

УДК 658.5:69.009:681.51

О.А. Бондар,

докт. екон. наук, професор
ORCID: 0000-0002-5382-2548

В.О. Поколенко,

докт. техн. наук, професор
ORCID: 0000-0003-1750-5964

О.Д. Пилипчук,

канд. техн. наук
ORCID: 0000-0002-1306-6071

Арзу Халілов

аспірант
ORCID: 0000-0002-1145-6746

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

АНАЛІТИЧНИЙ БАЗИС ДІЯЛЬНОСТІ ПІДРЯДНОГО ПІДПРИЄМСТВА В СУЧАСНОМУ ЦИФРОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ

В статті на базі сформованого загально-методичного підґрунтя де сполучено: методологію будівельного девелопенту та цифрового адміністрування будівельними організаціями; науково-прикладні бази ВІМ-технологій; «геометричної економетрики»; сучасні методи формалізованого моделювання та корегування циклу девелоперських проєктів; новітні підходи формування оргструктур управління будівельним виробництвом із залученням цифрових технологій. Методична база дослідження спиралась на продуктивне суміщення візуально-графічних можливостей ВІМ-технологій, цифрових технологій управління, методів графо-аналітичної візуалізації (наданих через використання «геометричної економетрики»). Одержаний в результаті методичний апарат дозволяє застосовувати ВІМ-технології в організації будівництва на принципово нових позиціях – не лише в якості засобу графо-аналітичної структуризації фізичних обсягів виконуваних підрядних робіт, але, насамперед, в якості сучасної основи варіативного організаційно-технологічного моделювання робіт та стадій будівельного проєкту та як інструменту управління циклом та середовищем девелоперського проєкту.

Обґрунтованого та доведено, що при формуванні аналітичного базису діяльності будівельного підприємства в сучасному цифровому просторі доцільним є врахування вектору вдосконалення управлінських моделей в напрямі від одноцільової до багатоцільової, від детермінованої до детерміновано-стохастичної, від моделі типу «worc-arc» (роботи-дуги) до моделі синетичного типу “worc&matrix””work&top”. Успішне функціонування і розвиток будівельних організацій-учасників проєктів в цифровому середовищі вимагає обґрунтованого підходу до формування їх конкурентної стратегії як виконавців. В статті виокремлено, що поняття конкурентної стратегії виконавця робіт та проєктів являє собою сукупність правил і прийомів, якими повинна керуватись будівельна організація, що готова до змін в своїй діяльності через залучення формату цифрового управління: невід’ємними елементами процесу цифрових перетворень у

будівництві виступають зміни в діяльності будівельних організацій, які полягають у повномасштабній цифровій трансформації, заснованій на стратегії цифрового розвитку компанії. Впровадження заходів, передбачених цифровою стратегією, вимагає комплексного підходу, що містить розвиток компанії з різних напрямів, однак саме розуміння тенденцій цифрового середовища і будівельного ринку дасть змогу компаніям раціонально використовувати наявний цифровий потенціал і ефективно виявляти шляхи подальшого цифрового розвитку будівельних організацій.

Ключові слова: *цифровий простір будівельних організацій, формалізований цифровий простір виконання підрядних робіт, інструменти графо-аналітичної візуалізації виконання робіт підрядним підприємством, «геометрична економетрика», BIM-моделювання.*

Вступ. Гіпотеза дослідження базується на припущенні, що в контексті реалізації цифрового простору будівництва, необхідно створити загальногалузеву цифрову платформу, що забезпечує автоматизацію усіх етапів та процедур життєвого циклу будівельного проекту, а також розробку науково-методологічного підходу та практичних рекомендацій щодо управління інформаційним потенціалом будівельної системи, що дасть змогу суттєво знизити витрати на будівництво та зміцнити її конкурентні позиції в сучасному динамічному середовищі.

Обґрунтовано, що цифровий простір діяльності підрядних підприємств будівництві необхідно формувати за такими системними подоланні інерції щодо впровадження девелопменту в будівництві слід вважати розробку нових інструментів моделювання будівництва, які б відображали нові підходи в організації будівництва за схемою девелоперського управління. Для цього слід залучати переваги моделей-аналогів, що зарекомендували себе успішним використанням в європейській практиці. Визначено недоліки та переваги параметричної бази, топології різних типів ресурсно-календарних та організаційно-технологічних моделей щодо їх відповідності специфіці реалізації будівельних проектів за схемою девелоперського контракту. Визначено недоцільність застосування для девелоперських схем організації будівництва жодного з традиційних видів організаційно-технологічних моделей. Отже, нагальним є вирішення проблеми пошуку нового, синтетичного, типу для моделі візуалізації та організаційно-технологічного коригування циклу будівельного проекту. Її топологічну конструкцію та розрахункову базу слід вдосконалити, спрямувавши їх на адекватне відображення (на ґрунті BIM-технологій), продуктивне і своєчасне коригування руху будівельного проекту - від ініціації до завершення будівництва.

Проведений аналіз цифрових трендів дає змогу прогнозувати розвиток конкретного економічного, технологічного та навіть соціального явища в майбутньому, в тому числі розвиток будівельної галузі.

Аналіз літературних даних. Науково-методичною передумовою успішного виконання визначених завдань є залучення сучасних методологічних платформ для моделювання життєвого циклу будівельних об'єктів: заклали наступні методи і моделі, які були використані для потреб даного дослідження: сумісно використані BIM-технології та галузева теорія ефективного управління підприємством «геометричної економетрики» - для розширення меж використання

організаційно-технологічних моделей будівництва; процесний, операційний, системний та сценарний підходи; синектика, декомпозиція, морфологічний аналіз та інші прикладні інструменти інжинірингу, як універсальної сучасної методології і практики прийняття рішень як в будівництві, так і в інвестиційній сфері.

Основна частина. Відповідно до визначеної наукової гіпотез обґрунтовано та доведено алгоритм переходу до цифрової трансформації в будівельній галузі для технологічного забезпечення організації є діагностика наявних технологій і при необхідності освоєння нових. В цифровому середовищі вдосконалення індустрії будівельного виробництва в Україні можливе за впровадженням BIM.

При формуванні аналітичного базису (рис.1) використано основні переваги використання BIM на етапі варіативного моделювання змісту та цифрової технології виконання підрядних робіт: планування розміщення об'єктів розподіленої соціальної інфраструктури в районі забудови, з урахуванням уже наявної інфраструктури прилеглих територій; проектування інженерних та енергетичних мереж району забудови, з урахуванням рельєфу місцевості і ґрунту; планування транспортної мережі в районі забудови, основних і допоміжних маршрутів руху транспортних засобів, аналіз зміни транспортної ситуації району; визначення та оптимізація потрібної кількості техніки, сил і засобів для виконання будівельних робіт; визначення найближчих постачальників будівельних і оздоблювальних матеріалів, спеціалізованих організацій, що надають інженерні та інші необхідні у процесі будівництва послуги; розрахунок найоптимальніших маршрутів доставки будівельних матеріалів, з метою скорочення термінів і мінімізації вартості постачання.



Рис. 1. Аналітичний базис цифрового простору підрядного будівельного підприємства (авторська розробка)

На етапі будівництва створений аналітичний базис дозволяє: наростити можливість відстежувати фактичний стан об'єктів будівництва; контролювати витрати грошових коштів і виконання бюджетів; отримувати управлінську інформацію в режимі реального часу; інтегрувати інформаційну модель споруди і план-графік виконання робіт; виникають нові програмні комплекси, зокрема такі, як: управління власне будівництвом; земляні роботи, управління логістикою і складами, будівельною технікою тощо. Ці комплекси мають самостійні рішення, але працюють однаково з BIM-моделлю. З-поміж найважливішими є: управління станом; управління вимогами; підготовка і контроль єдиних планів-графіків і тижнево-добових завдань.

Аналітичний базис основних переваг використання BIM на етапі експлуатації: управління експлуатаційною документацією; облік обладнання та гарантійних зобов'язань; контроль витрачання ресурсів (вода/електроенергія/тепло-холод); експлуатація інженерної та інформаційної інфраструктури; інтеграція з BMS-системою об'єкта.

На базі запропонованої стандартності аналітичного базису сформовано цифровий BIM-простір життєвого циклу будівельного об'єкта та обґрунтовано його переваги для підрядної організації (рис. 2).



Рис. 2. Цифровий BIM-простір життєвого циклу будівельного об'єкта (авторська розробка)

Запропонована BIM-модель інтегрує інформаційний простір організаційно-технологічних особливостей виконання підрядних будівельних робіт. Це дозволяє створити аналітично-інформаційну, матеріально-технологічну базу даних організації-підрядника для ефективного використання інструментів BIM буде можлива лише за умови впровадження технологій на всіх рівнях управління, а саме: стратегічний – рівень відповідальності керівництва; оперативний – рівень відповідальності інженерно-технічних працівників; сформувати BIM-стандарт – основоположний документ або пакет документів, що регламентують усі основні

бізнес-процеси інформаційного моделювання в проектній організації. Він повинен бути сформований у всіх будівельних організаціях, які переходять на технологію інформаційного моделювання.

Проаналізовано впровадження інноваційних організаційно-технологічних інтеграційних рішень модульного будівництва, його компонентів та систем у цифровому середовищі (рис. 3).

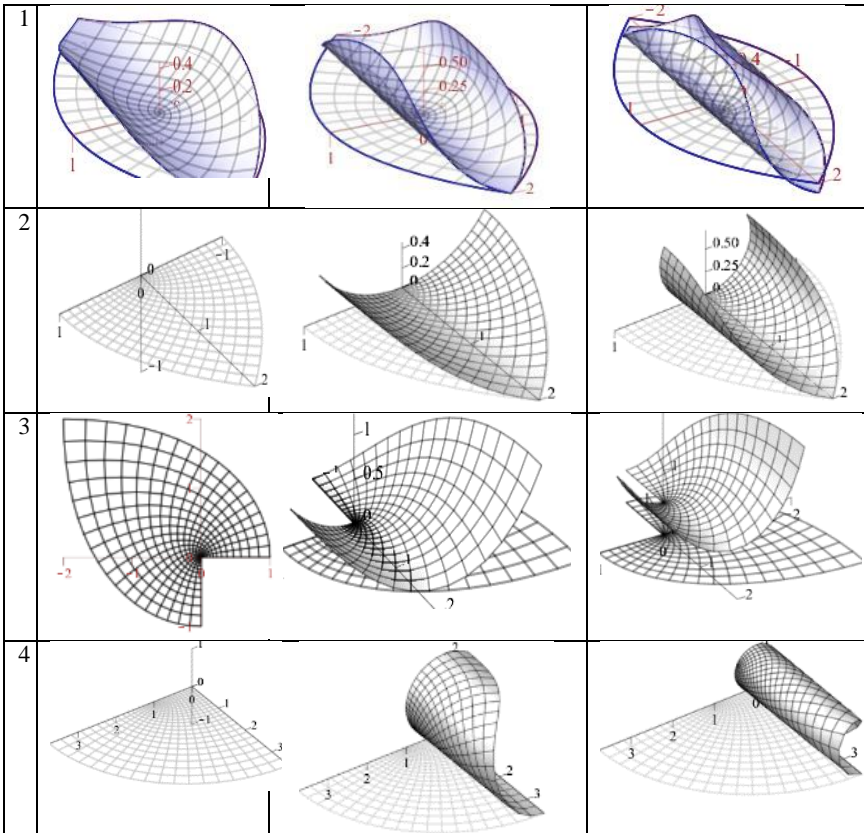


Рис. 3. Графоаналітичні просторово-ізометричні зрізи виконання підрядних робіт в цифровому просторі підрядного організації (авторська розробка)

Результатів дослідження. При формуванні аналітичного базису дослідження виявлено доцільним вектор вдосконалення зазначених моделей спрямувати в напрямі від одноцільової до багатоцільової, від детермінованої до детерміновано-стохастичної, від моделі типу «work-arc» (роботи-дуги) до моделі синетичного типу “work&matrix”, “work&top”. Успішне функціонування і розвиток будівельних організацій-учасників проектів в цифровому середовищі вимагає обґрунтованого підходу до формування їх конкурентної стратегії як виконавців. В роботі

трактовано, що поняття конкурентної стратегії виконавця робіт та проектів являє собою сукупність правил і прийомів, якими повинна керуватись будівельна організація, що готова до змін в своїй діяльності через залучення формату цифрового управління: невід'ємними елементами процесу цифрових перетворень у будівництві виступають зміни в діяльності будівельних організацій, які полягають у повномасштабній цифровій трансформації, заснованій на стратегії цифрового розвитку компанії. Впровадження заходів, передбачених цифровою стратегією, вимагає комплексного підходу, що містить розвиток компанії з різних напрямів, однак саме розуміння тенденцій цифрового середовища і будівельного ринку дасть змогу компаніям раціонально використовувати наявний цифровий потенціал і ефективно виявляти шляхи подальшого цифрового розвитку будівельних організацій.

Список літератури:

1. Бондар О.А. Методологічні основи формування галузевої теорії ефективного управління підприємством: дис. ... д-ра екон. наук: 08.00.04 / Бондар Олена Анатолівна; Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. – К., 2013. – 546 с.
2. Пилпчук О.Д. Формування моделей виконання підрядних робіт в цифровому середовищі: дис. ... к-та тех. наук: 05.23.08 / Пилпчук Ольга Дмитрівна; Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. – К., 2021. – 252 с..
3. Бондар О.А., Поколенко В.О., Петренко А.С. Сучасні трансформації інноваційного розвитку будівельного підприємства / О.А. Бондар, В.О. Поколенко, А.С. Петренко // Scientific letter of Academsc Sopciety of Michail Baludyansky, Vol. 9, № 6а, 2020, p. 15-23
4. Пилипчук О.Д., Поколенко В.О. Тенденція розвитку цифрового простору будівельної галузі України. *Budownictwo o zoptymalizowanym Potencjale energetycznym. Construction of optimized Energy potential. Wydział Budownictwa Politechniki Częstochowskiej*. 2016. № 1 (11). P. 102-110.
5. Лучко О.Д. Доцільність формування цифрового простору в будівництві // Прикладна геометрія та інженерна графіка: зб. наук. праць. – Вип. 79. – К.: КНУБА, 2008. – С. 92-100.
6. Ляшенко В.І. Цифрова модернізація економіки України як можливість проривного розвитку: Монографія / В.І. Ляшенко, О.С. Вишневський -НАН України, Ін-т економіки пром-сті. – Київ, 2018. – 252 с.
7. Магомедова Т.В. Организационно-экономические основы формирования эффективной структуры управления строительным предприятием: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. екон. наук: 08.00.05. Махачкала, 2004. 20 с.
8. Чіковская І. Впровадження BIM – досвід, сценарії, помилки, висновки. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=16407. (дата звернення: 20.12.2020).
9. Что нужно знать о цифровой экономике и ее перспективах. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3063024> (дата звернення: 20.12.2020).
10. Шекшуев О.А. Інноваційний розвиток будівельних підприємств як фактор підвищення стійкості та конкурентоспроможності. *Коммунальное хозяйство городов: научно-техн. збірник. Сер. Економічні науки*. 2009. №. 87. С.152-156.
11. Югов А.М., Тонкачев Г.Н., Таран В.В. Исследование структуры процесса возведения сборно-монолитных зданий и сооружений. *Сучасні будівельні матеріали, конструкції та інноваційні технології зведення будівель і споруд: зб. наук. пр. Вісник ДНАБА. Макеєва*, 2010. Вип. 5(85). Т. 2. С. 366-371.

12. Юшкевич О.О. Систематизація поглядів до теорії розвитку підприємства як відкритої системи. *Вісник Житомирського державного технологічного університету. Сер. Економічні науки*. 2011. №2 (56) Ч. 2. С. 179-183.

References:

1. Bondar, O.A. (2013). *Metodolohichni osnovy formuvannia haluzevoi teorii efektyvnoho upravlinnia pidpriemstvom* [Methodological bases of formation of the branch theory of effective management of the enterprise]. (Doctor's thesis). Kyiv national university of construction and architecture. Kyiv. [in Ukrainian].
2. Pylypchuk, O.D. (2021). *Formuvannia modelei vykonannia pidriadnykh robit v tsyfrovomu seredovyshchi*. (Candidate's thesis). Kyiv national university of construction and architecture. Kyiv. [in Ukrainian].
3. Bondar, O.A., Pokolenko, V.O. & Petrenko, A.S. (2020). Suchasni transfor-matsii innovatsiinoho rozvytku budivelnoho pidpriemstva. *Scientific letter of Academsc Society of Michail Baludyansky*, Vol. 9, No 6a. P. 15-23
4. Pylypchuk, O.D. & Pokolenko, V.O. (2016). Tendentsiia rozvytku tsyfrovoho prostoru budivelnoi haluzi Ukrainy. *Budownictwo o zoptymalizowanym Potencjale energetycznym. Construction of optimized Energy potential. Wydział Budownictwa Politechniki Częstochowskiej*. No 1 (11). P. 102-110.
5. Luchko, O.D. (2008). Dotsilnist formuvannia tsyfrovoho prostoru v budivnytstvi. *Prykladna heometriia ta inzhenerna hrafiika*. Vyp. 79. P. 92-100.
6. Liashenko, V.I. & Vyshnevskiy, O.S. (2018). *Tsyfrova modernizatsiia ekonomiky Ukrainy yak mozhlyvist proryvnoho rozvytku* [Digital modernization of Ukraine's economy as an opportunity for breakthrough development]. NAN Ukrainy, In-t ekonomiky prom-sti.
7. Mahomedova, T.V. (2004). *Organizatsionno-ekonomicheskiye osnovy formirovaniya effektivnoy struktury upravleniya stroitel'nyim predpriyatiem* [Organizational and economic bases of formation of effective structure of management of the construction enterprise]. (Extended abstract of candidate's thesis). Makhachkala.
8. Chikovskaia, I. Vprovadzhenia BIM – dosvid, stsenarii, pomylyky, vysnovky [BIM implementation – experience, scenarios, errors, conclusions]. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=16407.
9. Chto nuzhno znat' o tsifrovoy ekonomike i yeye perspektivakh. *Kommersant.ru*. [What you need to know about the digital economy and its prospects]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3063024>
10. Shekshuev, O.A. (2009). Innovatsiinyi rozvytok budivelnnykh pidpriemstv yak faktor pidvyshchennia stiikosti ta konkurentospromozhnosti [Innovative development of construction companies as a factor in increasing resilience and competitiveness]. *Kommunalnoe khoziaistvo horodov: naukovy-tekhn. zbirnyk. Ser. Ekonomichni nauky*. No 87. P. 152-156.
11. Iuhov, A.M., Tonkacheev, H.N. & Taran, V.V. (2010). Issledovaniye struktury protsessa vozvedeniya sborno-monolitnykh zdaniy i sooruzheniy [Study of the structure of the erection process of precast-monolithic buildings and structures]. *Suchasni budivelni materialy, konstruktsii ta innovatsiini tekhnolohii zvedennia budivel i sporud: zb. nauk. pr. Visnyk DNABA*. Vyp. 5(85). T 2. P. 366-371.
12. Iushkevych, O.O. (2011). Systematyzatsiia pohliadiv do teopii rozvytku pidpriemstva yak vidkrytoi systemy [Systematization of views on the theory of enterprise development as an open system]. *Visnyk Zhytomyrskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu. Ser. Ekonomichni nauky*. Issue 2 (56) Vol. 2. P. 179-183.

А.А. Бондарь, В.О. Поколенко, О.Д. Пилипчук, Арзу Халилов

Аналитический базис деятельности строительных предприятия в современном цифровом пространстве

В статье на базе сформированного в-методического основания где соединены: методологию строительного девелопенту и цифровой администрирования строительными организациями; научно-прикладные базисы BIM-технологий; «Геометрической эконометрики»; современные методы формализованного моделирования и корректировки цикла девелоперских проектов; новейшие подходы формирования оргструктур управления строительным производством с привлечением цифровых технологий. Методическая база исследования опиралась на продуктивное совмещения визуально-графических возможностей BIM-технологии, цифровых технологий управления, методов графо-аналитической визуализации (предоставляемых через использование «геометрической эконометрики»). Полученный в результате методический аппарат позволяет применять BIM-технологии в организации строительства на принципиально новых позициях - не только в качестве средства графо-аналитической структуризации физических объемов выполняемых подрядных работ, но, прежде всего, в качестве современной основы вариативного организационно-технологического моделирования работ и стадий строительного проекта и как инструмента управления циклом и средой девелоперского проекта.

Обоснованного и доказано, что при формировании аналитического базиса деятельности строительного предприятия в современном цифровом пространстве целесообразно учета вектора совершенствования управленческих моделей в направлении одноцелевого к многоцелевой, от детерминированной к детерминировано-стохастической, от модели типа «worc-arc» (роботы-дуги) модели синтетичного типа "worc & matrix" "work & top". Успешное функционирование и развитие строительных организаций-участников проектов в цифровой среде требует обоснованного подхода к формированию их конкурентной стратегии как исполнителей. В статье выделены, что понятия конкурентной стратегии исполнителя работ и проектов представляет собой совокупность правил и приемов, которыми должна руководствоваться строительная организация, готова к изменениям в своей деятельности через привлечение формата цифрового управления: неотъемлемыми элементами процесса цифровых преобразований в строительстве выступают изменения в деятельности строительных организаций, которые заключаются в полномасштабной цифровой трансформации, основанной на стратегии цифрового развития компании. Внедрение мероприятий, предусмотренных цифровой стратегии, требует комплексного подхода, содержащий развитие компании по разным направлениям, однако само понимание тенденций цифровой среды и строительного рынка позволит компаниям рационально использовать имеющийся цифровой потенциал и эффективно выявлять пути дальнейшего цифрового развития строительных организаций.

Ключевые слова: цифровое пространство строительных организаций, формализованный цифровое пространство выполнения подрядных работ, инструменты графо-аналитической визуализации выполнения работ подрядным предприятием, «геометрическая эконометрика», BIM-моделирования.

A.A. Bondar, V.O. Pokolenko, O.D. Pilipchuk, Arzu Khalilov

Analytical basis of the contracting enterprise's activity in the modern digital environment

In the article on the basis of the former general-methodical basis where the methodology of construction developer and digital administration by construction organizations is combined; scientific and applied bases of VIM-technologies; "Geometric econometrics"; modern methods of formalized modeling and adjustment of the cycle of development projects; the latest approaches to the formation of organizational structures for the management of construction production with the involvement of digital technologies. The methodological basis of the study was based on a productive combination of visual and graphical capabilities of BIM-technology, digital control technologies, methods of graph-analytical visualization (provided through the use of "geometric econometrics"). The resulting methodological apparatus allows the use of BIM-technologies in the organization of construction in fundamentally new positions - not only as a means of graph-analytical structuring of physical volumes of contract work, but, above all, as a modern basis for variable organizational and technological modeling of works and stages of construction. project and as a tool for managing the cycle and environment of the development project.

It is substantiated and proved that when forming the analytical basis of the construction enterprise in modern digital space it is expedient to take into account the vector of improvement of management models in the direction from single-purpose to multi-purpose, from deterministic to deterministic-stochastic, from worc-arc model (robot-arc). to the model of the synthetic type "worc & matrix" "work & top". The successful operation and development of construction organizations participating in projects in the digital environment requires a sound approach to the formation of their competitive strategy as executors. The article highlights that the concept of competitive strategy of the contractor is a set of rules and techniques that should guide the construction organization, ready for change in its activities through the involvement of digital management format: integral elements of the process of digital transformation in construction are changes in activities of construction organizations, which consist in a full-scale digital transformation based on the company's digital development strategy. Implementing the measures envisaged by the digital strategy requires an integrated approach that includes the company's development in various areas, but understanding the trends of the digital environment and construction market will allow companies to rationally use existing digital potential and effectively identify ways to further digital development of construction companies.

Keywords: *digital space of construction organizations, formalized digital space of performance of contract works, tools of graph-analytical visualization of performance of works by the contractor, "geometric econometrics", BIM-modeling.*

Посилання на статтю:

APA: Bondar, A.A., Pokolenko, V.O., Pilipchuk, O.D. & Khalilov, A. (2021). Analytical basis of the contracting enterprise's activity in the modern digital environment. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 47 (1), 87-95.

ДСТУ: Бондар О.А. Аналітичний базис діяльності підрядного підприємства в сучасному цифровому середовищі [Текст] / О.А. Бондар, В.О. Поколенко, О.Д. Пилипчук, Арзу Халілов // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2021. – № 47 (1). – С. 87-95.