

КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 69.055 : 004.9

DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2019.86.1.7

РОЗВИТОК МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ БУДІВНИЦТВОМ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Менейлюк О.І.¹, Нікіфоров О.Л.¹, Макаров С.О.²¹ Одеська державна академія будівництва та архітектури² ТОВ «Екостайл»

Анотація. Розроблено концепцію використання інформаційних технологій у будівництві й відповідні моделі: принципова модель, яка показує процеси управління інвестиційно-будівельним проектом і основні компоненти інформаційної системи; функціональна модель, яка показує основні шляхи передачі інформації під час управління в будівництві та документи, що фіксують інформацію.

Ключові слова: наукова організація праці та управління в будівництві, інформаційні технології, управління будівельним підприємством.

Вступ

В останній час усе більшим стає відрив найрозвинутіших країн світу від України в реалізації визначних інвестиційно-будівельних проектів. Більше того, строки реалізації співставних за складністю та масштабом проектів в Україні та за кордоном показують низьку ефективність вітчизняного будівельного виробництва. У цій ситуації одним з найбільших резервів раціоналізації будівництва є підвищення стандартів управління. Основними шляхами цього є, з одного боку, поновлення використання методів наукової організації праці та управління в будівництві, з іншого, – використання новітніх інформаційних засобів моделювання процесів та продукту будівництва. У той же час інформація в наукових джерелах недостатньо відображає використання традиційних рішень підвищення ефективності в будівництві під час управління за допомогою інформаційних технологій. Основним аспектом ефективності за умови використання інформаційних засобів у процесі управління в будівництві є зменшення рутинних дій управлінського персоналу та підвищення оперативності та точності даних.

Аналіз публікацій

У табл. 1 представлені програмні засоби, що використовуються для проектування та управління в будівництві.

Аналіз зазначених у табл. 1 джерел показує, що наявне програмне забезпечення реалізує будь-які функції традиційних способів проектування та управління. Крім того, мож-

на зазначити, що сучасний ступінь розвитку інформаційних засобів дозволяє:

- формувати та працювати з моделями будь-якого ступеня деталізації;
- створювати комплексні взаємопов'язані моделі різних аспектів будівельного виробництва;
- суттєво скорочувати строки реалізації та координації окремих етапів будівельного проекту.

Наукова організація праці та управління (НОПіУ) – система організації праці виробничих колективів та їх окремих ланок, за якої забезпечується підвищення продуктивності праці за рахунок раціонального поєднання професійних можливостей людини з можливостями техніки й технології виробництва, а також з найбільш сприятливими умовами трудової діяльності, зокрема виробничі відносини й соціальний клімат у колективі [5]. Авторами роботи [4] розроблена модель зв'язку особливостей організації роботи на будівельному підприємстві з особливостями ефективності використання персоналу.

Згідно з розглянутою інформацією, основними шляхами підвищення продуктивності праці в будівельній галузі України є:

- запровадження новітніх технологій, засобів праці, машин та механізмів;
 - відновлення запровадження принципів наукової організації праці та управління в будівництві;
 - підвищення гнучкості засобів оброблення та передачі виробничої інформації.
- Технологія БІМ дозволяє створити цифровий аналог об'єкта, що будується, та візуалізува-

ти основні процеси управління його зведенням. Крім того, ця технологія створює передумови для безперешкодної та безвитратної передачі виробничих даних між учасниками

будівельного проекту, створення архіву типових проектів, налагодження логістики частин об'єкта, що будується.

Таблиця 1 – Програмні засоби для проектування та управління в будівництві

САПР (CAD або CADD – системи автоматизованого проектування) [8]				ERP (Enterprise Resource Planning – системи планування ресурсів підприємства)		
Архітектурне проектування	Конструювання	Проектування інженерних мереж [12]	Проектування електричних мереж [2]	Управління проектами [9]	Кошторисні розрахунки [3]	Фінансовий та бухгалтерський облік [7]
<i>Allplan; MicroStation; Revit</i>				<i>HP Project and Portfolio Management; Microsoft Project; Primavera P6; Spider Project; Галактика Управління проектами.</i>	<i>ABK; АКФ; IBK; Кошторис XXI; Кошторис-Лідер; Будівельні технології-кошторис; ТК-ИСС; Експерт-Кошторис;</i>	<i>ЦД ДФС; iFin; M.E.Doc; MASTERKEY; SAP;</i>
<i>Archicad; NanoCad; КОМПАС-3D; Project Studio CS</i>						
<i>ArCon; TurboCad; Renga</i>		<i>All Klima; Danfoss; KAN; Ovcatrop.</i>	<i>Altium; Cadence; Electric; Eplan; ES Series; Proteus; WinElso; СПЛИТ; Експерт СКС.</i>			
<i>3DS Max; Astron Design; Athena; BriscCad u др.</i>	<i>Advance Steel; APM Civil Engineering; Athena; Vocad-3D; Just CAD; Libre CAD; Open SCAD; Scad Office u др.</i>			<i>АС</i>		
				<i>ІС Підприємство; Парус; Галактика; ІС-ПРО</i>		

Постає питання про поєднання будівельної інформаційної моделі (як моделі об'єкта будівництва) із моделлю процесів будівельного проекту. Такі концепції були висловлені в таких публікаціях [6, 10]. Можна зробити висновок, що актуальним є розроблення схеми використання інформаційних засобів у процесі управління в будівництві, який описує:

- будівельний об'єкт – продукт будівельного виробництва;
- процеси інвестиційно-будівельного проекту – у фізичному та грошовому вимірах;
- фінансову діяльність – факти платежів, баланси будівельного підприємства і т. п.

Мета й визначення завдань

Метою є розроблення концепції та принципів моделей управління будівництвом за допомогою інформаційних засобів моделювання з урахуванням традиційних методів наукової організації праці та управління, вимог системи менеджменту якості та сучасного рівня розвитку комп'ютерних технологій. Завдання роботи:

- проаналізувати ступінь розвитку сучасних інформаційних засобів, що можуть бути використані в будівельному виробництві;
- оцінити стан використання результатів досліджень з наукової організації праці та управління в будівництві та виявити особливості будівельного виробництва порівняно з іншими галузями промисловості;
- проаналізувати технологію будівельного інформаційного моделювання (БІМ) за умови її поєднання з теорією управління проектами та з точок зору виконавців та управлінців за основними стадіями інвестиційно-будівельного проекту;
- розробити концепцію та принципів моделі використання новітніх інформаційних технологій управління в будівництві.

Розробка концепції та принципів моделей

Інвестиційно-будівельні проекти характеризуються високим ступенем деталізації дій і прив'язкою до місця проведення робіт. Ця специфіка передбачає постійне забезпечення якості продукту та процесів проекту в умовах їх підвищеної складності та комплексності (рис. 2). Схема деталізації, що наведена на рис. 2, розроблена відповідно до найбільш

традиційної організаційної структури управління будівельною організацією та має бути адаптована відповідно до умов конкретної організації.

Будівельна діяльність є проектно орієнтованою. Вважається раціональним упорядкувати управління відповідно до процесів «Керівництва з управління проектами» [1], застосувавши один з основних принципів системи менеджменту якості [11] (документарну фіксацію управлінських впливів) спільно з традиційним рішенням наукової організації праці та управління в будівництві – технологічною картою.

Для цього необхідно розширити поняття «технологічна карта» до поняття «конструктивно-технологічне рішення»; сформувати базу знань підприємства на основі шаблонів конструктивно-технологічних рішень; на підставі даних шаблонів формувати моделі операційної діяльності організації (взаємозалежні моделі продукту та процесів проекту); здійснювати документарну видачу завдань і прийняття кінцевого результату за допомогою моделей (рис. 3). Представлена схема (рис. 3) демонструє, що за допомогою інформаційних моделей можливо по-новому впорядкувати такі рівні управління, як «організація» і «керівництво». Зокрема сучасний рівень розвитку інформаційних засобів дозволяє:

– Формувати й працювати з моделями будь-якого ступеня деталізації. Це дає змогу підвищити точність і оперативність управ-

лінських впливів, заощадити час управлінців на виконання планування та контролю. Отже, це можливість заощадити зусилля управлінців для реалізації рівня «лідерство».

– Створювати комплексні взаємопов'язані моделі продукту та процесів будівельного проекту. Це призводить до нової інтерпретації поняття наукової організації праці й управління шляхом формування та використання шаблонів ефективних конструктивно-технологічних рішень.

На рис. 4 показана функціональна схема використання інформаційних засобів у будівництві. Вона розроблена на підставі принципової схеми, що наведена на рис. 3. Функціональна схема формалізує основні шляхи документообігу будівельної компанії. Як документ на наведеній схемі прийнято носій інформації (паперовий чи електронний), у якому однозначно зафіксована відповідальність за подані дані. Розроблена схема (рис. 4) показує, що основними елементами системи «Управління в будівництві за допомогою інформаційних технологій» є довідник конструктивно-технологічних шаблонів (побудований на принципах управління знаннями та наукової організації праці та управління) і моделі продукту й процесів проекту (вміщують версії продукту та процесів проекту «цільовий план», «оперативний план» і «факт», структуровані відповідно до підходу за рис. 2).

Забезпечення якості продукту проекту

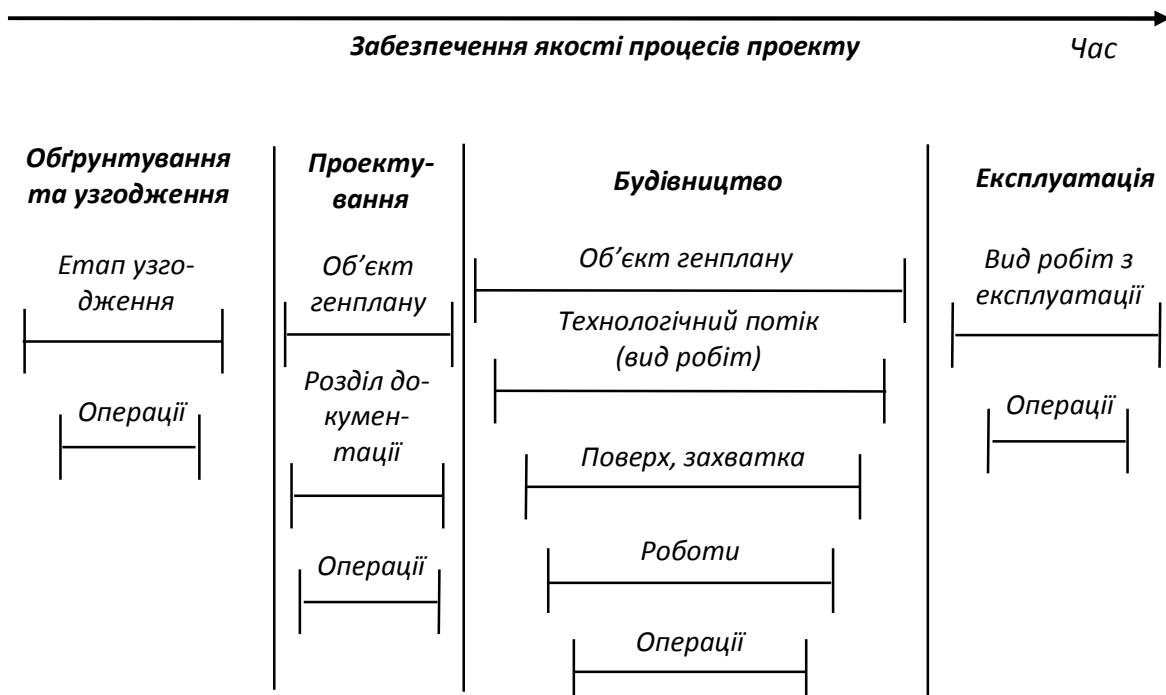


Рис. 2. Принципова схема деталізації типового інвестиційно-будівельного проекту

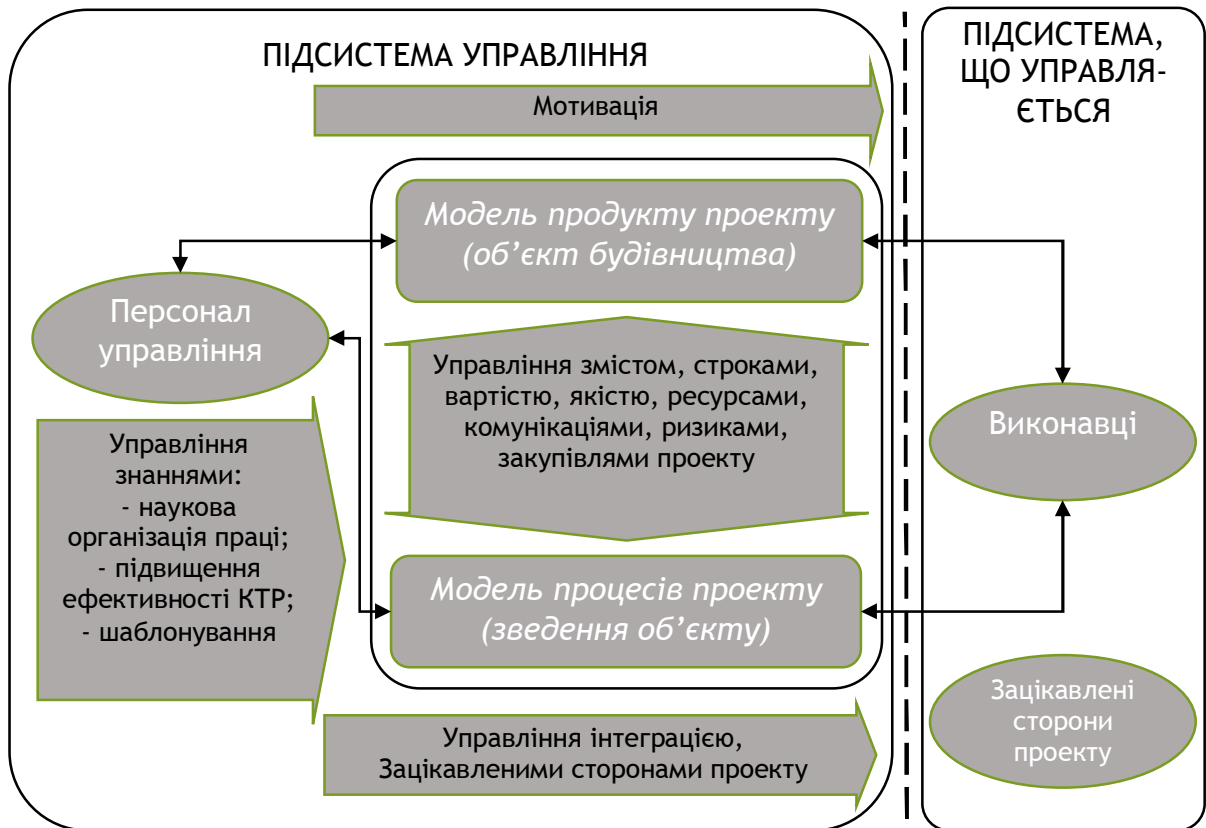


Рис. 3. Принципова схема використання інформаційних засобів у процесі управління в будівництві

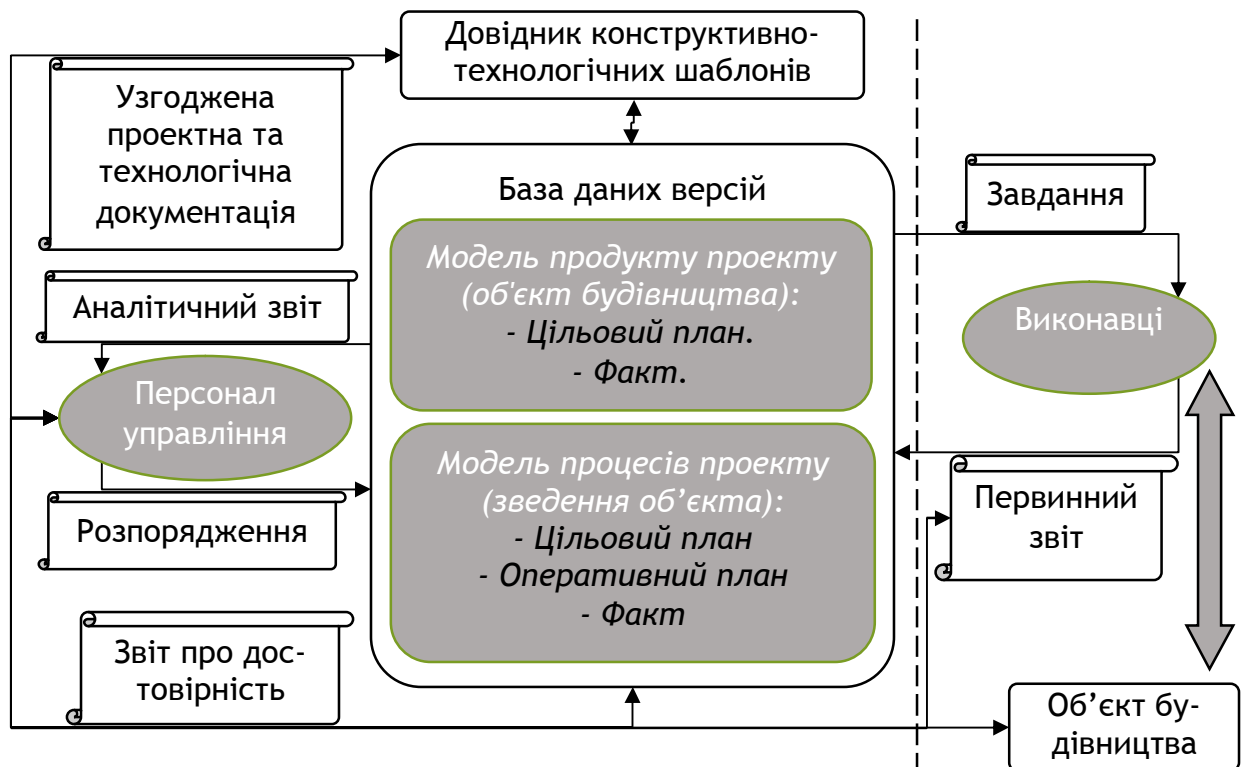


Рис. 4. Функціональна схема використання інформаційних засобів у процесі управління в будівництві (об'єднана стрілка до «первинного звіту» та «звіту про достовірність» означає взаємоузгодженість цих документів)

Таблиця 2 – Ефективність використання інформаційних засобів у будівництві порівняно з використанням традиційних управлінських інструментів

Чинник ефективності	Стан за умови традиційного управління	Стан за умови управління із застосуванням інформаційних засобів
Наукова організація праці та управління	Як правило, відбувається за рахунок професіоналізму управлінських кадрів. Запровадження НОПіУ зупиняється внаслідок відсутності оперативних та гнучких методів контролю.	Управління знаннями з НОПіУ відбувається без людського чинника, адже зафіксовано в інформаційній системі. Ця система є засобом видачі оперативних завдань та контролю, що спрощує запровадження шаблонів конструктивно-технологічних рішень.
Запровадження технологічних інновацій	Потребує значних витрат на навчання управлінського персоналу. Як правило, запровадження гальмується, тому що робітники звикли діяти по-старому.	Потребує менших витрат на навчання, так як основні зміни в засобах планування, контролю та мотивації відбуваються автоматизовано або з невеликими витратами. Має місце надійний засіб контролю ефективності інновацій порівняно з традиційним рішенням.
Масштабування бізнес-моделі	Обмежено професіоналізмом ключових управлінських кадрів.	Спрошене внаслідок розвитку аналітичних звітів, що оперують даними будь-якого масштабу, та за рахунок більш жорсткої та прозорої фіксації бізнес-процесів.
Засоби контролю: швидкість, точність, сила застосування управлінських дій на виконавців	Застосування управлінських дій, як правило, загальмоване та неточне через велику кількість та неповну достовірність управлінських документів. Це потребує компенсації силою управлінських дій: підвищенням витрат грошей та ресурсів, психологічним перенавантаженням ключових управлінських кадрів.	Витрати сили на управлінські дії зменшуються внаслідок оперативності та точності виробничих даних.
Визначення ефективності управлінців	Обмежене внаслідок низької оперативності та точності виробничих даних.	Чітко фіксується в інформаційній системі.
Об'єктивність даних про проект	Як правило, низька через незадовільну достовірність та велику кількість управлінських документів.	Забезпечена на високому рівні за рахунок вчасного наповнення інформаційної системи даними.
Фіксація відповідальності за інформацію	Забезпечена паперовими документами, що потребує витрат на підтвердження їх достовірності.	Забезпечена електронними документами, що підвищує їх достовірність.
Структурування даних і впорядкування комунікацій	Низьке через великий обсяг оперативного документообігу.	Високе через алгоритми інформаційної системи.
Економічна ефективність проекту	Знижена через невиробничі витрати на управлінський апарат.	Підвищується за рахунок ефективності управлінського апарату.

Модель процесів проекту у цьому випадку містить фінансові процеси та результати. Ефективність реалізації представленої функціональної схеми (рис. 4) залежить від таких чинників: ступеня розробленості довідника конструктивно-технологічних шаблонів; послідовності у фіксації та реалізації відповідальності робітників за інформацію у зазначених документах.

Стисло охарактеризуємо основні документи, представлені на схемі:

– Узгоджена проектна та технологічна документація – документ з боку персоналу управління, що містить апріорну інформацію щодо вимог до продукту та процесів проекту та є підставою для розроблення, зміни, видалення конструктивно-технологічних шаблонів.

– Розпорядження – документ з боку персоналу управління, що є підставою для розроблення, зміни, видалення моделей продукту та процесів проекту.

– Завдання – документ, що містить інформацію щодо вимог до продукту та процесів проекту, є підставою для виконання та контролю робіт, та є сформованим для безпосередніх виконавців цих робіт та для кожного ієрархічного рівня персоналу управління.

– Первинний звіт – документ, що зазначає стан натурального становища будівельного виробництва (наявність будівельного продукту, факт виконання робіт, їх якість, вартість, строки виконання) та є підставою для внесення цих даних до моделей продукту та процесів проекту.

– Звіт про достовірність – документ, що зазначає відповідність натурального становища будівельного виробництва (наявність будівельного продукту, факт виконання робіт, їх якість, вартість, строки виконання) та даних, що представляють ту саму інформацію в моделях продукту та процесів проекту.

– Аналітичний звіт – документ, з якого персонал управління отримує інформацію про натурне становище будівельного виробництва (наявність будівельного продукту, факт виконання робіт, їх якість, вартість, строки виконання).

Табл. 2 описує чинники ефективності використання інформаційних засобів для застосування розроблених схем (рис. 3 і 4) у будівництві порівняно з використанням традиційних управлінських інструментів.

Висновки

Сучасний ступінь розвитку інформаційних засобів дозволяє: розробляти та пов'язувати моделі будівництва, деталізовані майже до ступеня реальності; суттєво скорочувати реалізацію та координацію будівельного проекту.

Незважаючи на велику кількість досліджень з наукової організації праці та управління в будівництві, продуктивність діяльності в галузі залишається низькою. Особливості будівельного виробництва обумовлюють необхідність: запровадження новітніх технологій, засобів праці, машин та механізмів; використання методів швидкої організації та контролю будівельного виробництва.

Технологія будівельного інформаційного моделювання дозволяє підвищити ефективність оброблення інформації про продукт інвестиційно-будівельного проекту. Крім цього, необхідно розробляти схему взаємодії інформаційних засобів у галузях «процеси

інвестиційно-будівельного проекту», «фінанси інвестиційно-будівельного проекту».

Подальший розвиток отримали: теорія управління проектами з використанням моделей продукту та процесів будівельного виробництва; методи наукової організації праці та управління в будівництві; система менеджменту якості.

Розроблення концепції та принципів моделей управління будівництвом за допомогою інформаційних технологій дозволила запропонувати новий об'єкт дослідження в галузі організації та технології промислового та цивільного будівництва. Також ці результати дозволяють підвищити технічну та економічну ефективність управління будівництвом.

Література

1. A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide). Pennsylvania: Project Management Institute, Inc., 2017. 762 с.
2. Алмаметов В.Б., Баннов В.Я., Кочегаров И.И. Информационные технологии проектирования РЭС. Единое информационное пространство предприятия: учеб. пособие. Пенза: Изд-во ПГУ, 2013. 108 с.
3. Будівельні і кошторисні програми. Сайт МСмета. 2019. URL: https://msmeta.com.ua/koshtorysni_programy.php. (дата звернення: 21.05.2019).
4. Гончар В.О., Морозов О.Ф. Аналітичний огляд проблем управління людським капіталом будівельних підприємств. Актуальні проблеми економіки та управління: збірник наукових праць молодих учених. 2017. С. 1–6.
5. Ерёмин И.В. Научная организация труда и управления в строительстве. Москва: Высшая школа, 1970. 260 с.
6. Конвисар Е. Цифровые активы в Цифровой экономике. Электронный журнал <http://isicad.ru/> Ваше окно в мир САПР. 2018. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=20126 (дата звернення: 21.05.2019).
7. Лободзинська Т.П., Черножукова А.М. Порівняльний аналіз автоматизованих систем бухгалтерського обліку на підприємствах України. Ефективна економіка. 2017. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5661>. (дата звернення: 21.05.2019).
8. Ожигин Д. Анализ текущей ситуации на российском BIM-рынке в области гражданского строительства. Официальный сайт компании «Нанософт». 2016. URL: <https://www.nanocad.ru/information/articles/7080363/>. (дата звернення: 21.05.2019).
9. Программы управления проектами. Сайт «Cfin.ru». 2019. URL: www.cfin.ru. (дата звернення: 21.05.2019).

10. Софронов М., Левенчук А. BIM и системная инженерия. 2017. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=yNsqx3Pfofk>. (дата звернення: 21.05.2019).
11. Управління задля досягнення сталого успіху організації. Підхід на основі управління якістю (ISO 9004:2009, IDT): ДСТУ ISO 9004:2012. [Чинний від 2012–11–28]. Київ: Мінекономрозвитку України, 2013. 45 с.
12. Building information modeling-based integration of MEP layout designs and constructability / J. Wang, X. Wang, W. Shou та ін. // Automation in Construction. – 2016. – № 61. – С. 134–146.

References

1. A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) Pennsylvania: Project Management Institute, Inc., 2017. 762 p.
2. Almametov V.B., Bannov V.Ya., Kochegarov I.I. Information technologies for the design of RES. Common information space of the enterprise. Penza: Publishing House PSU, 2013. 108 p.
3. Construction price programs. Website of MSmeta. 2019. Available at: https://msmeta.com.ua/koshtorysni_programy.php p. (accessed 21 May 2019).
4. Gonchar V.O., Morozov O.F. Analytical review of human capital management problems of construction enterprises. Current problems of economics and management: collection of scientific papers of young scientists. 2017. P. 1–6.
5. Eremin I.V. Scientific organization of works and management in construction. Moscow: Vyshcha shkola, 1970. 260 p.
6. Convisar E. Digital assets in the digital economy. Electronic Journal <http://isicad.ru/> Your window into the CAD world. 2018. Available at: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=20126 (accessed 21 May 2019).
7. Lobodzinska T.P., Chernozhukova A.M. Comparative Analysis of Automated Accounting Systems at Ukrainian Enterprises. Effective economy. 2017. Available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5661>. (accessed 21 May 2019).
8. Ozhigin D. Analysis of the current situation on the Russian BIM-market in civil construction. Official site of NanoSoft company. 2016. Available at: <https://www.nanocad.ru/information/articles/7080363/>. (accessed 21 May 2019).
9. Project Management Programs. Site «Cfin.ru». 2019. Available at: www.cfin.ru. (accessed 21 May 2019).
10. Sofronov M., Levenchuk A. BIM and Systems Engineering. 2017 Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=yNsqx3Pfofk>. (accessed 21 May 2019).
11. Management for the achievement of the success of the organization. Approach based on control by the authority (ISO 9004: 2009, IDT): DSTU ISO

9004: 2012. [Effective from 2012–11–28]. Kyiv: Ministry of Economic Development of Ukraine, 2013. 45 p.

12. Building information modeling-based integration of MEP layout designs and constructability / J. Wang, X. Wang, W. Shou та ін. // Automation in Construction. – 2016. – № 61. – С. 134–146.

Менейлюк Олександр Іванович¹, д.т.н., проф., зав. каф. «Технологія будівельного виробництва», rg.mai@mail.ru.

Нікіфоров Олексій Леонідович¹, к.т.н., асист. каф. «Технологія будівельного виробництва», nikiforov.aleksey@yahoo.com, +38(066)-33-09-054.

Макаров Сергій Олександрович², директор ТОВ «Екостайл», s.makarov38@gmail.com.

¹ Одеська державна академія будівництва та архітектури, 65029, Україна, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4.

² ТОВ «Екостайл», 25030, Україна, м. Кропивницький, вул. Лавандова (М. Тореза), 27.

Развитие моделей управления строительством с помощью информационных технологий

Аннотация. Разработана концепция использования информационных технологий в строительстве и соответствующие модели: принципиальная модель, которая показывает процессы управления инвестиционно-строительным проектом и основные компоненты информационной системы; функциональная модель, которая показывает основные пути передачи информации при управлении в строительстве и документы, фиксирующие информацию.

Ключевые слова: научная организация труда и управления в строительстве, информационные технологии, управление строительным предприятием.

Менейлюк Александр Иванович¹, д.т.н., проф., зав. каф. «Технология строительного производства», rg.mai@mail.ru.

Никифоров Алексей Леонидович¹, к.т.н., асист. каф. «Технология строительного производства», nikiforov.aleksey@yahoo.com, +38(066)-33-09-054.

Макаров Сергей Александрович², директор ООО «Экостайл», s.makarov38@gmail.com.

¹ Одесская государственная академия строительства и архитектуры, 65029, Украина, г. Одесса, ул. Дидрихсона, 4.

² ООО «Экостайл», 25030, Украина, г. Кропивницкий, ул. Лавандовая (М. Тореза), 27.

Development of construction management models using information technologies

Abstract. Problem. The efficiency of construction remains low in Ukraine. One of the reserves for improving efficiency is the modernization of management methods, including the use of modern information technologies. This will increase the accuracy and promptness of the production information, which will reduce non-productive costs and improve the

quality of works. **Methodology.** The study was conducted by analyzing information sources, comparative and morphological analysis, using heuristic methods and interdisciplinary approach. **Results.** The article contains review of up-to-date software in the field of construction, conduction of it's classification. The modern level of the use of principles of the scientific organization of work and management in the construction industry is estimated and it is established that productivity of labor input in construction remains low. The BIM technology (building information modeling) is analyzed. It is concluded that it is necessary to create a concept of a unified informational environment of the project, which includes a model of the product, processes of the investment and construction project in both natural and monetary dimensions in their connection with the organizational structure and business process of the enterprise. The concept of using information technologies in construction management and implementing models are developed as well as a principle model that shows the processes of managing an investment-construction project and the main components of the information system, a functional model that shows the main information transmission paths for building management and documents that capture information. **Originality.** The presented results allowed to develop a new subject of research "construction management by information technologies". Also, the

further development has got: the theory of project management using the product model and the processes of construction production; methods of scientific organization of work and management in construction; quality management system. **Practical value.** It introduces the development of principal improvements in the efficiency and operational control of construction by the use of information technology.

Key words: scientific organization of works and management in construction, information technologies, construction enterprise management.

Menejlujk Oleksandr¹, professor, Doct. of Science, Chair of Department of Technology of Building Industry, pr.mai@mail.ru.

Nikiforov Oleksiy², Ph.D., Assistant of Department of Technology of Building Industry, nikiforov.aleksey@yahoo.com, +38(066)-33-09-054.

Makarov Sergii³, director of LLC «Ecostyle», s.makarov38@gmail.com.

¹ Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, 4, Didrichsona st., Odesa, 65029, Ukraine.

² LLC OOO «Ecostyle», 27, Lavandova st., Kropivnickii, 25030, Ukraine.
