

АНОТАЦІЯ

Приходько О. О. **«Комбінований інструментарій організаційно-технологічного та цифрового адміністрування проєктами будівництва».** - *Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.* - Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». - Київський національний університет будівництва і архітектури. – Київ, 2024.

Дисертацію присвячено вирішенню науково-прикладного завдання обґрунтування компонент методико-прикладного підходу та інструментарію організаційно-технологічного та цифрового адміністрування проєктами будівництва.

Нагальність проведення дослідження обумовлена наступними передумовами: цифрове управління (англ. digital management) та сучасні управлінські технології (Building Information Modeling, smart-управління та ін.) сумісно виступають домінантами трансформації підходів як до управління девелоперськими проєктами в будівництві, так і до формування середовища учасників впровадження зазначених проєктів. Зазначені домінанти спрямовані на те, щоб запобігти невизначеності впровадження циклу проєктів через принципове оновлення системи організаційно-технологічного моделювання.

Робота присвячена створення інструментарію комбінованого організаційно-технологічного, цифрового та управлінського моделювання будівельним проєктом, що підлягає коригуванню, підготовці та адмініструванню у форматі єдиного девелоперського циклу - від ініціювання до створення готової будівельної продукції, для подолання переважної частки ризиків замовника на передінвестиційній та будівельній фазах проєкту. Сполучення цифрового аналітичного базису та нової конструктивно-технологічної основи моделі забезпечує належні наукові підстави як для оцінки організаційно-технологічних та вартісних параметрів кожної з робіт проєкту, так і готовності організацій-виконавців до

динамічного освоєння коштів інвестора, із додержанням вимог девелопера, бюджету проєкту та графіку інвестування.

В *першому розділі* дисертаційної роботи здійснено огляд джерел літератури, подано структурно-логічну схему проведення дослідження. За підсумком проведеного аналізу джерел встановлено, що важливим чинником у подоланні статичного стану щодо впровадження девелопменту в будівництві, є розробка удосконалених інструментів моделювання будівництва, які б відображали виклики цифровізації та нові підходи в організації будівництва за схемою девелоперського управління. Результатами розділу є: систематизація загально-теоретичних та практичних передумов оновлення моделей організації будівництва в контексті їх адаптогенності до сучасних управлінських та цифрових технологій; аналіз базових дефініцій дослідження, серед них «адміністрування проєктами будівництва», «цифрові технології в будівництві». На підставі досліджень даного розділу доведено, що нагальним є вирішення проблеми пошуку інтегрованого діджитал-адаптованого типу мережевої моделі організації будівництва. Її розрахункову базу необхідно спрямувати на реальне відображення та своєчасне коригування руху будівельного проєкту – від ініціації до завершення будівництва та подальшої експлуатації об'єкту будівництва.

Другий розділ дисертації присвячено формуванню методичного підґрунтя цифрового оновлення моделей організації будівництвом та структур адміністрування девелоперськими проєктами. За результатами досліджень даного розділу виокремлено загально-методичні вимоги щодо побудови комбінованого інструментарію формалізованого адміністрування будівництвом. На підставі сумісного застосування цифрових та управлінських технологій виявлено фактори та масштаби відмов проєкту в середовищі вітчизняного девелопменту. Доведено переваги застосування комбінованого підходу в організації будівництва для структуризації та обґрунтування циклу складних інфраструктурних проєктів.

В *третьому розділі* роботи викладено провідні науково-методичні результати дослідження: інноваційний аналітико-прикладний апарат моделювання організації будівництва та девелоперського супроводу проєктів - *«Діджитал-адаптована (цифрова) модель адміністрування девелоперським будівельним проєктом (БДП)»*. Зазначена модель складає основу інструментарію цифрового організаційно-технологічного моделювання, який забезпечує на альтернативній основі вибір прийнятного для замовника та девелопера, варіанту ресурсно-календарної моделі будівництва та формування на її основі бюджету будівельного проєкту. Достовірність вибору альтернатив цифрової моделі девелоперського проєкту забезпечується через формування «цифрового профілю проєкту» та значення підсумкового рейтингу, який одержує кожна з альтернатив цифрової моделі проєкту. Це системно знижує для девелопера, як керуючого проєктом, рівень ризику щодо реалізації будівництва об'єктів та якісно поліпшує рівень маневрування ресурсами замовника.

Основу конструктиву моделі складає удосконалений тип мережевої моделі організації будівництва. Елемент «робота-цифри» у вигляді сфери візуалізує цифровий простір виконання окремого комплексу робіт, який організація-субпідрядник виконує у складі девелоперського проєкту. Діаметр сфери в порівняльних одиницях відображає семантичну міру впевненості девелопера в тому, що його вимоги будуть дотриманими цим виконавцем. Реалізація факторів організаційно-технологічних параметрів в елементі сітьової моделі за типом «робота-цифри» забезпечує автономність формування варіантів моделі циклу БДП, а зручність їх подальшого упорядкування в сукупній моделі проєкту організації будівництва та проєкту виконання робіт. Спеціальне упорядкування («оцифрування») параметрів забезпечує через початкову та кінцеву «події» належну прив'язку до узгоджених між замовником та девелопером бюджету проєкту та графіку інвестування. Наповненість інтегрованого елементу-роботи (у відносних одиницях індексу довіри), на підставі комплексного зважування

конкурентоспроможності виконавців за факторами, формалізовано відображає за окремим комплексом будівельно-монтажних робіт БМР рівень збереження (відхилення) організаційно-технологічних та інших параметрів роботи від запланованого рівня. Це дає девелоперу обґрунтовані підстави залишити (вилучити) таку організацію в складі виконавців.

В цьому ж розділі викладено зміст та структуру модулів створених на базі інструментарію *комплексу прикладних програм*. Результат застосування комплексу програм формує цифровий профіль будівельного девелоперського проєкту та інтегрує функціонально-технологічні вимоги девелопера до кожної з організацій-виконавців. Підсумки застосування комплексу програм у практиці будівництва дає підстави оцінити в сукупності результати дисертації – за новизною параметрично-критеріальної та топологічної основи сітьової моделі; за системністю охоплення всієї тривалості та змісту задач девелоперської угоди; за чіткою спрямованістю на мінімізацію ризиків девелопера та замовника при виконанні робіт і стадій БДП – як відповідний викликам діджиталізації бізнес-процесів у будівництві та зручний у використанні апарат моделювання та обґрунтованого відбору альтернатив проєкт організації будівництва **ПОБ** та **ПВР** (проєкт виконання робіт) згідно з вимогами девелоперського управління.

Інноваційною сутністю представленого дослідження, що вирізняє його *значення для науки*, є переформатування та переналаштування існуючого інструментарію організаційно-технологічного моделювання будівництва на вимоги «цифрового» адміністрування операційною системою девелоперських проєктів в будівництві через організаційно-технологічну модель принципово оновленого типу *Основою оновлення моделювання та коригування системи девелопменту проєкту будівництва в роботі виступає модель* *«Комбінований організаційно-технологічний&цифровий&адміністративно-управлінський простір будівельного проєкту»*. Такий комбінований віртуальний цифровий простір будівельного проєкту (застосовано аббревіатуру –**КВЦП-БП**) дозволяє

провідним (інституційним) учасникам проєктів будівництва змодельовати варіанти проходження циклу проєкту, виявити «вузькі місця» та визначальні «віхи» проєкту, та надалі – зосередити на них максимум адміністративних зусиль та консолідованих ресурсів проєкту.

Наукова новизна роботи в цілому визначається змістом принципово удосконаленої організаційно-технологічної моделі комбінованого типу, що побудована та застосована для цифрового моделювання циклу та системи адміністрування проєктом будівництва: моделювання БДП та коригування його характеристик здійснюється на гнучі сполучення цифрових, управлінських та функціонально-технологічних підходів, адаптованих до особливостей середовища девелоперського проєкту.

В дисертаційній роботі удосконалено:

– типологічний конструктив та «цифрове» наповнення мережевої моделі адміністрування будівельними проєктами. Запроваджено формат відображення та аналізу елементів циклу БДП у вигляді «робота-цифра», що забезпечує автономне формування та коригування різних укрупнених комплексів робіт, які виконуються субпідрядниками (організаціями-виконавцями) в проєкті девелопменту. «Оцифрування» технологічних, ресурсно-логістичних та управлінських параметрів в складі «роботи-цифри» як елементу циклу забезпечує через початкову та кінцеву «події» реальну прив'язку до узгодженого бюджету проєкту та графіку інвестування між замовником і девелопером. Діаметр сфери в елементі-роботі (у відносних одиницях індексу довіри) одержується на підставі комплексного зважування виконавчо-технологічної конкурентоспроможності виконавців за багатьма факторами;

– науково-методичний підхід до діагностики та реінжинірингу процесів та системи адміністрування циклом девелоперського проєкту як тимчасового підприємства, що функціонує в межах життєвого циклу БДП, реалізовано через залучення в розрахунково-аналітичному базисі комбінованої моделі БДП цифрового, організаційно-технологічного,

функціонально-параметричного та динамічного підходів і забезпечує спроможність інституційному рівню проєкту здійснювати успішний моніторинг та коригування циклу проєкту, вчасно відслідковувати стан конкурентоспроможності проєкту, рівень досягнення директивних значень характеристик за стадіями та роботами проєкту.

– спосіб зручно-формалізованого «оцифрованого» відображення очікувань замовника та девелопера щодо організаційно-технологічної, виконавчої та вартісної надійності виконання робіт певним учасником проєкту. Індикатор «оцифрованих» уявлень щодо надійності виконавця дає підстави економетричним шляхом прогнозувати можливий рівень відхилень показників виконання роботи від директивних (планових) значень. Неприпустимі відхилення індикатору надає девелоперу обґрунтування: залишити чи змінити цю організацію у складі виконавців;

В дисертаційній роботі *набули подальшого розвитку:*

– *система відбору варіантів моделей організації циклу проєктів будівництва.* Обґрунтованість порівняльного вибору варіантів циклу забезпечується формуванням «цифрового профілю БДП» та значенням підсумкового індикатору, на підставі якого визначаються сукупні переваги кожного з варіантів циклу БДП щодо іншого;

- *уявлення щодо цільової спрямованості девелопменту в будівництві.* Цифрове управління циклом БДП розглядається на ґрунті єдності процесу (змісту циклу) та продукту (результату) БДП, що має у форматі «індустрія 4.0» як фази цифровізації, розглядатись з позицій переходу: від лінійної до мережевої моделі створення цінності (результату) проєкту; передбачає перехід від використання власних ресурсів до координації залучених; від акценту на якість внутрішніх бізнес-процесів до вдосконалення зовнішніх комунікацій між користувачами платформи; від максимізації виключно цінності для споживачів до загальної цінності всієї цифрової продуктової, споживацької еко-системи проєкту;

– *змістовно-термінологічний базис організації будівництва як підсистеми наукової системи «Будівництво та цивільна інженерія» стосовно базових дефініцій «цифровізації у моделюванні та адмініструванні проєктами будівництва». Цифровізацію БДП обґрунтовано як складову системи адміністрування циклом та середовищем БДП та як інтеграцію цифрових технологій у всі сфери бізнес-процесів та життєдіяльності проєкту як тимчасового підприємства, що дозволяє на кожному з етапів та «віх» життєвого циклу проєкту успішно координувати ресурсно-іміджевий потенціал проєкту, зусилля його управлінського персоналу інформаційно-комунікативний простір – для належного виконання загальних (планування, організації, мотивації, контролю) та спеціальних функцій менеджменту проєкту та досягнення раціонального узгодження між інтересами всіх стейхолдерів проєкту.*

– *теорія і методика проєктування мережевих моделей в будівництві за рахунок надання конструктиву та розрахунковому базису моделей БДП адаптованих можливостей у відповідності з вимогами цифровізації будівельного виробництва та суспільним вектором цифрових трансформацій;*

– *напрями та джерела оновлення, формат, склад параметрів та порядок розрахунку цифрового&ресурсно-календарного моделювання будівельних проєктів, що підлягають девелоперському управлінню.*

Практична цінність результатів дослідження полягає у спрямуванні змісту та конструктиву сітьової моделі на вирішення задач цифровізації змісту девелоперського управління будівельними проєктами. Сумісне застосування результатів дослідження забезпечить інноваційну та успішну прикладну базу застосування цифровізації для завдань моделювання, коригування та дієвого оновлення операційної системи девелоперського проєкту – через адаптацію до сучасних викликів цифровізації економіки, інтелектуалізацію процесів девелоперського управління будівництвом. Реалізований у моделях і програмних додатках поетапний та

багатокритеріальний підхід у формуванні та виборі альтернатив ресурсно-календарних моделей підрядного будівництва, завдяки принципово оновленій розрахунковій базі, поліпшує можливості врахування девелопером невизначеності впливу факторів зовнішніх та внутрішніх чинників будівельного проєкту і, як наслідок, сприяє зростанню достовірності при прийнятті організаційно-технологічних рішень щодо будівельного виробництва в середовищі девелоперських проєктів.

Результати наукового дослідження знайшли своє застосування в діяльності: будівельних, девелоперських та інвестиційних компаній: ТОВ «Партнер Констракшн Буд», ТОВ Будівельна компанія «Альфа Сервіс» та Холдингової компанії «Фомальгаут Полімін», які впроваджують будівельні проєкти на ґрунті девелопменту та цифровізації. Представлені в роботі результати одержані під час виконання науково-дослідних робіт, що виконувались в Київському національному університеті будівництва і архітектури та Академії будівництва України за темами: «Розбудова сучасного аналітичного інструментарію девелоперського управління підрядним будівництвом» (№ 0115U000860, КНУБА), де автором розроблено методичне забезпечення цифрового оновлення моделей організації будівництва та структур адміністрування девелоперськими проєктами; «Розвиток управлінської взаємодії інституційних учасників девелоперських проєктів» (№0121U111793, КНУБА), де автором розроблено процедурний регламент та шкала формалізованого оцінювання організацій-виконавців девелоперського проєкту; «Вдосконалення аналітичного апарату обґрунтування формату девелопменту для проєктів будівництва» (тема № W4-14-b, Академія будівництва України), де автором сформований «цифровий профіль проєкту» та параметричні значення підсумкового рейтингу, який одержує кожна з альтернатив цифрової моделі проєкту.

Окремі результати використано в навчальному процесі кафедри менеджменту в будівництві та кафедри організації та управління будівництвом в КНУБА – при викладанні дисциплін «Спецкурс випускової

кафедри» «Інформаційне моделювання процесів організації і управління будівництвом», «Використання BIM інструментарію при плануванні та організації будівництва».

Ключові слова: будівництво та цивільна інженерія, організація будівництва, будівельний девелоперський проєкт (БДП), «оцифрована» мережева модель девелоперського проєкту, цифровий простір БДП, цифрова модель адміністрування циклом БДП, цифровий профіль БДП, організація-девелопер, організації-субпідрядники.

ABSTRACT

Prykhodko O.O. “**Combined tools of organizational, technological and digital administration of construction projects**”- *Qualifying scientific work on the rights of the manuscript*. - Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the field of knowledge 19 "Architecture and Construction" in the specialty 192 "Construction and Civil Engineering". - Kyiv National University of Construction and Architecture. - Kyiv, 2024.

The dissertation is devoted to the solution of the scientific and applied problem of substantiation of the components of the methodical - applied approach and tools of organizational - technological and digital administration of construction projects.

The urgency of the study is due to the following prerequisites - digital management (digital management) and modern management technologies (Building Information Modeling, smart-management, etc.) are jointly dominant in the transformation of approaches to management of development projects in construction and the formation of participants implementation of these projects. These dominants are aimed at preventing uncertainty in the implementation of the project cycle through a fundamental update of the system of organizational and technological modeling.

The work is devoted to the creation of a tool of combined organizational-technological, digital and managerial modeling of a construction project, subject to adjustment, preparation and administration in a single development cycle - from

initiation to creation of finished construction products. The combination of digital analytical basis and the new constructive-technological basis of the model provides proper scientific basis for assessing the organizational-technological and cost parameters of each project, and the readiness of executing organizations to dynamically develop investor funds, complying with developer requirements, project budget and schedule investment.

The first section of the dissertation reviews the sources of literature, presents the structural and logical scheme of the study. Based on the analysis of sources, it is established that an important factor in overcoming the static state of implementation of development in construction is the development of advanced tools for modeling construction, which would reflect the challenges of digitalization and new approaches to construction under the development management scheme. The results of the section are: systematization of general theoretical and practical prerequisites for updating models of construction in the context of their adaptogenicity to modern management and digital technologies, analysis of basic definitions of research, including "administration of construction projects". It has been proved that the solution to the problem of finding an integrated digital-adapted type of network model is urgent. Its calculation base should be aimed at the actual reflection and timely adjustment of the movement of the construction project - from initiation to completion of construction and subsequent operation.

The second section of the dissertation is devoted to the formation of the methodological basis for digital updating of models of construction organization and administration structures of development projects. in the environment of domestic development. The advantages of using a combined approach in the organization of construction to structure and justify the cycle of complex infrastructure projects are proved.

The third, final, section of the paper presents the leading scientific and methodological results of the study - an innovative analytical and applied apparatus for modeling the organization of construction and development support of projects

- "Digital-adapted (digital) model of administration of DCP". technological modeling, which provides on an alternative basis the choice of acceptable for the customer and developer version of the resource-calendar model of construction and formation on its basis of the construction project budget each of the alternatives to the digital project model. This systematically reduces the level of risk for the developer, as a project manager, in the implementation of the construction of facilities and qualitatively improves the level of maneuverability of the customer's resources.

The basis of the model design is an improved type of network model of construction. The element "work-figures" in the form of a sphere visualizes the digital space of a separate set of works, which the subcontractor performs as part of a development project. The diameter of the sphere in comparative units reflects the semantic degree of confidence of the developer that his requirements will be met by this performer. The implementation of factors of organizational and technological parameters in the element of the network model on the type of "robot-figures" provides autonomy of formation of variants of the DCP cycle model and the convenience of their further arrangement in the overall model of construction organization and project. The special ordering ("digitization") of the parameters ensures, through the initial and final "events", the proper reference to the project budget and investment schedule agreed between the customer and the developer. The fullness of the integrated element-work (in relative units of the confidence index), based on a comprehensive weighing of the competitiveness of performers by factors, formally reflects the level of preservation (deviation) of organizational and technological and other parameters of work from the planned level. This gives the developer reasonable grounds to leave (remove) such an organization from the performers.

In the same section the content and structures of modules the complex of application programs created on the basis of toolkit is stated. As a result of the application of the complex of programs forms a digital profile of the construction development project and integrates the functional and technological requirements

of the developer to each of the implementing organizations. The results of the application of a set of programs in the practice of construction gives grounds to evaluate the results of the dissertation - the novelty of the parametric-criterion and topological basis of the network model; on the systematic coverage of the entire duration and content of the objectives of the development agreement; with a clear focus on minimizing the risks of the developer and the customer when performing works and stages of DCP - as appropriate to the challenges of digitalization of business processes in construction and easy to use apparatus for modeling and reasonable selection of alternatives EPC - project for execution of works, CMP - project for the organisation of constructionn accordance with developer requirements.

The innovative essence of the presented research, which distinguishes its significance for science, is the reformatting and readjustment of existing tools of organizational and technological modeling of construction to the requirements of "digital" administrative operation of development projects in construction through organizational and technological model. development of the construction project in the work is the model "Combined organizational-technological & digital & administrative-managerial space of the construction project". This combined virtual digital space of the construction project allows leading (institutional) participants of construction projects to model options for the project cycle, identify "bottlenecks" and defining "milestones" of the project, and further - focus on them and maximum administrative and consolidated project resources.

The scientific novelty of the work in general is determined by the content of fundamentally improved organizational and technological model of the combined type, which is built and applied to digital modeling of the cycle and system of administration of the construction project. to the peculiarities of the development project environment

In the dissertation work received further development:

- system of selection of variants of models of the organization of a cycle of construction projects. The validity of the comparative choice of cycle options is

ensured by the formation of the "digital DCP profile" and the value of the final indicator, half of which determines the overall advantages of the code of the DCP cycle options over another;

- idea of the target orientation of development in construction - in the work of digital control of the DCP cycle is considered based on the unity of the process (content of the cycle) and product (result) of DCP, which has in the format "industry 4.0" as a phase of digitalization. models of value creation (result) of the project; provides for the transition; from the use of own resources to the coordination of others; from the emphasis on the quality of internal business processes to the improvement of external communications between users of the platform; from maximizing consumer value alone to the total value of the entire digital product, hope, project ecosystem

- content-terminological basis of the organization of construction as a subsystem of the scientific system "Construction and Civil Engineering" in relation to the basic definitions of "digitalization in modeling and administration of construction projects." DCP digitalization is substantiated as a component of the DCP cycle and environment management system and as integration of digital technologies in all spheres of business processes and life of the project as a temporary enterprise, which allows for successful success of the project life cycle the efforts of its management information and communication space - for the proper implementation of general (planning, organization, motivation, control) and special functions of project management and achieving rational coordination between the interests of all stakeholders of the project.

- theory and methods of designing network models in construction by providing the design and calculation base of DCP models of adaptogenic modes. In accordance with the requirements of digitalization of building production and the social vector of digital transformations;

- directions and sources of updates, format, composition of parameters and procedure for calculating digital & resource-calendar modeling of construction projects subject to development management. The practical value of the results of

the study lies in the direction of the content and design of the network model to solve problems of digitization of the content of development management of construction projects. The joint application of research results will provide an innovative and successful applied basis for the use of digitalization for modeling, adjusting and updating the operational system of the development project - through adaptation to modern challenges of digitalization of the economy, intellectualization of development management processes. Implemented in models and software applications step-by-step and multi-criteria approach in the formation and selection of alternatives to resource-calendar models of contract construction, thanks to a fundamentally updated calculation base, improves the ability of the developer to take into account organizational and technological solutions for construction production in the environment of development projects.

The results of the research have been applied in the activities of construction, development and investment companies: Partner Construction Bud LLC, Alfa Service Construction Company LLC, and Fomalgaut Polimin Holding Company, which implement construction projects based on development and digitalisation. The results presented in this paper were obtained in the course of research work carried out at the Kyiv National University of Construction and Architecture and the Academy of Construction of Ukraine on the following topics: 'Development of modern analytical tools for development management of contract construction' (No. 0115U000860, KNUCA), where the author developed methodological support for digital updating of construction organisation models and development project administration structures; 'Development of managerial interaction of institutional participants in development projects' (No. 0121U111793, KNUCA), where the author developed procedural regulations and a scale for formalised assessment of organisations implementing a development project; 'Improving the analytical apparatus for justifying the development format for construction projects' (topic No. W4-14-b, Academy of Construction of Ukraine), where the author formed a 'digital project profile' and parametric values of the final rating received by each of the alternatives to the digital project model.

Some of the results were used in the educational process of the Department of Management in Construction and the Department of Construction Management at KNUCA - in teaching the disciplines 'Special course of the graduate department' 'Information modelling of processes of organisation and management of construction', 'Use of BIM tools in planning and organisation of construction'.

Key words: construction and civil engineering, construction organization, developer construction project (DCP), "digitized" network model of development project, digital space of DCP, digital model of DCP cycle administration, digital profile of DCP, developer organization, subcontractors.