

Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. вип. 41. технічний. 2019

УДК 339.03:658.5

DOI: <https://doi.org/10.32347/2707-501x.2019.41.63-70>

**Д.О. Чернишев,**

докт. техн. наук, доцент

ORCID: 0000-0002-1946-9242

**О.А. Тугай,**

докт. техн. наук, професор

ORCID: 0000-0001-6255-3119

**М.О. Малихін,**

асистент

ORCID: 0000-0002-9721-2733

Київський національний університет будівництва і архітектури

## **СУЧАСНА ТЕХНОЛОГІЯ МОДЕЛЮВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ТЕРИТОРІЙ ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА**

*У статті проведено дослідження, серед яких найголовнішими є потреба перегляду традиційних уявлень щодо організаційної технології зосередженого будівництва та необхідність застосування комплексного підходу для вирішення задач підготовки територій під забудову, які належать до одного кластеру.*

*Застосовано два підходи до оцінки рішення задач по циклах організаційної підготовки: регламентний (це видача керівником будівельного проекту завдань (цілей, задач) з зазначенням засобів, можливих обмежень, орієнтовних методів і часу на їх виконання) і програмно-цільовий (це видача керівником будівельного проекту завдань (цілей, завдань) із зазначенням засобів, методів і часу на їх виконання). Виявлено, що геоінформаційне моделювання передбачає збір і обробку таких даних: інформацію про просторовий і атрибутивний опис окремих частин кластера, нормативно-довідкові дані про потужності окремих виробництв і потреби в ресурсах, також додаткові відомості про експлуатаційні характеристики підземних комунікацій. Передбачається систематизувати ці дані та об'єднати в єдину інформаційну модель.*

*Також були виявлені основні завдання та послідовність етапів виконання комплексної організаційної підготовки. Аналіз автоматизації будівельних процесів дозволив виділити ключові моменти вдосконалення та проблемні питання інформаційного забезпечення забудови територій, основними з яких є недоліки систем класифікації та кодування інформації; її дублювання при підготовці майданчиків під забудову. Запропоновано використовувати 4D моделювання для організації підготовки територій об'єктів будівництва. На основі проектної інформації, що надходить з 4D моделі, система в автоматичному режимі генерує заявки на закупівлю; проводить тендер на постачання обладнання, матеріалів і комплектуючих; визначає постачальника (поповнюються бази даних постачальників); визначає терміни відвантаження і доставки обладнання, матеріалів і комплектуючих на будівельний майданчик. Всі ці дані, включаючи статус закупівель обладнання, комплектуючих та матеріалів візуалізуються в інформаційній моделі. Таким чином, наведені інструменти геоінформаційного моделювання дозволять використовувати їх в циклах комплексної організаційної підготовки.*

**Ключові слова:** технологія моделювання, регламентна технологія, інформаційне забезпечення, геоінформаційне моделювання, регламентна технологія.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** У сучасних умовах організації цільового інвестування будівельного девелопменту для будь-якого регіону України характерною є тенденція, коли на регіональному рівні визначаються території перспективного розвитку зосередженого будівництва без досить ґрунтовного опрацювання організаційно-технологічних рішень. Основою вирішення таких задач має стати комплексна оцінка стану територій регіону з інженерно-комунікаційними і кадастровими даними землекористування з урахуванням можливих умов виробництва будівельних робіт.

**Основна частина.** При організаційній підготовці території для забудови необхідно виконати декілька економічних, геологічних, геодезичних розрахунків проектування і прокладання інженерних комунікацій [6,7,9]. По кожному виду робіт можливі варіанти їх розв'язання; комплексного підходу використання прогресивних технологічних рішень за умови їх наявності в блоках інформаційного забезпечення. Для проведення аналізу застосовано два підходи до оцінки рішення задач по циклам організаційної підготовки:

1. Регламентний.
2. Програмно-цільовий.

Регламентна технологія – це видача керівником будівельного проекту завдань (цілей, задач) з зазначенням засобів, можливих обмежень, орієнтовних методів і часу на їх виконання. Ця технологія заснована на дотриманні вимоги (регламенту) про безумовне не віддалення від мети, тобто можливе або наближення до мети, або незмінність результатів протягом невеликого часу. В умовах ГІС цей варіант видається найбільш прийнятним, а його інформаційне забезпечення найбільш адекватне і достатнє. (рис.1)

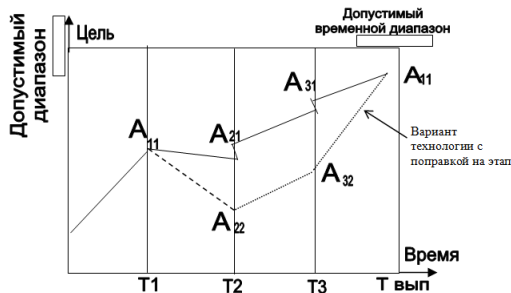


Рис. 1. Схема реалізації регламентної технології [7]

Програмно-цільова технологія – це видача керівником будівельного проекту завдань (цілей, завдань) із зазначенням засобів, методів і часу на їх виконання. Такий підхід використовується для типових робіт із застосуванням стандартних засобів і методів. Технологія передбачає зовнішній чи внутрішній контроль

проміжних станів процесу виконання Професіоналізм виконання завдання визначається кваліфікацією керівника, який видає завдання, а кваліфікація виконавця відіграє вторинну роль. На схемі реалізації програмно-цільової технології передбачає: плановані результати в терміни  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  і  $T_{\text{вик}}$  можливі результати виконання. Умови ефективного використання даної технології: рішення розробляється для персоналу чисельністю не більше 100-150 люд.

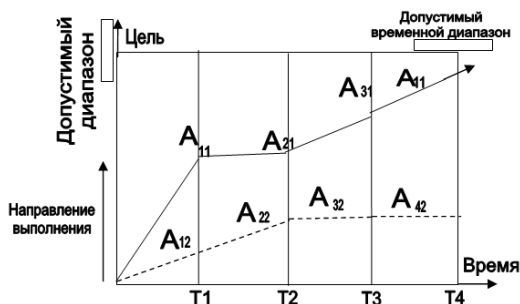


Рис. 2. Схема реалізації програмно-цільової технології [7]

Схема реалізації програмно-цільової технології ПРУР- плановані результати управлінських рішень в терміни ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  і  $T_4$ . – можливі результати виконання).

В умовах обмеженості трудових і матеріальних ресурсів сумарна тривалість зведення об'єктів кластеру залишається практично незмінною, причому тривалість зведення кожного об'єкта не перевищує нормативну. Для кожного конкретного мікрорайону в реальних умовах його забудови частина об'єктів має пріоритет. Там, де введення в експлуатацію об'єкта  $A_j$  передує введенню об'єкта  $A_i$  в клітці  $[i, j]$  записується тривалість (в місяцях). Пріоритет віддається об'єктам, які розташовані по рядкам матриці.

В матриці більшість значень є нульовими, так як лише для окремих об'єктів необхідно встановлювати пріоритет. Деякі значення можуть бути невідомі або змінюватися з часом, тоді матрична форма також дозволяє оперативно перерахувати варіанти параметрів будівельних потоків.

В результаті аналізу організаційно-технологічних циклів запропонованими підходами можуть бути виявлені окремі кількісні показники організаційної підготовки. Одним з завдань дослідження є об'єднання окремих показників в єдиний показник комплексності з урахуванням геоінформаційного моделювання. Виявлено, що геоінформаційне моделювання передбачає збір і обробку таких даних: інформацію про просторовий і атрибутивний опис окремих частин кластера, нормативно-довідкові дані про потужності окремих виробництв і потреби в ресурсах, також додаткові відомості про експлуатаційні характеристики підземних комунікацій [1, 2]. Передбачається в подальшому дослідженні систематизувати ці дані кількісній оцінці комплексності організаційної підготовки.

При зосередженому будівництві на стадіях проведення досліджень, проектування та планування будівельно-монтажних робіт (БМР) виникають колізії

та помилки, які згодом стають причинами проблем на будівельному майданчику. Вимушений демонтаж уже споруджених елементів; очікування матеріалів, заздалегідь не спланованих до доставки; простої людей і техніки та інше тягнуть за собою додаткові і значні витрати матеріальних, людських, часових ресурсів. Необхідна координація та оптимізація роботи всіх взаємодіючих на всіх циклах організаційної підготовки фахівців, які задіяні не на одному об'єкті, а на їх сукупності, але їх зусилля розрізнені. Найчастіше геодезисти, генпланісти, архітектори, служби замовника та кадастрові організації виконують дублюючі роботи на різних етапах підготовки. Передбачається з метою підвищення централізації управління об'єднати в єдину систему інформаційної технології, які використовується усіма фахівцями, які беруть участь у створенні об'єкта – від досліджень і проектування до будівництва.

Представники замовника, підрядники, проектувальники та інші фахівці отримають можливість працювати у спільному інформаційному середовищі, з єдиною базою даних проекту та інформаційної моделлю, на основі якої будуються плани, креслення, плани-графіки та інше [3]. При цьому кожен з них вирішує свої завдання. Таким чином досягається мінімізація витрат на етапах підготовки територій з дотримання термінівпочатку і закінчення.

Особливий інтерес для організаційної підготовки територій представляє геоінформаційна 4D-модель або BIM-модель, яка на жаль використовується поки що тільки на етапах будівництва (рис.3). Така модель є центральною ланкою автоматизованої системи, що об'єднує 3D моделі об'єктів з відповідними роботами календарно-мережного графіка будівельних робіт і включає в себе 4 параметра: три просторові координати  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  і час –  $T$ , тому і назване 4D.[9,10].

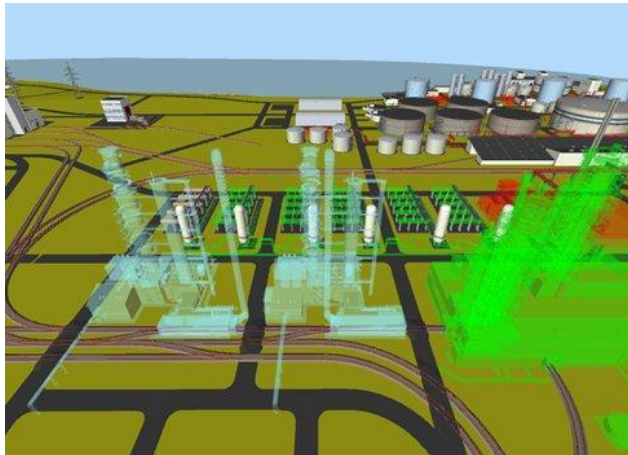


Рис. 3. Візуальне моделювання процесів будівництва на віртуальній території (зеленим кольором позначені об'єкти, що будуються в за плановий термін, червоним –ті, які будуються з відставанням) [9,10]

Геоінформаційне моделювання будівництва об'єктів дозволяє контролювати черговість ведення циклів будівельних робіт на невеликій території та візуально відстежити всі помилки планування, моделюючи процес підготовки в часі.

Проаналізуємо деякі складові частини геоінформаційних систем, які передбачається використовувати в організаційній підготовці. Основною складовою частиною геоінформаційних систем, які передбачається використовувати в організаційній підготовці, є інтерфейс для створення 4D моделей об'єктів будівництва [8]. Вони являють собою віртуальне втілення будівельного майданчика (або площадок), на якій об'єкти взаємопов'язані один з одним географічно і, тим самим, підвищують зручність сприйняття інформації про територію забудови.

Інформаційна 4D модель в сукупності з ГІС-технологіями візуалізують і забезпечують зручний доступ до інформації про підприємство, прив'язаною до 3D моделям об'єктів: проектно-кошторисної документації, атрибутивному опису об'єктів, технологічними схемами, кресленнями, графіками ПОБ і т.д.

**Висновки.** На основі проектної інформації, що надходить з 4D моделі, система в автоматичному режимі генерує заявки на закупівлю; проводить тендер на поставку обладнання, матеріалів і комплектуючих; визначає постачальника (з поповнюється бази даних постачальників); визначає терміни відвантаження і доставки обладнання, матеріалів і комплектуючих на будівельний майданчик. Всі ці дані, включаючи статус закупівель обладнання, комплектуючих та матеріалів візуалізуються в інформаційній моделі. Таким чином, наведені інструменти геоінформаційного моделювання дозволять використовувати їх в циклах комплексної організаційної підготовки.

#### *Список літератури:*

1. Антипенко Є.Ю. Організаційно-технологічне моделювання підготовки та впровадження будівельних проектів: Монографія / Є.Ю. Антипенко. – Запоріжжя: Видавництво «РДЦ Дизайн Груп», 2010. - 386 с.- ISBN 978-966-2395-03-7.
2. Байбурин А.Х. Качество и безопасность строительных технологий / А.Х. Байбурин, С.Г. Головнев. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 453 с.
3. Балацький М.В. Альтернативний методико-аналітичний засіб моделювання життєвого циклу будівельного проекту на стохастичній основі [Текст] / М.В.Балацький // International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering. Vol. 2, Issue 16, November 2015. – S. 1048–1054. *(Збірник входить до наукометричних баз: Tamilnadu (Індія))*
4. Валовой О. І. Проектування, технологія та організація будівництва зведення і ремонт будівель та споруд; навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. І. Валовой. – Кривий Ріг: Вид. дім, 2008. – 593 с.
5. Дадар А.Х. Развитие методологии сравнения методов организации работ по критерию минимума дополнительных затрат: дисс.канд. техн. наук. СПбГАСУ, СПб., 2000.
6. Кравчуновська Т.С. Розвиток наукових основ організаційно-технологічного проектування комплексної реконструкції житлової забудови : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» / Т.С. Кравчуновська. – Д., 2011. – 33 с.

7. Шумаков И.В. Теоретико-методологические принципы формирования организационно-технологических решений возведения подземных частей гражданских зданий: дис. ... докт. техн. наук : спец. 05.23.08 «Технология та організація промислового та цивільного будівництва» / И.В. Шумаков. – Харків: ХНУБА, 2015. – 390 с.

8. Гончаренко Д.Ф. Эксплуатация, ремонт и восстановление сетей водоотведения : монография / Д.Ф. Гончаренко. – Х.: Консум, 2008. – 400 с.

9. Павлов А.А. Формальное описание трехуровневой модели оперативного планирования систем с сетевым представлением технологических процессов. Постановка новых задач исследования / А.А. Павлов., Е.Б. Мисюра, О.В. Щербатенко, В.В. Михайлов, О.В. Мельников // *Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка : збірник наукових праць.* – 2012. – Вип. 55. – С. 5–10.

10. Лященко А.А. Системотехнічний аналіз інформаційної діяльності та інформаційних ресурсів міських кадастрових систем [Текст] // *Містобудування та територіальне планування*: наук.-техн. зб. – К.: КНУБА, 2004. – Вип. 17. – С. 157–166.

### **References**

1. Antypenko, Ye.Yu. (2010). Orhanizatsiyno-tekhnologichne modelyuvannya pidgotovky ta vprovadzhennya budivel'nykh proektiv: Monohrafiya. – Zaporizhzhya: Vydavnytstvo «RDTs Dyzayn Hrup», 386. ISBN 978-966-2395-03-7.

2. Bayburyn, A.Kh. & Holovnev, S.H. (2006). Kachestvo y bezopasnost' stroytel'nykh tekhnolohyy. – Chelyabinsk: Yzd-vo YUUrHU.

3. Balats'kyu, M.V. (2015). Al'ternatyvnyy metodyko-analitychnyy zasib modelyuvannya zhyttyevoho tsykladu budivel'noho proektu na stokhastychniy osnovi. *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, 2, 16. 1048–1054.

4. Valovoy, O.I. (2008). Proektuvannya, tekhnolohiya ta orhanizatsiya budivnytstva zvedennya i remont budivel' ta sporud; Navch. posib. dlya stud. vyshch. navch. zakl. – Kryvyi Rih: Vyd. dim.

5. Dadar, A.Kh. (2000). Razvytye metodolohyy sravnenyya metodov orhanyzatsyy robot po kryteryu mynymuma dopolnytel'nykh zatrat: dyss.kand. tekhn. nauk. SPbHASU, SPb.

6. Kravchunovs'ka, T.S. (2011). Rozvytok naukovykh osnov orhanizatsiyno-tekhnologichnoho proektuvannya kompleksnoyi rekonstruktsiyi zhytlovoi zabudovy: avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya dokt. tekhn. nauk: spets. 05.23.08 «Tekhnolohiya ta orhanizatsiya promysloвого ta tsyvil'noho budivnytstva». – D.

7. Shumakov, Y.V. (2015). Teoretyko-metodolohycheskye pryntsyipy formirovannya orhanyzatsyonno-tekhnologhycheskykh reshenyy vozvedenyaya podzemnykh chastei hrazhdanskykh zdanyy: dys. dokt. tekhn. nauk: spets. 05.23.08 «Tekhnolohiya ta orhanizatsiya promysloвого та tsyvil'noho budivnytstva». – Kharkiv: KHNUBA.

8. Honcharenko, D.F. (2008). Éksplyuatatsyya, remont y vosstanovlenye setey vodootvedenyaya : monohrafiya. – KH.:Konsum.

9. Pavlov, A.A., Mysyura, E.B., Shcherbatenko, O.V., Mykhaylov, V.V. & Mel'nykov, O.V. (2012). Formal'noe opysanye trekhurovnevoy modely operatyvnoho

planovanyaya system s setevym predstavlenyem tekhnolohycheskykh protsessov. Postanovka novykh zadach yssledovanyaya. Visnyk NTUU «KPI». Informatyka, upravlinnya ta obchyslyuval'na tekhnika : zbirnyk naukovykh prats'. 55. 5–10.

10. Lyashchenko, A.A. (2004). Systemotekhnichnyy analiz informatsiynoy diyal'nosti ta informatsiynykh resursiv mis'kykh kadastryykh system. Mistobuduvannya ta terytorial'ne planuvannya: nauk.-tekhn. zb. – K.: KNUBA. 17. 157–166.

**Д.О. Чернышев, А.А. Тугай, М.А. Мальных**

***Современная технология моделирования организационной подготовки территорий объектов строительства***

*В статье проведено исследование, среди которых основными являются необходимость пересмотра традиционных представлений о организационной технологии сосредоточенного строительства и необходимость применения комплексного подхода для решения задач подготовки территорий под застройку, принадлежащих к одному кластеру. Также были выявлены основные задачи и последовательность этапов выполнения комплексной организационной подготовки. Анализ автоматизации строительных процессов позволил выделить ключевые моменты совершенствования и проблемные вопросы информационного обеспечения застройки территорий, основными из которых являются недостатки систем классификации и кодирования информации; ее дублирования при подготовке площадок под застройку.*

***Ключевые слова: технология моделирования, регламентная технология, информационное обеспечение, геоинформационное моделирование, регламентная технология.***

**D. Chernyshev, A. Tugay, M. Malykhin**

***Modern technology of modeling of organizational preparation of territories of construction objects***

*The article examines the most important of which is the need to review traditional perceptions of organizational building technology and the need to use a comprehensive approach to address the challenges of preparing sites for a single cluster.*

*Two approaches have been applied to the estimation of the solution of problems in the cycles of organizational preparation: regular (this is the issuance of tasks (goals, tasks) by the manager of the construction project, indicating the means, possible restrictions, indicative methods and time for their implementation) and program-targeted (this is the issuance of the construction project manager tasks (goals, tasks), indicating the means, methods and time for their implementation). It is revealed that geoinformation modeling involves the collection and processing of the following data: information on the spatial and attribute description of individual parts of the cluster, regulatory background data on the capacities of individual industries and resource requirements, as well as additional information on the design characteristics of underground communications. It is envisaged to systematize this data and to integrate it into a single information model.*

*The main tasks and sequence of stages of implementation of complex organizational training were also revealed. Analysis of automation of construction processes allowed to highlight the key points of improvement and problematic issues of information*

*support for the development of territories, the main of which are the shortcomings of the classification and coding systems of information; its duplication in the preparation of construction sites. It is suggested to use 4D modeling to organize the preparation of construction sites. Based on project information coming from the 4D model, the system automatically generates purchase requests; conducts a tender for the supply of equipment, materials and components; identifies the supplier (from the replenished database of suppliers); determines the terms of shipment and delivery of equipment, materials and components to the construction site. All this information, including the status of purchases of equipment, components and materials, is visualized in the information model. Thus, the given tools of geoinformation modeling will allow to use them in cycles of complex organizational preparation.*

**Keywords: modeling technology, regulatory technology, information support, geoinformation modeling, regulatory technology.**

### **Посилання на статтю**

**APA:** Chernyshev, D.O., Tuhai, O.A. & Malykhin, M.O. (2019). Suchasna tekhnolohiia modeliuвання orhanizatsiinoi pidhotovky terytorii ob'ektiv budivnytstva. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 41, 63 – 70.

**ДСТУ:** Чернишев Д.О. Сучасна технологія моделювання організаційної підготовки територій об'єктів будівництва [Текст] /Д.О. Чернишев, О.А. Тугай, М.О. Малихін // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2019. – № 41. – С.63 – 70.