перспективная модель цифровизации строительства. *Белорусский экономический журнал*. № 1. С. 104–116. [Mishchenko A. 2023 Key Barriers and an Advanced Model for the Digitalization of the Construction Industry. *Belorusskiy ekonomicheskiiy zhurnal*. No 1. PP. 104–116. (In Russ.)] DOI: 10.46782/1818-4510-2023-1-104-116

Прусов С.Г., Зорина Т.Г. 2022. Методические подходы к совершенствованию оценки эффективности цифровой трансформации энергетики Республики Беларусь. *Вестник Брестского государственного технического университета*. № 2. С. 176–181. [Prusov S.G., Zorina T.G. 2022. Methodological Approaches to Improving the Evaluation of the Efficiency of the Digital Transformation of the Energy Industry of the Republic of Belarus *Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. No 2. PP. 176–181. (In Russ.)] DOI: 10.36773/1818-1112-2022-128-2-176-181

Сулейманова Л.А., Сапожников П.В., Кривчиков А.Н. 2022. Цифровизация строительной отрасли как IT-структурирование пирамиды управления процессами. *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. № 4. С. 12–24. [Suleymanova L., Sapozhnikov P., Krivchikov A. 2022. Digitization of the Construction Industry as IT-Structuring of the Process Management Pyramid. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova*. No 4. PP. 12–24. (In Russ.)] DOI: 10.34031/2071-7318-2021-7-4-12-24

Устинова Л.Н., Роман Н.П. 2020. Формирование модели управления строительным бизнесом на основе цифровых технологий. *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки*. Т. 13. № 5. С. 136–144. [Ustinova L.N., Roman N.P. 2020. Formation of a Construction Business Management Model Based on Digital Technologies. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskie nauki*. Vol. 13. No 5. PP. 136–144. (In Russ.)] DOI: 10.18721/JE.13510

MODEL FOR ASSESSING THE ECONOMIC EFFECT AND ECONOMIC EFFICIENCY OF DIGITALIZATION OF CONSTRUCTION

Artem Mishchenko¹ (<https://orcid.org/0000-0002-1216-3443>)

¹ Belarusian State Economic University (Minsk, Belarus).

Corresponding author: Artem Mishchenko (6482575@mail.ru).

ABSTRACT. The article presents an analysis of the features of digitalization of the construction industry, and highlights the stages of digitalization. A model has been developed for assessing the economic effect and efficiency of digitalization of construction, taking into account the life cycle of objects. The characteristics of the internal and external effects obtained during digitalization are given. The author formulates the methodological basis for assessing the effect and effectiveness of digitalization.

KEYWORDS: construction complex, digitalization, digital technologies, economic effect, efficiency of digitalization.

JEL-code: L74, O33.

DOI: 10.46782/1818-4510-2024-1-122-132

Received 7.12.2023

In citation: Mishchenko A. 2024. Model for Assessing the Economic Effect and Economic Efficiency of Digitalization of Construction. *Belorusskiy ekonomicheskii zhurnal*. No 1. PP. 122–132. DOI: 10.46782/1818-4510-2024-1-122-132 (In Russ.)

