

Наталія ПОЧИНОК

кандидат економічних наук, доцент, Західноукраїнський національний університет,
Тернопіль, Україна, natapochynok@gmail.com
ORCID ID: 0000-0003-4416-3680

Антон ЛУПІЙЧУК

аспірант, Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, Україна,
lupiihuk.anton@gmail.com
ORCID ID: 0009-0001-5402-0539

ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БУДІВНИЦТВА: ФІНАНСОВО-ОБЛІКОВИЙ АСПЕКТ

Вступ. Перспективним напрямом розвитку системи управління будівельними підприємствами є імплементація технології інформаційного моделювання будівель (BIM). BIM технологію доцільно використовувати також для економічних цілей, що потребує дослідження фінансових та облікових особливостей будівельного процесу в умовах цифровізації управління.

Мета – дослідити фінансово-облікові аспекти використання технології інформаційного моделювання будівель для оптимізації управління діяльністю будівельних підприємств.

Результати. Обґрунтовано можливість позиціонування окремих будівельних об'єктів (приміщень, поверхів, просторових зон) операційними центрами відповідальності в умовах використання технології BIM, що є основою формування кластерної структури обліку й управління будівельними підприємствами. Кластером запропоновано визнавати диференційований будівельний об'єкт, що є операційним центром відповідальності, який перебуває у тісному взаємозв'язку з різними функціональними центрами відповідальності й іншими кластерами. Доведено важливість позиціонування центрів відповідальності одночасно центрами інвестицій, доходів і витрат в умовах використання BIM технологій, що передбачає позитивну трансформацію методики обробки фінансово-облікової інформації. З метою розширення функціональних можливостей програмного забезпечення для BIM цілей обґрунтовано перспективність його удосконалення у напрямку: передбачення варіантів формування планових кошторисів будівельних витрат із коригуванням нормативних і фактичних витрат; розширення методики обліку некапітального будівництва; розроблення порядку оцінки завданих воєнними діями збитків з метою планування потреби у фінансових ресурсах для відновлення зруйнованих чи пошкоджених будівель. Для організації ефективного інформаційного обміну між учасниками будівельного процесу необхідно забезпечити інформаційну синхронізацію між програмним забезпеченням для BIM проектування, обліково-управлінськими програмними продуктами, електронними системами бізнес-комунікацій та електронного урядування.

Висновки. Розширення функціонально-інформаційних можливостей BIM технологій у частині врахування фінансово-облікових аспектів будівництва, а також забезпечення інформаційної синхронізації з актуальними електронними сервісами та системами документообігу сприяє формуванню новітньої концепції інноваційного смарт будівництва.

Ключові слова: фінанси підприємств, облік будівництва, інформаційне моделювання будівель, BIM технології, центри відповідальності.

Рис.: 4, бібл.: 19.

Nataliia POCHYNOK

Ph. D. (Economics), Assoc. Prof., West Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine,
natapochynok@gmail.com
ORCID ID: 0000-0003-4416-3680

Anton LUPIICHUK

Postgraduate student, West Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine,
lupiichuk.anton@gmail.com
ORCID ID: 0009-0001-5402-0539

BUILDING INFORMATION MODELING: FINANCIAL AND ACCOUNTING ASPECT

Introduction. The implementation of building information modeling (BIM) technology is a promising direction in the development of the construction enterprise management system. It is advisable to use BIM technology also for economic purposes, which requires the study of financial and accounting features of the construction process in the conditions of digitization of management.

The purpose of the article is to research the financial and accounting aspects of the use of building information modeling technology to optimize the management of construction enterprises.

Results. The possibility of positioning individual construction objects (premises, floors, spatial zones) by operational centers of responsibility under the conditions of using BIM technology, which is the basis for the formation of a cluster structure of accounting and management of construction enterprises, is substantiated. The cluster is proposed to recognize a differentiated building object, which is an operational center of responsibility, which is in close relationship with various functional centers of responsibility and other clusters. The importance of positioning centers of responsibility simultaneously as centers of investments, incomes and expenses in the conditions of using BIM technologies, which involves a positive transformation of the method of processing financial and accounting information, is proven. In order to expand the functionality of the software for BIM purposes, the perspective of its improvement has been substantiated in the direction of: predicting options for forming planned estimates of construction costs with the adjustment of normative and actual costs; expansion of non-capital construction accounting methods; developing a procedure for assessing the damage caused by military actions in order to plan the need for financial resources for the restoration of destroyed or damaged buildings. In order to organize an effective information exchange between the participants of the construction process, it is necessary to ensure information synchronization between software for BIM design, accounting and management software products, electronic systems of business communications and electronic government.

Conclusions. *Expanding the functional and information capabilities of BIM technologies in terms of taking into account the financial and accounting aspects of construction, as well as ensuring information synchronization with current electronic services and document management systems, contributes to the formation of the newest concept of innovative smart construction.*

Keywords: *enterprise finance, construction accounting, information modeling of buildings, BIM technologies, responsibility centers.*

JEL Classification: M41, M42, D24.

Постановка проблеми. Цифровізація соціально-економічних процесів сприяла позитивній трансформації будівельної галузі економіки. Перспективною технологією, яку активно імплементують у будівництві, є інформаційне моделювання будівель – BIM (від англійського “Building Information Modeling”). Технологія спрямована на формування тривимірної моделі будівлі, що планується до зведення, в електронному вигляді. Електронний формат моделювання передбачає інтеграцію архітектурної, конструкторської, технічної, технологічної та, що найважливіше, економічної інформації про будівельний об’єкт. Інтегрований масив інформації можна застосовувати для формування проекту майбутньої будівлі чи території з метою моделювання подальших управлінських рішень та будівельно-підрядних робіт.

Інформаційне моделювання дає змогу експериментувати і прогнозувати наслідки певних дій на умовній інформаційній моделі будівельного об’єкта ще до моменту його завершення. Виконання певних будівельних чи підрядних робіт можна фіксувати в інформаційній моделі з контролем відхилень від запланованого проекту. Окрім того, у процесі будівництва в інформаційний проект можна вносити коригування з прогнозуванням їх впливу на кінцевий результат.

BIM технології забезпечують інформаційну основу для комунікаційної взаємодії між усіма учасниками будівельного про-

цесу: замовниками, проектувальниками, архітекторами, будівельниками, підрядниками, державними інспекціями та навіть кінцевими покупцями нерухомості. Інформаційна модель будівельного проекту стає предметом ділових комунікації у візуальній, проектно-конструкторській та фінансово-кошторисній сферах взаємовідносин. Інформаційний прототип і майбутній фізичний будівельний об’єкт позиціонуються як єдине ціле у процесі управління діяльністю будівельних підприємств. Як результат, використання BIM технології в управлінні будівельним процесом передбачає отримання підприємством таких функціональних можливостей, як:

- мінімізація проектно-просторових колізій у процесі моделювання;
- оперативна зміна будь-якого елемента інформаційної моделі без необхідності перепланування усього об’єкта;
- підвищення точності візуального моделювання, що зменшує потребу наступних змін у проекті;
- прогнозування потреби у матеріальних і трудових ресурсах;
- оптимізація транспортно-логістичних процесів функціонування будівельної техніки, засобів перевезення матеріалів і пасажирів;
- покращення будівельних процесів за рахунок ефективного використання наявних ресурсів та планування послідовності дій персоналу;

- автоматизація обробки технічної та економічної інформації;
- фінансове планування з метою оптимізації фінансових результатів діяльності будівельних підприємств.

Інформаційна модель будівельного об'єкта, сформована на принципах BIM технології, формує ідеальне контрольне середовище. Усі учасники будівельного процесу здатні проводити контрольні процедури через порівняння фактичного стану будівництва з його плановим проектом. Також проєкт будівництва може слугувати одним із доказових підтверджень доцільності й ефективності практичної реалізації інформаційної моделі. Державні контролюючі організації, потенційні інвестори, замовники, кредитори чи громадські інституції на основі ознайомлення з інформаційною моделлю можуть надавати дозвіл на старт будівельних робіт.

BIM проєктування інформаційно поєднує усі етапи будівництва в єдину послідовність інформаційних моделей. Кожний етап будівельного технологічного циклу

пов'язаний з поступовою трансформацією проєктної моделі будівельного об'єкта. Кінцева інформаційна модель майже завжди відрізняється від початкового проєкту. Як наслідок, усі проєктно-конструкторські зміни впливають на витрати підприємства, що потребує урахування фінансово-обліковою системою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Глобальний ринок BIM технологій демонструє перманентне зростання, починаючи з 2011 р. Деяко краще тенденційне зростання прогнозується на ринку програмного забезпечення для цілей інформаційного моделювання у будівельному процесі. Найнижчий показник ринкової капіталізації виявляється у сфері BIM технологій, які використовують для управління будівельними підприємствами (рис. 1).

Максимізація щорічного показника ринкового приросту BIM технологій пов'язана з міжнародною стандартизацією у сфері інформаційного моделювання будівельних процесів. Зокрема, на глобальному рівні інформаційне моделю-

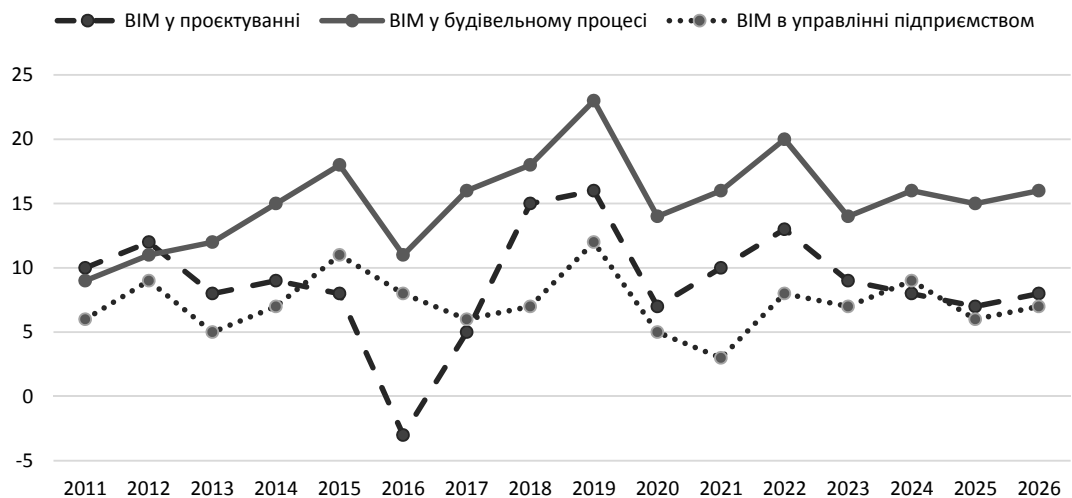


Рис. 1. Річний приріст глобального ринку BIM технологій за різними напрямками використання у 2011 – 2026 рр., %*

* Побудовано на основі [1].

вання будівництва регламентується міжнародним стандартом ISO 19650-2:2018 "Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM)" [2]. В українській фінансовій практиці використовують аналогічний до міжнародного стандарту ДСТУ 19650-1:2020 "Організація та оцифрування інформації щодо будівель та споруд включно з будівельним інформаційним моделюванням (BIM) (Управління інформацією з використанням будівельного інформаційного моделювання)", реалізований на замовлення Асоціації "Український центр сталевих будівництва" і розроблений ТК 301 "Металобудівництво" Українського інституту сталевих конструкцій ім. В.Н. Шимановського за участю Ukrainian BIM Community" [3]. Значну увагу у цьому документі приділили фінансовому управлінню. Також, ще у 2020 р. Ukrainian BIM Community сформовано "Концепцію впровадження BIM – будівельного інформаційного моделювання в Україні" за підтримки проєкту ЄС "Допомога органам влади України в удосконаленні менеджменту циклом інфраструктурного проєкту" [4].

Одночасно з інституційним регламентування у науковому просторі з'являються напрацювання щодо фінансових аспектів використання технології BIM. Наприклад, фінансова компонента BIM проєктування, на думку Ghorbany Siavash, Noorzai Esmatullah та Yousefi Saied, є основним підґрунтям для кооперації та бізнес-партнерства у процесі зведення будівельних об'єктів великих масштабів [5]. Переосмислення ролі інформаційного моделювання у будівництві дало підставу Wang Zhimin та Ma Jianjun для виокремлення позитивних фінансових ефектів не тільки у функціонуванні будівельних підприємств, а й на мезорівні корпоративно-галузевих фінансів [6].

На необхідності перегляду порядку управління закупівлями матеріальних цінностей у будівництві на основі BIM проєктування наголосили науковці Alhusban Mohammad та інші [7]. Lee Minghui, Chai Changsaar, Xiong Yaoli, Gui Hunchuen запропонували методику попередньої оцінки витрат на будівництво на етапі проєктування будівельних об'єктів з поєднаним застосуванням технологій віртуальної реальності та інформаційного моделювання [8]. Y. Lei, L. Dong дослідили вплив операційних витрат на фінансову стійкість будівельних підприємств у розрізі етапів життєвого циклу будівництва на основі технології BIM [9]. Додатково до цифровізації управління витратами у BIM проєктуванні будівель Noori Hisham та Al-Hashimy Hussain пропонують здійснювати планування доходів від будівельної діяльності для забезпечення прибутковості (рентабельності) будівельних проєктів [10].

Чи не єдиною науковою працею у сфері інформаційного моделювання для цілей обліку будівельної діяльності є стаття Noori Hisham та Al-Hashimy Hussain, які удосконалили методику інформаційного взаємозв'язку між BIM та обліковими інформаційними системами для цілей розвитку сталого, екологічного та економічно ефективного будівництва [11]. Незважаючи на наявність значних наукових напрацювань у сфері фінансової компоненти управління будівництвом на основі BIM технології, недостатня увага приділяється фінансово-обліковим аспектам інформаційного моделювання будівельних робіт. Така ситуація підтверджується також статистичними даними щодо прикладного застосування технології BIM у будівництві (рис. 2).

Відповідно до глобального дослідження BuildingSMART International більшість підприємств, які імплементували у діяльність технології BIM, використовують ін-



Рис. 2. Напрями використання BIM технологій будівельними підприємства у глобальному масштабі, 2020 р.*

* Побудовано на основі [12].

формаційне моделювання для: візуалізація будівель в 2D/3D проєкціях (85% від усіх підприємств), виявлення будівельних помилок і перевірка якості (72%), затвердження внутрішнього та зовнішнього дизайну (54%), обмін даними (54%). І тільки 27% будівельних підприємств застосовують BIM технології для фінансового планування та контролю будівництва, 20% – управління будівельним процесом. Недостатній рівень активізації наукових досліджень та прикладних розробок у сфері фінансово-облікового застосування технології інформаційного моделювання будівництва дає змогу сформулювати мету статті.

Мета статті полягає в дослідженні фінансово-облікових аспектів використання технології інформаційного моделювання будівель для оптимізації управління діяльністю будівельних підприємств.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сформовану за допомогою технології BIM інформаційну модель будівництва можна використовувати не лише для проєк-

тно-візуального й технічного проєктування, а й для фінансово-облікових цілей. За допомогою кластеризації інформаційну модель об'єкта будівництва доцільно розділяти на окремі елементи. Такими структурними елементами, за якими формуються індивідуальні інформаційні схеми, можуть бути окремі поверхи будівлі, квартири, приміщення, зони спільного використання, прибудинкова територія, гаражі, паркомісця, тимчасові споруди тощо. Відповідно до інформаційної моделі кожного будівельного об'єкта доцільно планувати потреби у матеріалах, будівельних конструкціях, час роботи працівників та будівельної техніки тощо.

Кожний диференційований будівельний об'єкт доцільно визнати центром відповідальності. З позиції бухгалтерського обліку організаційно-функціональним центром зазвичай визнається окремий підрозділ, вид чи сегмент діяльності, проте для цілей ефективного управління будівництвом потрібне встановлення більш деталізованої відповідальності. Тому в умовах інформа-

ційного моделювання центрами відповідальності можуть бути окремі приміщення чи просторові зони, які є диференційованими будівельними об'єктами. Хоча окремі будівельні приміщення й зони, що визнані центрами відповідальності, не здійснюють жодної діяльності, проте є об'єктом інвестування, витрат, доходів (прибутків).

Для кожного такого центру необхідно визначити відповідальну особу серед персоналу будівельного підприємства. З певною матеріально-відповідальною особою можна пов'язувати функціонування кількох центрів. І навпаки, у процесі зміни життєвих стадій будівництва відповідальна особа може з часом змінюватися. Традиційно для будівельної галузі економіки виокремлюють такі функціональні сфери відповідальності, як: будівельні бригади, штукатурні і малярні станції, виробничі цехи, кранове господарство, транспортна служба, проєктний відділ, інженерний підрозділ, маркетинговий відділ, служба роботи з клієнтами тощо. Проте така класифікація відображає функціональний поділ підприємства на підрозділи, залишаючи поза увагою операційну сферу будівельної діяльності. Натомість, поділ будівельного об'єкта на дрібніші структурні елементи створює передумови для генерування деталізованої облікової інформації для цілей ефективного управління операційною діяльністю будівельних підприємств.

З метою оптимізації управління будівництвом доцільним є поєднання функціональної й операційної класифікації центрів відповідальності, що формує інноваційний "кластерний" варіант управлінського обліку та менеджменту. Кластерність управління реалізується через формування облікової інформації про почергове надання послуг (виконання робіт) функціональними підрозділами для операційних центрів відповідальності. У такому разі кластером є

відокремлений будівельний об'єкт (приміщення, просторова зона), що визнається операційним центром відповідальності, який отримує послуги (роботи) від функціональних підрозділів будівельного підприємства (рис. 3). Інакше кажучи, усі функціональні центри відповідальності певною мірою пов'язані з будівельним процесом кожного приміщення чи просторової зони.

На різних життєвих стадіях операційного циклу будівництва працюють певні функціональні підрозділи будівельного підприємства. Наприклад, на етапі проєктування будівельного об'єкта активно функціонують проєктний та інженерний відділи. Для виконання будівельних робіт залучають різні будівельні бригади, штукатурні й малярні станції, кранове й транспортне господарство тощо. За необхідності виготовлення будівельних матеріалів і конструкцій власними силами пускають в дію виробничі цехи, кар'єри й будівельно-монтажні дільниці. На завершальній стадії реалізації будівельних об'єктів потрібні послуги відділів маркетингу, збуту й післяпродажного супроводу тощо. Діяльність кожного функціонального центру відповідальності передбачає певні витрати. З економічної точки зору вони можуть бути виробничого, загально-виробничого, адміністративного, збутового чи іншого походження, які включаються до собівартості будівельних об'єктів або відносяться на зменшення фінансових результатів діяльності будівельного підприємства. Натомість кластерна методика управлінського обліку сприяє максимальному визнанню всіх витрат прямими, що в управлінському обліку передбачає формування повної собівартості будівельних об'єктів.

При кластерному управлінському обліку відповідальний працівник здійснює комунікації з функціональними центрами відповідальності для отримання потрібних послуг чи робіт для кожного диференційо-



Рис. 3. Кластерне позиціонування центрів відповідальності у будівництві*

* Побудовано авторами.

ваного будівельного об'єкта. На початкових етапах будівництва здійснюють пошук інвестиційних ресурсів для здійснення будівельних робіт, що потребує визнання підрозділів відповідальності центрами інвестицій. Джерелом інвестицій можуть бути кошти: покупців (зокрема через програму дольової участі); банківських чи інших фінансових установ; цільове фінансування державних програм будівельного розвитку (єОселя, Молодіжне житлове будівництво тощо); у формі компенсацій фондів відновлення зруйнованого чи пошкодженого житла; міжнародних інституцій (ЄБРР, ООН і т. д.) чи міждержавних бюджетних асигнувань; юридичних осіб; спільного фінансу-

вання тощо. Залежно від виду залучених інвестицій змінюватиметься спосіб облікового відображення фінансування будівельних робіт.

У процесі функціонального обслуговування центрів відповідальності посадова особа отримує у розпорядження необхідні матеріальні і трудові ресурси, використання яких призводить до виникнення відповідних витрат. Менеджмент будівельного підприємства отримує надзвичайно деталізовану облікову інформацію про витрати відокремленої операційної сфери відповідальності, що позиціонуються центрами витрат.

На основі визнання центрів витрат можна формувати кошториси майбутнього

будівництва. Будівельний кошторис передбачає врахування кошторисних нормативів. Кошторисні нормативи – нормативні показники витрат ресурсів (трудовитрат, часу роботи будівельних машин і механізмів, витрат матеріалів, виробів і конструкцій), встановлені вимірники будівельних робіт у натуральних (фізичних) одиницях виміру; нормативні показники (вартісні, відсоткові, індексні, ресурсні) встановлені на прийняті одиниці виміру робіт (послуг) у будівництві [13]. Сформовані кошториси є підґрунтям для визначення потреби у фінансових ресурсах, планування капітальних вкладень на різних етапах будівництва та формування прогнозованої вартості майбутніх будівельних об'єктів. У подальшому нормативні показники з кошторисів порівнюють з фактичними значеннями для моніторингу відхилень від планової діяльності будівельного підприємства.

Тому будівельна галузь промисловості найбільш придатна до застосування нормативного методу обліку витрат, а також індивідуального калькулювання за позамовним методом. Моделювання будівельних процесів на принципах BIM формує передумови для інтеграції різних методів обліку витрат на будівництво в управлінському обліку. Нормативний метод обліку витрат, на противагу стандарт-косту, дає змогу відносити відхилення від планових показників до собівартості будівельних робіт, що забезпечує оперативний перерахунок їх собівартості. У такому випадку, як доводить О. В. Павелко, підвищується аналітичність облікової інформації, оскільки порівняння фактичних витрат із нормативними й отримання інформації про відхилення за місцями їх виникнення, причинами та винуватцями сприяють проведенню оперативного аналізу на високому рівні [14, с.212]. Поєднання методів нормативного та повного обліку витрат забезпечує планування усіх складо-

вих, що формують собівартість будівельного об'єкта. Врахуванню підлягають ще й усі непрямі витрати, які в умовах автоматизованого обчислення можна розподіляти пропорційно прямим витратами між калькуляційними об'єктами. Обчислення повних витрат будівництва формує інформаційний ресурс для більш гнучкого управління будівельним процесом з метою оптимізації розміру непрямих витрат і пояснення їх впливу на кінцеві фінансові результати через механізм калькулювання. Інакше кажучи, через використання методу повних витрат встановлюється взаємозв'язок між усіма видами витрат підприємства та його доходами від реалізації будівельних об'єктів (виконання робіт). Натомість, позамовний метод обліку витрат дає змогу їх ідентифікувати з метою віднесення до собівартості кожного конкретного будівельного об'єкта. Як результат, усі ідентифіковані витрати (прямі і непрямі) підлягають включенню до планових калькуляцій.

Натомість, загальноновиробничі чи інші накладні витрати в управлінському обліку можна розподіляти пропорційно вартісному показнику прямих витрат чи кількісному вимірнику (квадратні метри) збудованого об'єкта. Ідентифіковане визначення собівартості забезпечує достовірне та повне врахування усіх витрат, пов'язаних з будівництвом кожного окремого об'єкта із мінімізацією необхідності суб'єктивного розподілу непрямих витрат, а отже, значно зростає частка ідентифікованих прямих витрат у структурі будівельних витрат підприємства, що сприяє оптимізації управління будівельними процесами.

Значною перевагою автоматизованого моделювання будівельного процесу на принципах BIM є можливість ідентифікованого калькулювання собівартості етапів (окремих розділених об'єктів) будівництва. В умовах, коли наявна інформаційна модель

кожного приміщення, споруди, публічного простору тощо, доцільно здійснювати диференційований облік виробничих витрат. Такий деталізований варіант калькулювання собівартості будівельних робіт дозволений Національним П(С)БО 18 "Будівельні контракти", яким передбачене поетапне акумулювання витрат, враховуючи потенційно значну тривалість завершення будівництва. Тому усі прямі витрати у будівельній сфері доцільно калькулювати за кожним деталізованим будівельним об'єктом в умовах наявності його інформаційної моделі.

Методика індивідуального калькулювання дає можливість враховувати усі особливості просторово-територіального розташування будівельного об'єкта. Зазвичай ціна на житлові приміщення, що розташовані на нижчих та останніх поверхах, є більшою, порівняно з іншим висотним їх розміщенням. Також житлові чи комерційні об'єкти нерухомості з пріоритетною просторово-територіальною орієнтацією можуть вартувати значно дорожче за аналоги. До пріоритетності належать суміжність з проїжджою частиною вулиці, краща візуальна та фізична доступність для людей, направленість вікон і вітрин на ландшафтні чи архітектурні об'єкти тощо.

У процесі інформаційного моделювання процесів будівництва доцільно передбачити вартісне врахування індивідуальних переваг будівельних об'єктів. Зокрема, в кошторисну та фактичну калькуляцію доцільно включати частку витрат, понесених на отримання просторово-територіальних переваг об'єкта будівництва. До таких витрат належать: вартість придбаної земельної ділянки та об'єктів, які на ній розташовувалися; витрати на отримання дозволів і ліцензування будівельних робіт; вартість переданих об'єктів і проведених будівельних робіт у рамках угоди про соціальну відповідальність бізнесу чи забезпечення

вимог муніципальної влади; будівництво об'єктів інфраструктури тощо.

Для кожного об'єкта будівництва частку витрат розраховують індивідуально і включають у собівартість. Диференційований розподіл витрат для отримання просторово-територіальних витрат є підґрунтям для економічно обґрунтованого збільшення вартості для певних об'єктів у рамках єдиного будівельного майданчика. Відповідно, у менеджменту будівельних підприємств з'являється дієвий механізм достовірного обґрунтування кінцевої ціни об'єктів будівництва для кінцевих покупців.

Унаслідок прояву просторово-територіальної нерівномірності кожний відокремлений центр відповідальності доцільно визнавати центром доходів. Для диференційованого центру доходів необхідною є економічно обґрунтована ціна для покупців. Завданням відповідної особи є достовірно визначення операційних витрат та встановлення максимально можливої ціни реалізації, що передбачає моніторинг активної ринкової ситуації. У кожному з випадків визнання центру відповідальності певним центром витрат, доходів чи інвестицій відповідальний працівник зацікавлений у максимізації фінансово-облікових показників будівництва. Індивідуальна відповідальність за окремий будівельний об'єкт максимізує загальні фінансові результати функціонування усього будівельного підприємства.

В умовах активного військового протистояння затребуваною функціональною можливістю BIM є формування інформаційних моделей знищених чи пошкоджених об'єктів нерухомості. У спеціалізованих програмних продуктах необхідно передбачити можливість проектування відновлювальних будівельних робіт. Аналогічно до будівництва нових об'єктів під час реконструкції (відновлення) будівельних об'єктів

важливим є планування витрат. Загальний кошторис будівельних робіт доцільно використовувати в процесі формування запиту на компенсації завданих воєнними діями збитків. Формування інформаційних моделей усіх об'єктів нерухомості, що потребують відновлення, дає змогу оцінити воєнні збитки житлового фонду та нерухомого майна суб'єктів господарювання. За допомогою BIM технологій можливо достовірно прогнозувати потреби у матеріальних, трудових та, відповідно, фінансових ресурсах для післявоєнного відновлення України.

У програмному забезпеченні для BIM цілей недостатню увагу приділяють моделюванню процесів зведення тимчасових будинків і споруд. Некапітальне будівництво виключається з переліку змодельованих об'єктів унаслідок незатребуваності у замовників проєкту. Кінцевим покупцям не потрібні візуальні моделі тимчасових об'єктів будівництва, проте для цілей обліку таке інформаційне моделювання є важливим для калькулювання собівартості. Тому моделювання некапітального будівництва має бути важливою складовою формування розлогої інформаційної моделі будівельного об'єкта.

Для калькулювання собівартості тимчасових будинків і споруд необхідна ідентифікація в програмному забезпеченні для BIM титульності некапітальних об'єктів. Тимчасові споруди, зведені за рахунок забудовника, вважають титульними, їх відображають у загальному кошторисі будівництва. Нетитульними об'єктами є тимчасові будинки і споруди, будівництво яких фінансує підрядник за рахунок витрат періоду.

Також необхідно передбачити у спеціалізованому програмному забезпеченні можливість вибору терміну корисного використання тимчасових будинків і споруд, що впливатиме на їх відношення до складу необоротних активів, впливаючи на розра-

хунок щомісячної амортизації, чи оборотних об'єктів.

Іншим важливим моментом, що потребує визначення у спеціалізованих BIM програмних продуктах, є визнання належності тимчасової споруди до певного будівельного об'єкта чи будівництва загалом. Від вибору залежить спосіб відображення витрат на експлуатацію та демонтаж тимчасових об'єктів у складі виробничих чи загально-виробничих витрат будівельного підприємства.

Наступним функціональним покращенням BIM програмних продуктів, який наразі недостатньо реалізований, є можливість інформаційної синхронізації з системами обліку та управління будівництвом. На сьогодні технології BIM дають змогу планувати потребу у будівельних матеріалах, конструкціях та роботах. Наведені відомості у подальшому вносять у ручному режимі або через xml-формати обміну даними в обліково-управлінське програмне забезпечення. Ручний і частково автоматизований спосіб інформаційного обміну не відповідає сучасному інноваційному рівню розвитку комп'ютерно-комунікаційних технологій та вимогам цифрової економіки до соціально-економічних процесів [15]. Тому найбільш оптимальним варіантом інформаційної синхронізації є можливість функціональної інтеграції різних програмних продуктів щодо виконання будівельних робіт. Прямі інформаційні комунікації між спеціалізованим програмним забезпеченням є передумовою оперативної та повної цифровізації управління будівельним процесом. Інформаційну схему функціональної інтеграції BIM технологій наведено на рис. 4.

Першочергово програмне забезпечення для проєктного моделювання будівництва можна використовувати для укладання електронних договорів. Умови договірних взаємовідносин у сфері будів-

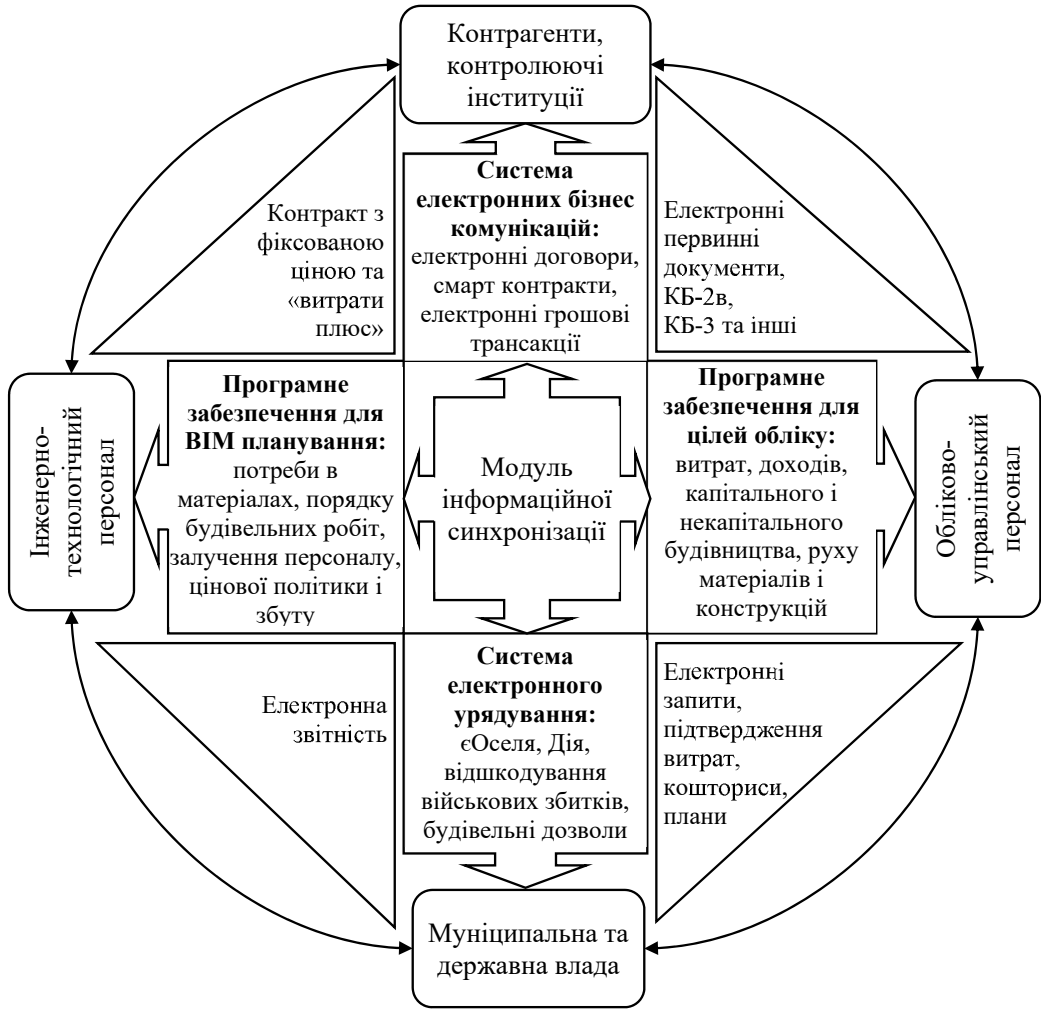


Рис. 4. Інформаційна схема функціональної синхронізації програмного забезпечення в умовах інформаційного моделювання будівництва*

* Побудовано авторами.

ництва (виконання підрядних робіт) можна одразу фіксувати в інформаційній моделі будівельного об'єкта. На цьому етапі у програмних продуктах для ВІМ необхідно передбачити можливість вибору варіанта ціноутворення у будівництві (фіксована ціна чи «витрати плюс»).

Обидві методики формування будівельного контракту доцільно асоціювати з процесом контролю відповідності фактич-

но виконаних будівельних робіт з інформаційним проектом. «Ступінь завершеності робіт з контракту може визначатися одним із методів: виміру й оцінки виконаної роботи; співвідношення обсягу заведеної частини робіт і їхнього загального обсягу за контрактом у натуральному вимірі; співвідношення фактичних витрат із початку виконання контракту до дати балансу й очікуваної (кошторисної) суми загальних витрат

за контрактом” [16]. В умовах використання BIM технологій усі методи оцінки завершеності будівельних об’єктів підлягають автоматизації і можуть бути застосовані для різних варіантів обліку витрат й доходів будівельної діяльності.

Зокрема, у контракті з фіксованою ціною для кожного диференційованого будівельного об’єкта (поверху, приміщення, публічного простору тощо) у межах усього інформаційного проєкту необхідно зазначити суму, що є предметом розрахунків за договором будівництва. Інакше кажучи, усі учасники договорів будівництва чи підряду можуть формувати домовленості про вартість кожного готового будівельного об’єкта для замовника. Для контролю конструктивної та проєктної завершеності кожного будівельного об’єкта можна використовувати технологію аеровізуального моніторингу. Безпілотні літальні апарати (дрони) здатні автоматично визначати ступінь фактичної готовності розрізаних об’єктів будівництва, що є корисним інформаційним ресурсом для цілей обліку та управління [17]. Фактичне підтвердження факту готовності певного етапу будівництва є підставою для проведення грошових розрахунків між учасниками будівельного контракту.

У разі оформлення будівельного контракту “витрати плюс” також здійснюють моніторинг готовності розрізаних будівельних об’єктів. Проте на етапі оформлення договору будівництва (підряду) зазначають обсяг планових витрат за кожним розрізаним будівельним об’єктом. До кошторисної вартості диференційованого будівництва об’єкта додають обумовлений учасниками договірних взаємовідносин очікуваний прибуток, що формує підсумкову ціну для замовника. Після підтвердження факту будівництва (виконання підрядних робіт) доцільно здійснювати приведення кошторисних нормативів до фактично понесених

будівельних витрат, що також потребує і коригування кінцевої ціни на завершений будівельний об’єкт. Ціна за таким видом будівельного договору може коригуватися для замовника у випадку зміни суми фактично понесених витрат на будівництво. Але забудовнику необхідно обґрунтувати доцільність понаднормових витрат на основі інформаційної моделі за кожним будівельним об’єктом і отримати погодження на коригування його кінцевої вартості.

З метою документального підтвердження факту завершення будівельних (підрядних) робіт з BIM системи можна автоматично формувати електронні примірники типових документів: №КБ-2в “Акт приймання виконаних будівельних робіт”, №КБ-3 “Довідка про вартість виконаних будівельних робіт та витрати” (Наказ Мінрегіонбуду України від 04.12.2009 р. №554, який втратив чинність) [18], а також аналогічних первинних документів довільної форми. Ці документи формуються більшістю будівельних підприємств, незважаючи на рекомендоване листом Мінрегіонбуду від 12.01.2012 р. №7/15-488 “використання тільки для взаєморозрахунків за виконані роботи між замовниками та виконавцями робіт з будівництва, що здійснюється за кошти державного та місцевих бюджетів, а також кошти державних підприємств, установ та організацій” [19].

Наведені електронні документи доцільно формувати через генерування обов’язкових інформаційних реквізитів з програмного забезпечення для цілей будівельного моделювання. Підтверджуючі первинні документи в умовах автоматизованої обробки інформації можна складати за кожним розрізаним будівельним об’єктом, не очікуючи завершення усього будівництва чи кінця звітної періоду. Електронні примірники документів щодо фактично понесених витрат є підставою для

проведення відповідних облікових записів. Облікові проведення можуть формуватися автоматично при надходженні відповідних електронних даних з системи інтегрованої взаємодії BIM технологій та облікового програмного забезпечення.

На аналогічних принципах електронного комунікування можуть також формуватися запити до державних інституцій, бюджетні кошториси, бізнес-плани з обґрунтуванням очікуваних будівельних витрат і доходів. Інтегроване програмне забезпечення доцільно також використовувати для формування електронного звітності з метою інформування внутрішніх та зовнішніх стейкхолдерів про результати функціонування будівельних підприємств.

Висновки. Цифровізація інформаційних процесів у будівництві обумовила розвиток технології інформаційного моделювання будівель (BIM). Окрім візуально-інженерного та проектного напрямів використання BIM, важливим для управління будівельними підприємствами є фінансово-обліковий аспект використання цієї технології. Найбільш значною для трансформації методики обліку будівництва є можливість позиціонування окремих будівельних об'єктів (приміщень, поверхів, просторових зон) операційними центрами відповідальності. Через надання послуг та виконання робіт функціональними центрами відповідальності для відокремлених будівельних об'єктів формують кластерну структуру обліку й управління будівельними підприємствами. Кластером у такому разі є диференційований будівельний об'єкт (визнаний операційним центром відповідальності), який перебуває у тісному взаємозв'язку з різними функціональними центрами відповідальності й іншими кластерами.

Кластеризація методики обліку й управління будівництвом передбачає позиціону-

вання центрів відповідальності одночасно центрами інвестицій, витрат і доходів. Виокремлення наведених організаційних одиниць із використанням BIM технологій у структурі управління будівельними підприємствами передбачає трансформацію методики обробки фінансово-облікової інформації у частині функціонування центрів: інвестицій (пошук джерел фінансування, інвестування у будівництво, облік надходження фінансових ресурсів); доходів (оцінка актуального стану ринку, варіативне ціноутворення для кожного об'єкта, облік доходів і фінансових результатів); витрат (інтеграція методів нормативного і позамовного обліку та врахування повних витрат, планування витрат і формування кошторисів будівництва, калькулювання собівартості за кожним відокремленим об'єктом, ідентифікація прямих витрат та повний розподіл непрямих витрат).

З метою розширення функціональних можливостей програмного забезпечення для BIM цілей необхідно: удосконалити схему формування планових кошторисів будівельних витрат з коригуванням нормативних і фактичних витрат; удосконалити методику обліку некапітального будівництва; розробити порядок оцінки завданих воєнними діями збитків для планування потреби у фінансових ресурсах. Для організації ефективного інформаційного обміну між учасниками будівельного процесу необхідно забезпечити інформаційну синхронізацію між програмним забезпеченням для BIM проектування (планування потреби в матеріалах, порядку будівельних робіт, залучення персоналу, цінової політики і збуту), обліково-управлінськими програмними продуктами (для обліку витрат, доходів, капітального і некапітального будівництва, руху матеріалів і конструкцій), електронними системами електронних бізнес-комунікацій (договори, смарт контракти, грошові

трансакції) та електронного урядування (еОселя, Дія, відшкодування завданих ві-йною збитків, будівельні дозволи), що спри-яє формуванню в електронній формі: бу-дівельних контрактів з фіксованою ціною та “витрати плюс”; первинних документів, КБ-2в, КБ-3 та іншої облікової документа-ції; запитів до муніципальних утворень, підтвердження використання бюджетних і цільових коштів, кошторисів і планів буді-вельної діяльності; звітності з внутрішніми та зовнішніми стейкхолдерами. Реалізація системи інформаційної взаємодії в умовах імплементації BIM технологій формує пе-редумови для розвитку новітньої концеп-ції інноваційного смарт будівництва, що є предметом наступних наукових пошуків.

Список використаних джерел

1. *BIM Software Market Report – Market Drivers, Trends, Share, Size, Growth, Opportunity and Forecast 2023-2027*. Cambashi. 2023. 114 p. URL : <https://www.researchandmarkets.com/reports/5680896/bim-software-market-report-market-drivers>.
2. *ISO 19650-2:2018. Organization and digi-tization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM)*. ISO. URL : <https://www.iso.org/ru/standard/68080.html>.
3. ДСТУ ISO 19650-2:2020 (ISO 19650-2:2018, IDT) Організація та оцифрування інформації щодо будівель та споруд включно з будівельним інформаційним моделюванням (BIM). Управління інформацією з використанням будівельного ін-формаційного моделювання. URL : <http://uas.gov.ua/2022/08/17/зміна-№-1-дсту-iso-19650-2-2020-iso-19650-2-2018-idt-організація-ма>.
4. Концепція впровадження BIM – будівель-ного інформаційного моделювання в Україні. Ukrainian BIM Community. URL : <https://bim.in.ua/concept/>.
5. Ghorbany Siavash, Noorzai Esmatullah, Yousefi Saied. *BIM-Based Solution to Enhance the Performance of Public-Private Partnership Construction Projects using Copula Bayesian Network*. *Expert Systems with Applications*. 2023. P. 216. URL : <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.119501>.
6. Wang Zhimin, Ma Jianjun. *Understanding the effects of BIM implementation in corporation fi-nance: An empirical study in China*. *Organization, Technology and Management in Construction: an International Journal*. 2021. № 13. P. 2484–2495. URL : <https://doi.org/10.2478/otmcj-2021-0028>.
7. Alhusban Mohammad, Elghaish Faris, Hos-seini M. Reza, Mayouf Mohammad. *Revamping established project procurement approaches to support BIM implementation*. *Smart and Sustainable Built Environment*. 2024. URL : <https://doi.org/10.1108/SASBE-05-2023-0134>.
8. Lee Minghui, Chai Changsaar, Xiong Yaoli, Gui Hunchuen. *Technology acceptance model for Building Information Modelling Based Virtual Reality (BIM-VR) in cost estimation*. *Journal of Information Technology in Construction*. 2022. № 27. P. 914–925. URL : <https://doi.org/10.36680/j.it-con.2022.044>.
9. Lei Y., Dong L. *Building sustainability assess-ment model based on life cycle cost analysis and BIM technology*. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 2023. № 21. P. 1–12. URL : <https://doi.org/10.1007/s13762-023-05272-2>.
10. Noori Hisham, Al-Hashimy Hussain. *The Impact of Building Information Management (BIM) on the Profitability of Construction Projects*. *International Journal of Scientific and Management Research*. 2022. № 5. URL : <https://doi.org/10.37502/IJSMR.2022.51011>.
11. Noori Hisham, Al-Hashimy Hussain. *The Effect of Building Information Modelling (BIM) on the Accounting Information System (AIS) of construction firm*. 2022. URL : <https://doi.org/10.35629/8028-11123139>.
12. *Construction industry looks to BIM to im-prove decision-making, collaboration: Survey*. *BuildingSMART International*. URL : <https://www.buildingsmart.org/construction-industry-looks-to-bim-to-improve-decision-making-collaboration-survey>.

13. Деякі питання ціноутворення в будівництві : наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 25.06.2021 р. № 162. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1225-21#Text>.

14. Павелко О. В. Доходи і витрати основної діяльності будівельних підприємств у системі обліку та контролю : монографія. Рівне : НУВГП, 2012. 236 с. URL : <http://ep3.nuwm.edu.ua/2178/>

15. Zadorozhnyi Z.-M., Muravskiy V., Pochynok N., Hrytsyshyn A. Innovation Management and Automated Accounting in the Chaotic Storage Logistics. Marketing and Management of Innovations. 2020. № 2. P. 313–323. URL : <https://doi.org/10.21272/mmi.2020.2-23>.

16. Національне положення (стандарт) бухгалтерського обліку 18 “Будівельні контракти”. Затверджено наказом Міністерства фінансів України від 28.04.2001 р., № 205. Зареєстровано в Міністерством юстиції України 21.05.2001 р., № 433/5624. Документ z0433-01. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1050-01#Text>.

17. Muravskiy V., Zadorozhnyi Z.-M., Lytvynenko V., Yurchenko O., Koshchynets M. Comprehensive use of 6G cellular technology accounting activity costs and cyber security. Independent Journal of Management & Production (Special Edition ISE, S&P). 2022. Vol. 13, No. 3. P. 107–122. URL : <https://doi.org/10.14807/ijmp.v13i3.1902>.

18. Про затвердження примірних форм первинних документів з обліку в будівництві: Наказ Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 04.12.2009 р. № 554. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0554661-09#Text>.

19. Щодо застосування примірних форм первинних облікових документів у будівництві. Лист Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 12.01.2012 р. № 7/15-488. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0488858-12#Text>.

References

1. BIM Software Market Report - Market Drivers, Trends, Share, Size, Growth, Opportunity and Forecast 2023-2027. (2023). Cambashi. Available at: <https://www.researchandmarkets.com/reports/5680896/bim-software-market-report-market-drivers>.

2. ISO 19650-2:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM). ISO. Available at: <https://www.iso.org/ru/standard/68080.html>.

3. DSTU ISO 19650-2:2020 (ISO 19650-2:2018, IDT) Orhanizatsiia ta otsyfruvannia informatsii shchodo budivel ta sporud vključno z budivelnym informatsiinym modeliuvanniam (BIM). Upravlinnia informatsiieu z vykorystanniam budivelnoho informatsiinoho modeliuvannia [Organization and digitization of information about buildings and structures, including building information modeling (BIM). Information management using building information modeling]. Available at: <http://uas.gov.ua/2022/08/17/zmina-№1-0dmy-iso-19650-22020-iso-19650-22018-idt-organizaciia-ma/>.

4. Kontsepsiia vprovadzhenia BIM – budivelnoho informatsiinoho modeliuvannia v Ukraini [Concept of implementation of BIM - building information modeling in Ukraine]. Ukrainian BIM Community. Available at: <https://bim.in.ua/concept/>.

5. Ghorbany, Siavash, Noorzai, Esmatulah, Yousefi, Saied. (2023). BIM-Based Solution to Enhance the Performance of Public-Private Partnership Construction Projects using Copula Bayesian Network. Expert Systems with Applications, 216. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.119501>.

6. Wang, Zhimin, Ma, Jianjun. (2021). Understanding the effects of BIM implementation in corporation finance: An empirical study in China. Organization, Technology and Management in Construction: an International Journal, 13, 2484-2495. Available at: <https://doi.org/10.2478/otmcj-2021-0028>.

7. Alhusban, Mohammad, Elghaish, Faris, Hosseini, M. Reza, Mayouf, Mohammad. (2024). Revamping established project procurement approaches to support BIM implementation. *Smart and Sustainable Built Environment*. Available at: <https://doi.org/10.1108/SASBE-05-2023-0134>.
8. Lee, Minghui, Chai, Changsaar, Xiong, Yaoli, Gui, Hunchuen. (2022). Technology acceptance model for Building Information Modelling Based Virtual Reality (BIM-VR) in cost estimation. *Journal of Information Technology in Construction*, 27, 914–925. Available at: <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2022.044>.
9. Lei, Y., Dong, L. (2023). Building sustainability assessment model based on life cycle cost analysis and BIM technology. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 21, 1–12. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13762-023-05272-2>.
10. Noori, Hisham, Al-Hashimy, Hussain. (2022). The Impact of Building Information Management (BIM) on the Profitability of Construction Projects. *International Journal of Scientific and Management Research*, 5, Available at: <https://doi.org/10.37502/IJSMR.2022.51011> [in English].
11. Noori, Hisham, Al-Hashimy, Hussain. (2022). The Effect of Building Information Modeling (BIM) on the Accounting Information System (AIS) of construction firm. Available at: <https://doi.org/10.35629/8028-11123139>.
12. Construction industry looks to BIM to improve decision-making, collaboration: Survey. *BuildingSMART International*. Available at: <https://www.buildingsmart.org/construction-industry-looks-to-bim-to-improve-decision-making-collaboration-survey>.
13. Deiaki pytannia tsinoutvorennia v budivnytstvi. Nakaz Ministerstva rozvytku hromad ta terytorii Ukrainy № 162 vid 25.06.2021 [Some issues of pricing in construction. Order of the Ministry of Development of Communities and Territories of Ukraine]. (2021, June, 25). Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1225-21#Text>.
14. Pavelko, O. V. (2012). *Dokhody i vytraty osnovnoi diialnosti budivelnykh pidpriemstv u systemi obliku ta kontroliu* [Incomes and expenses of the main activity of construction enterprises in the accounting and control system]. Rivne : NUVHP. Available at: <http://ep3.nuwm.edu.ua/2178/>.
15. Zadorozhnyi, Z.-M., Muravskiy, V., Pochynok, N., & Hrytsyshyn, A. (2020). Innovation Management and Automated Accounting in the Chaotic Storage Logistics. *Marketing and Management of Innovations*, 2, 313–323. Available at: <https://doi.org/10.21272/mmi.2020.2-23>.
16. Natsionalne polozhennia (standart) bukhhalterskoho obliku 18 “Budivelni kontrakty”: zatverdzheno nakazom Ministerstva finansiv Ukrainy № 205 vid 28.04.2001 [National regulation (standard) of accounting 18 “Construction contracts”: approved by order of the Ministry of Finance of Ukraine], Registered with the Ministry of Justice of Ukraine on May 21, 2001, № 433/5624. Document z0433-01 Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1050-01#Text>.
17. Muravskiy, V., Zadorozhnyi, Z.-M., Lytvynenko, V., Yurchenko, O., & Koshchynets, M. (2022). Comprehensive use of 6G cellular technology accounting activity costs and cyber security. *Independent Journal of Management & Production (Special Edition ISE, S&P)*, 3, 107–122 (Vol. 13). Available at: <https://doi.org/10.14807/ijmp.v13i3.1902>.
18. Pro zatverdzhennia prymirnykh form pervynnykh dokumentiv z obliku v budivnytstvi: Nakaz Ministerstva rehionalnoho rozvytku ta budivnytstva Ukrainy № 554, vid 04.12.2009 [On approval of exemplary forms of primary documents for accounting in construction: Order of the Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine]. (2009, December, 4). Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0554661-09#Text>.
19. Shchodo zastosuvannia prymirnykh form pervynnykh oblikovykh dokumentiv u budivnytstvi. Lyst Ministerstva rehionalnoho rozvytku, budivnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy № 7/15-488 vid 12.01.2012 [Regarding the application of sample forms of primary accounting documents in construction. Letter from the Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine]. (2012, January, 12). Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0488858-12#Text>.