

УДК 69.05:658.512.6

**О.А. Тугай,**

докт. техн. наук, професор  
ORCID: 0000-0001-6255-3119

**О.Ю. Зеленков,**

студент магістратури  
ORCID: 0000-0002-0082-2894

*Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ*

## **ОРГАНІЗАЦІЯ КАРКАСНО-МОНОЛІТНИХ РОБІТ РІЗНИМИ МЕТОДАМИ, ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІКИ ІНВЕСТИВАННЯ**

*Будівництво представляє собою складну систему, значення параметрів якої постійно змінюються у часі та залежать від величезної кількості факторів. Успішна реалізація будівельного проекту полягає у досягненні поставлених цілей: завершення будівництва в строк, виконання запланованих об'ємів робіт, оптимальне ресурсне розподілення, досягнення якісної будівельної продукції. Одним із важливіших техніко-економічних показників організаційно-технологічного проектування є тривалість будівництва. Без її визначення, неможливо коректно визначити вартість будівництва, сформувати грошовий потік по інвестиційному періоду будівельного проекту, оцінити його ефективність.*

*Робота присвячена організації каркасно монолітних робіт різними методами, для визначення різниці у собівартості, тривалості та динаміки капіталовкладень, яку потрібно врахувати інвестору. До уваги були прийняті роботи по зведенню монолітного каркасу будинків з застосуванням будівельних машин і механізмів.*

*В роботі були розглянуті: потоковий метод, та потоковий оптимізований з усуненням простойв шляхом корегування строків будівництва; паралельним метод з більшим використанням ресурсів; метод комбінований (паралельно-последовний); последовний метод.*

*В роботі також було визначено: залежності собівартості від часу загального комплексного будівництва; залежності собівартості від часу окремої роботи у потоці з простоями.*

*Одним з головних завдань було визначення оптимальної тривалості робіт для інвестора, так як від організації впливає на такі показники, як: тривалість; вартість; динаміка капіталовкладень.*

*Житлове будівництво є однією з найважливіших сфер, що визначають економічну стабільність і зростання економіки країни, що вимагають значних і досить довгострокових фінансових вкладень. Саме тому організація ефективного управління інноваційно інвестиційною діяльністю в житловому будівництві виступає завданням особливої важливості.*

*Однак розвиток ринку житлового будівництва стримується наступними факторами: неефективними способами управління будівельними проектами, низьким рівнем мобільності економічних потоків в будівництві, відсутністю кваліфікованих фахівців та учасників інвестиційного будівельного процесу. Тому*

*розробка і застосування ефективних засобів управління інвестуванням на сьогоднішній день є дуже важливим завданням.*

**Ключові слова:** *будівництво, потік, потоковий метод, паралельний метод, послідовний метод, собівартість, монолітне будівництво, оптимізація методу організації робіт, фронт робіт, об'єктний потік, комплексний потік, простій виду робіт або фронту, інвестиції.*

**Вступ.** Одним із чинників кризових явищ будівельного виробництва – є низький рівень організації рішень та висока собівартість робіт, підвищена або дуже висока тривалість будівництва, ремонту та відповідно низька продуктивність та якість продукції.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Теоретичною основою дослідження стали праці вітчизняних і зарубіжних вчених в області економіки, організації, планування будівельного виробництва і управління будівництвом: А.В. Афанасьева, С.М. Джонсона, В.З. Величина. Під час написання даної статті, використовувалися дослідження теорії і практики організації будівництва таких авторів як: І.С. Балабан; А.В. Галумян; В.И. Батурина.

Однак проблема оптимізації комплексного будівництва, та окремих робіт які знаходяться в потоці потребує додаткового дослідження, яке полягає саме у визначенні залежності між собівартістю та тривалістю будівництва.

Ця залежність насамперед розглядає часові характеристики (функція 1) та описує залежність собівартості від часу окремої роботи у потоці з можливим заповненням простоїв (функція2).

#### **Постановка проблеми.**

Метою досліджень є розвиток теорії та практики поточної організації будівництва та оптимізації по критерію мінімальної собівартості виробництва робіт. При оцінці по собівартості багатьох варіантів організації робіт, має сенс визначати змінну чи незмінну від варіанту до варіанту частини собівартості.

Так як на кожному етапі будівельного процесу відбувається вплив певних чинників які безпосередньо формують та визначають параметри потоку які постійно змінюються.

**Методи дослідження.** В роботі були використані чисельні методи, що дозволили об'єднати вартісні та тривалісні показники об'єкту будівництва в єдину підсистему з використанням комп'ютерної програми Excel, при цьому був розроблений та розрахований алгоритм для визначення:

- вартості каркасно-монолітних робіт;
- тривалості;
- чисельності працівників.

Під час дослідження, спостерігаючи за тенденціями на ринку будівництва та відслідковуючи вартісні показники виконання монолітних робіт з застосуванням сучасної техніки та обладнання, було обрано середній за вартістю варіант. Всі входні елементи, що стосуються технології та обладнання формуються та корегуються у програмі.

На основі чого були побудовані графіки будівництва, отримані результати у розробленому алгоритмі, що надали можливість визначити тривалість та вартість каркасно монолітних будівельних робіт.

**Виклад основного матеріалу.** На підставі узагальнення та аналізу досвіду проектування організації робіт виявлено, що при зміні черговості освоєння фронтів робіт в об'єктних потоках змінюються наступні параметри потоку:

1. Загальна тривалість.
2. Тривалість виконання видів робіт / (простої ресурсів).
3. Тривалість виконання фронтальних комплексів робіт в об'єктних потоках / (простої фронтів).
4. Термін виконання роботи на різних фронтах. [4].

Таким чином, для аналізу собівартості варіантів організації робіт, всі витрати будівельної організації повинні бути поділені на групи, в залежності від функції яких параметрів потоку вони являються. Для оптимізації потоків за рахунок змін черговості освоєння фронтів робіт необхідно розділити витрати по двох групам:

- незалежних від організації робіт (вартість будівельних матеріалів, витрати на доставку матеріалів, витрати на вивезення ґрунту, заробітна плата працівників, тощо);

- залежних від організації (витрати на оренду техніки або амортизаційні відрахування, витрати на технічне обслуговування, витрати на проведення всіх видів ремонту будівельних машин і механізмів, тощо) [5].

При такому підході до визначення собівартості більш явно проглядається зв'язок між організацією робіт і прибутком підприємства, отримання якого є основною метою діяльності підприємства в ринкових умовах.

На підставі вищевикладеного собівартість будівництва може бути представлена наступним чином:

$$C = C_{\text{cost}} + C(T) + C(\text{PP}^{\text{PEC}}) + C(\text{PP}^{\text{ФР}}) + C(t^{\text{st}}; t^{\text{end}}), \quad (1)$$

де  $C_{\text{cost}}$  – частина собівартості, на яку не впливає тривалість робіт;

$C(T)$  – функція залежності собівартості (її частина залежної від  $T$ ) від тривалості монолітних робіт;

$C(\text{PP}^{\text{PEC}})$  – функція залежності собівартості від тривалості робіт (простоїв ресурсів);

$C(\text{PP}^{\text{ФР}})$  – функція залежності собівартості від тривалості виконання фронтальних комплексів робіт (простоїв фронтів);

$C(t^{\text{ST}}, t^{\text{END}})$  – функція залежності собівартості (її змінною при зміні термінів окремою частини) від тривалості робіт;

При організації будівництва необхідно обрати такий потік, за яким можливо досягнути мінімальних простоїв робіт, розрахувати це можливо за допомогою алгоритму С.М. Джонсона [2], [3].

Функція 1, спостерігаємо зростання вартості з часом, є достовірною для одного фронту робіт, але коли йде мова про представлення декілька фронтів то вона стає не коректною, так як не враховує витрати коштів на простої. При паралельному будівництві вона також працює за цією функцією (*авторська розробка*).

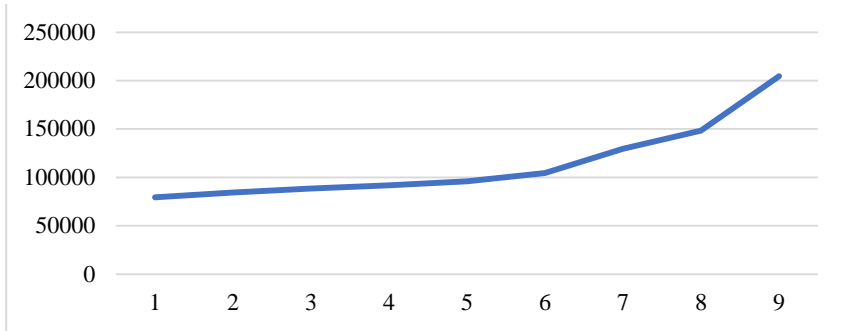


Рис. 1. Функція залежності собівартості від тривалості,  $C(T)$

Функція 2, спостерігаємо зменшення вартості з часом через те, що вона знаходиться в потоці та враховує простоті, (авторська розробка).

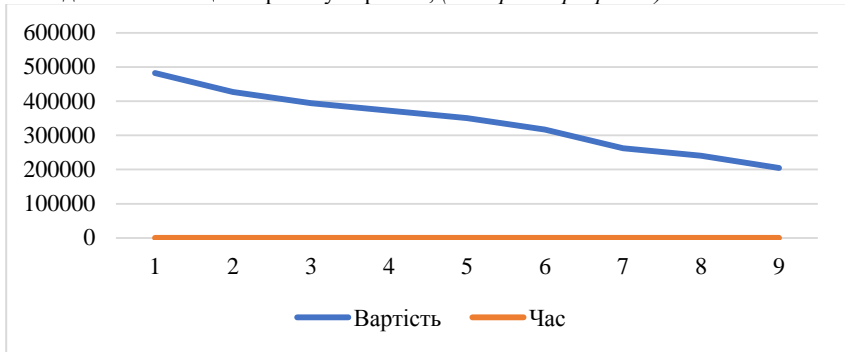


Рис. 2. Функція залежності собівартості від тривалості  $C(T+PP^{i-n})$

Форми інвестування:

- фінансові інвестиції (цінні папери);
- інвестування в різні види грошових інструментів;
- реальні чи прямі вкладення;
- інвестиції в уставний капітал інших підприємств.

До уваги були прийняті прямі вкладення, їх динаміка та інтенсивність, що мають залежність від обраного методу організації виконання робіт. Завдяки цьому ми маємо можливість обирати більш ефективний метод організації робіт при будівництві ще на етапі проектування.

Розглянемо найвагоміші фактори які впливають на вибір методу організації:

- відношення коштів якими володіє підприємство до коштів кредитованих якщо вони є;
- будівельна техніка та обладнання, власна або орендована;
- трудовий ресурс будівельного підприємства;
- відношення кількості підрядників до власних можливостей;

- можливість обпирання на інвесторів якими виступають юридичні або фізичні особи на основі договору участі у діловому будівництві;
- рівень інфляції;
- валютний курс.

Всі ці фактори є вирішальними при остаточному виборі методу організації.

1. Потоковий метод з простоями:

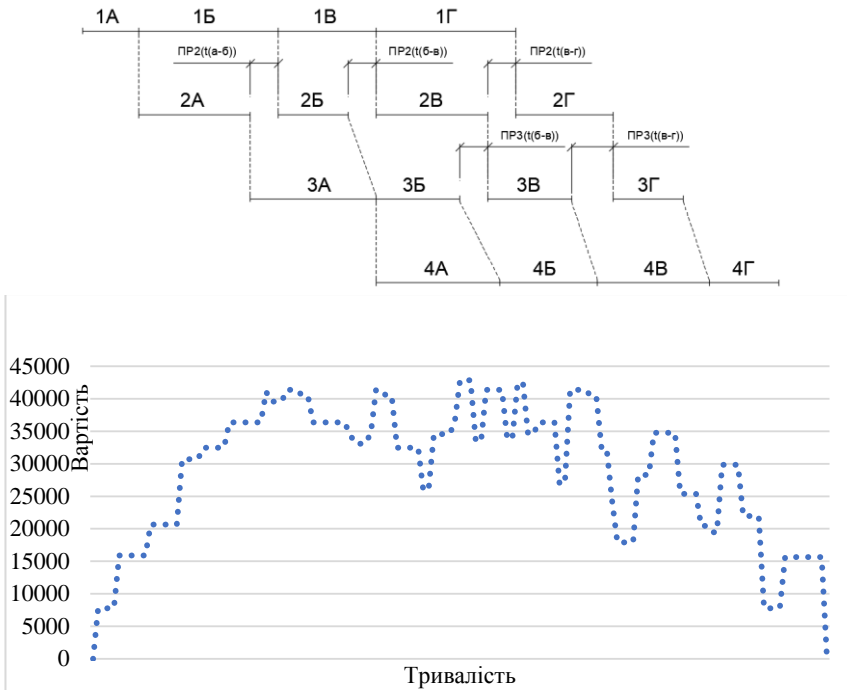
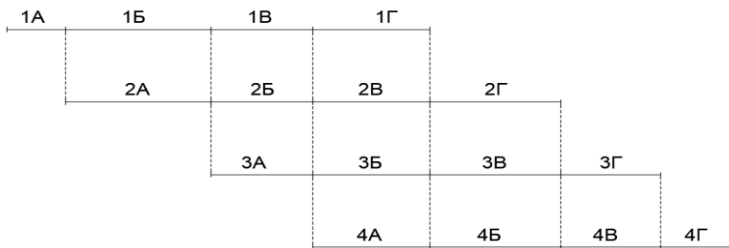


Рис. 3. Діаграма капітальних вкладень на монолітні роботи: тривалість 139 день, вартість 4 121 832 грн. (авторська розробка)

2. Потоковий метод оптимізований:



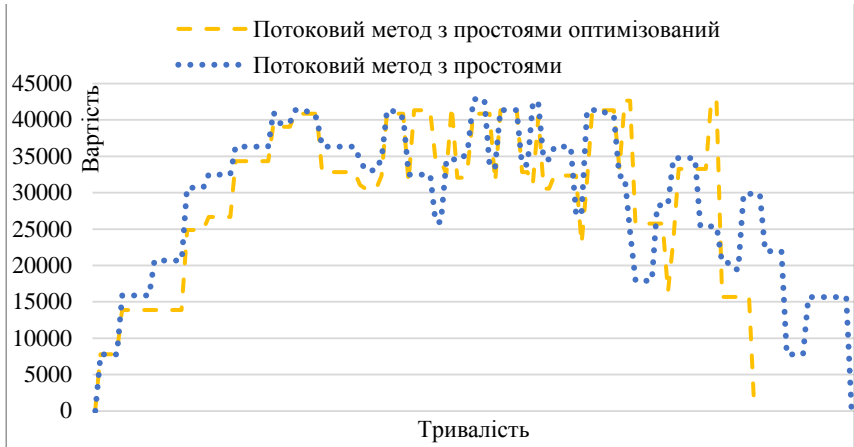


Рис. 4. Діаграма капітальних вкладень на монолітні роботи: тривалість 121 день, вартість 3 691 512 грн. (авторська розробка)

3. Паралельний метод:

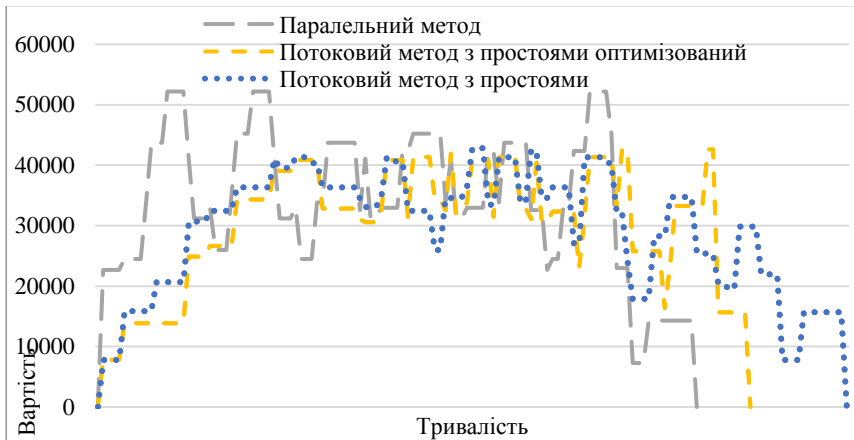
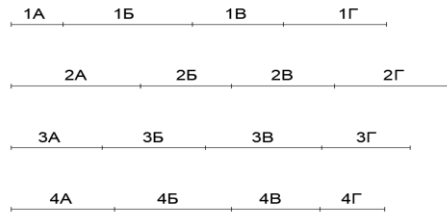


Рис. 5. Діаграма капітальних вкладень на монолітні роботи: тривалість 111 днів, вартість 3 825 012 грн. (авторська розробка)

4. Паралельно-послідовний метод (комбінований):

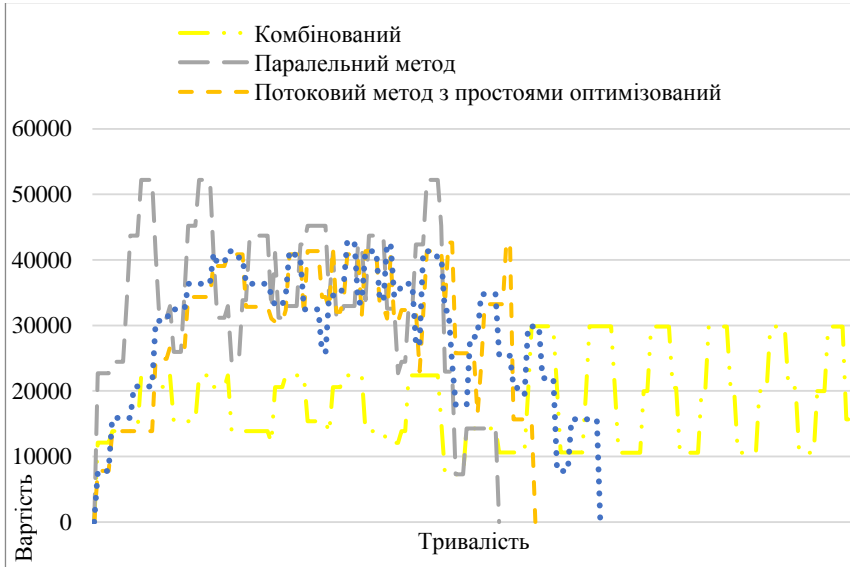
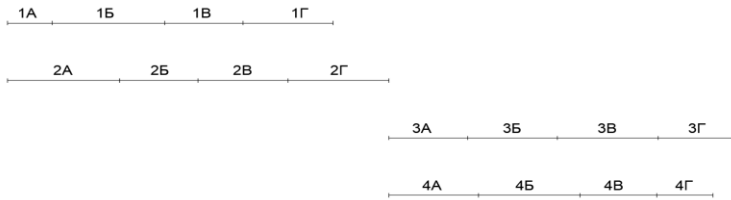
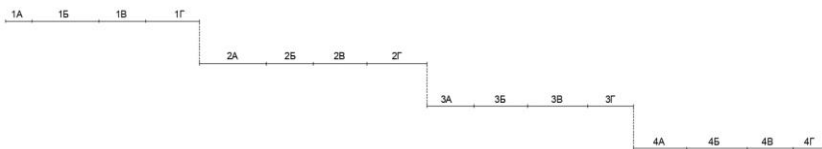


Рис. 6. Діаграма капітальних вкладень на монолітні роботи: тривалість 210 днів, вартість 3 825 846 грн. (авторська розробка)

5. Послідовний метод:



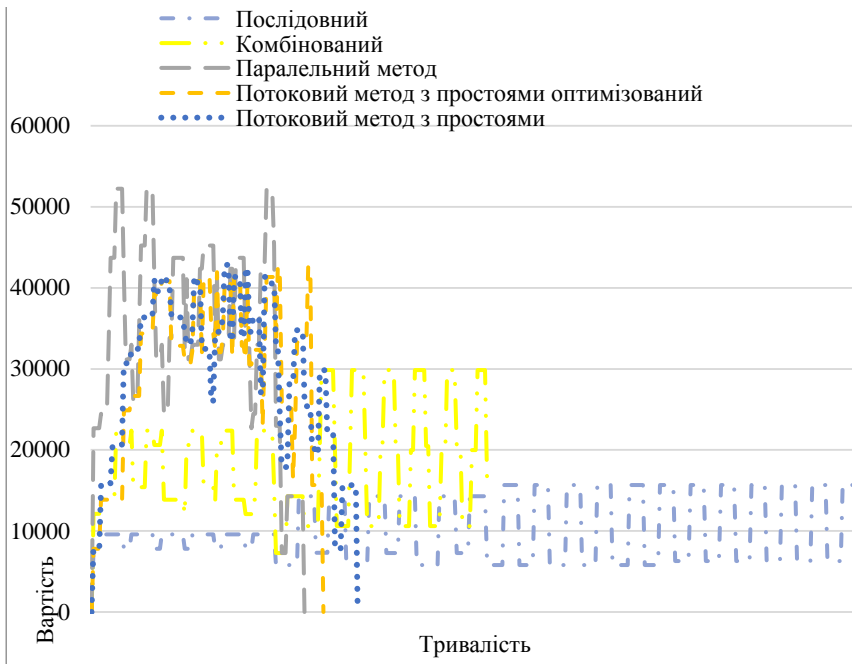


Рис. 7. Діаграма капітальних вкладень на монолітні роботи: тривалість 402 дні, вартість 4 113 300 грн. (авторська розробка)

**Висновки.** Було представлено п'ять варіантів організації каркасно монолітних робіт на будівництві комплексу.

У вартість будівництва входять усі витрати, пов'язані з організацією будівництва: будівельна техніка та інше обладнання; опалубка; заробітна плата.

При цьому були не враховані будівельні матеріали.

При порівнянні всіх варіантів, ми отримали наступні показники:

№	Метод організації	Власна техніка та обладнання			
		Тривалість	Вартість будівництва	Відсоток зменшення собівартості в залежності від організації будівництва	Середній показник КВ (грн/день)
1	Послідовний	402	4113300	0.2 % ↓ від 100 %	10232.089
2	Комбінований	210	3825846	7.18 % ↓ від 100 %	18218.314
3	Потоковий	139	4121832	100%	29653.467
4	Потоковий оптимізований	121	3691512	10.44 % ↓ від 100 %	30508.363
5	Паралельний	111	3825012	7.2 % ↓ від 100 %	34459.567

Одним із важливих чинників при виборі методу організації є наявність власного технологічного обладнання для виконання каркасно монолітних робіт.



Найдорожчим методом при будівництві з використанням власної техніки виявився потоковий метод. У випадку, коли підприємство орендує техніку та обладнання, показники змінюються на наступні:

№	Метод організації	Техніка орендована			
		Тривалість	Вартість будівництва	Відсоток зменшення собівартості в залежності від організації будівництва	Середній показник КВ (грн/день)
1	Послідовний	402	6068742	100%	15096.373
2	Комбінований	210	5530650	8.86 % ↓ від 100 %	26336.428
3	Потоковий	139	5869907	3.27 % ↓ від 100 %	42229.546
4	Потоковий оптимізований	121	5258057	13.35 % ↓ від 100 %	43455.016
5	Паралельний	111	5514822	9.12 % ↓ від 100 %	49683.081

Таким чином можливо побачити, що при використанні орендованої техніки найдорожчим виявився послідовний метод.

Вибір конкретного варіанту організації будівництва каркасно монолітних робіт буде залежати від фінансової політики інвестора та обсягів навантаження на будівельну компанію.

Також треба враховувати фактори зовнішнього середовища які неможливо врахувати при плануванні інвестиційного проекту для зниження можливих витрат при коливанні курсу національної валюти та суттєвих коливань прогнозованого показника інфляції.

Одним із засобів який дозволяє застрахуватися від впливу подібних ризиків є використання у договорах (контрактах) механізмів динамічної ціни.

Фахівці компанії повинні відслідковувати поточний фінансовий, економічний стан, що складається в країні та на будівельному ринку для формування стратегії фінансування.

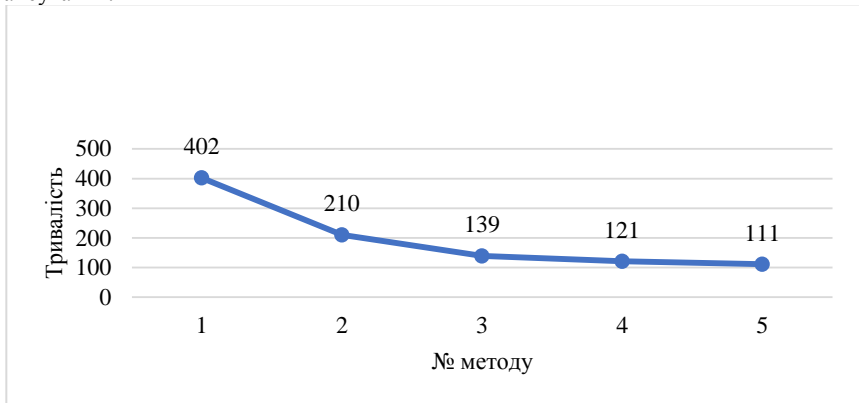


Рис. 8. Порівняння тривалості виконання каркасно монолітних робіт в залежності від вибору методу організації (авторська розробка)

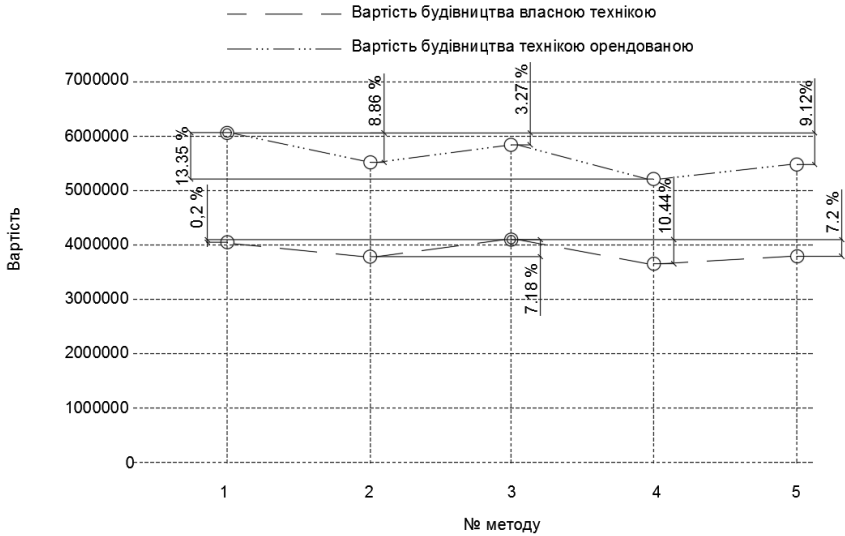


Рис. 9. Порівняння вартості виконання каркасно монолітних робіт в залежності від форм власності будівельної техніки та обладнання (авторська розробка)

#### Список літератури:

1. Афанасьев В.А., Афанасьев А.В., Валеева (Нефедова) В.К., Власов В.Н. Новые разновидности поточной организации строительства. СПб., 1991, 153 с.
2. Афанасьев В.А. Поточная организация строительства. Л., Стройиздат, 1990, 302 с.
3. Johnson, S.M. (1954), Optimal two- and three-stage production schedules with setup times included. Naval Research Logistics, 1: 61-68. <https://doi.org/10.1002/nav.3800010110>
4. Шаблия А.П. Бухгалтерский учет в строительстве / А.П. Шаблия. – М.: Проспект, 2015. – 176 с.
5. Дорош А.М. Організація будівельного виробництва: навч. посібн. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 255 с.
6. Балабан И.С. Оптимизация поточной организации строительства по критерию минимальной себестоимости работ: дисс.канд.техн. наук. – СПб., 1998, 250 с.
7. Романович М.А. Повышение организационно-технологической надежности монолитного домостроения на основе моделирования параметров календарного плана: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.08. – Санкт-Петербург, 2015. – 194 с.
8. Чахкиев И.М. Оптимизация трудовых ресурсов при обосновании директивных сроков строительства уникальных объектов: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.08. – Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2015. – 170 с.
9. Пустошкин В.В. Инновационные формы инвестирования в жилищном строительстве: автореф. дис. канд. экон. наук: 08.00.05. Сам. гос. эконом. ун-т, Самара, 2012. 24 с.

10. Свешникова Е.О. Проблемы юридических рисков инвестора при реализации инвестиционного проекта в капитальном строительстве: автореф. ... канд. юрид. наук. М., 2009. 27 с.

#### **References:**

1. Afanasyev, V.A., Afanasyev, A.V., Valeeva (Nefedova), V.K., Vlasov, V.N. (1991). *Novyye raznovidnosti potochnoy organizatsii stroitel'stva*. [New types of construction flow organization]. St. Petersburg, Russia.
2. Afanasyev, V.A. (1990). *Potochnaya organizatsiya stroitel'stva*. [Stream organization of construction]. L., Stroyizdat, Russia..
3. Johnson, S.M. (1954), Optimal two- and three-stage production schedules with setup times included. *Naval Research Logistics*, 1: 61-68. <https://doi.org/10.1002/nav.3800010110>
4. Shablya, A.P. (2015). *Bukhgalterskiy uchet v stroitel'stve*. [Accounting in construction]. Prospect, Moscow, Russia.
5. Dorosh, A.M. (2011). *Organizatsiya budivelnogo virobnytstva*. [Organization of the weekly broadcast]. Agrarna osvita, Kiev, Ukraine.
6. Balaban, I.S. (1998). *Optimizatsiya potochnoy organizatsii stroitel'stva po kriteriyu minimal'noy sebestoimosti rabot*. [Optimization of the flow organization of construction according to the criterion of the minimum cost of work]. Ph.D. Thesis. St. Petersburg, Russia.
7. Romanovich, M.A. (2015). *Povysheniye organizatsionno-tehnologicheskoy nadezhnosti monolitnogo domostroyeniya na osnove modelirovaniya parametrov kalendarnogo plana*. [Improving the organizational and technological reliability of monolithic housing construction on the basis of modeling the parameters of the schedule]. Ph.D. Thesis: 05.23.08. St. Petersburg, Russia.
8. Chakhkiev, I.M. (2015). *Optimizatsiya trudovykh resursov pri obosnovanii direktivnykh srokov stroitel'stva unikal'nykh ob'yektov*. [Optimization of labor resources when justifying the directive terms for the construction of unique objects]. Ph.D. Thesis: 05.23.08. St. Petersburg: SPbGASU, Russia.
9. Pustoshkin, V.V. (2012). *Innovatsionnyye formy investirovaniya v zhilishchnom stroitel'stve*. [Innovative forms of investment in housing construction]. Abstract of Ph.D. Thesis: 08.00.05. Himself. state economy. un-t, Samara, Russia.
10. Sveshnikova, E.O. (2009). *Problemy yuridicheskikh riskov investora pri realizatsii investitsionnogo proyekta v kapital'nom stroitel'stve*. [Problems of legal risks of an investor in the implementation of an investment project in capital construction]. Abstract of Ph.D. Thesis. Moscow, Russia.

**А.А. Тугай, А.Ю. Зеленков**

#### **Организация каркасно-монолитных работ различными методами, определения динамики инвестирования**

Строительство представляет собой сложную систему, значения параметров которой постоянно меняются во времени и зависят от множества факторов. Успешная реализация строительного проекта заключается в достижении поставленных целей: завершение строительства в срок, выполнение запланированных объемов работ, оптимальное ресурсное распределения, достижения качественной строительной продукции. Одним из важнейших технико-экономических показателей организационно-технологического

проектирования является продолжительность строительства. Без ее определения, невозможно корректно определить стоимость строительства, сформировать денежный поток по инвестиционному периоду строительного проекта, оценить его эффективность.

Работа посвящена организации каркасно-монолитных работ комплексов различными методами, для определения разницы в себестоимости, продолжительности и динамики капиталовложений, которую необходимо учесть инвестору. Вниманию были приняты работы по возведению монолитного каркаса сооружения с применением строительных машин и механизмов.

- поточный метод, и потоковый оптимизирован с устранением простоев путем корректировки сроков строительства;

- параллельным методом с большим использованием ресурсов;

- метод комбинированный (параллельно-последовательный)

- последовательный метод.

Определены функции: зависимости себестоимости от времени общего комплексного строительства; зависимости себестоимости от времени отдельной работы в потоке с простоями.

Одной из главных задач было определение оптимальной продолжительности работ для инвестора, так как вид организации влияет на показатели: продолжительность; стоимость; динамика капиталовложений.

Жилищное строительство является одной из важнейших сфер, определяющих экономическую стабильность и рост экономики страны, требуют значительных и достаточно долгосрочных финансовых вложений.

Именно поэтому организация эффективного управления инновационно инвестиционной деятельностью в жилищном строительстве выступает задачей особой важности.

Однако развитие рынка жилищного строительства сдерживается следующими факторами: неэффективными способами управления строительными проектами, низким уровнем мобильности экономических потоков в строительстве, отсутствием квалифицированных специалистов и участников инвестиционного строительного процесса. Поэтому разработка и применение эффективных способов управления инвестированием является важной задачей на сегодняшний день.

**Ключевые слова:** Строительство, поток, потоковый метод, себестоимость, монолитное строительство, оптимизация метода организации работ, фронт работ, объектной поток, комплексный поток, простой вида работ или фронта.

*A.A. Tugai, A.Yu. Zelenkov*

**Organization of frame-monolithic works by various methods, determining the dynamics of investment**

Construction is a complex system whose parameter values are constantly changing over time and depend on a huge number of factors. Successful completion of a construction project is to achieve the set goals: completion of construction on time, completion of planned workloads, optimal resource allocation, achievement of quality construction products. One of the most important technical and economic indicators of organizational and technological design is the duration of construction. Without its definition, it is impossible to correctly determine the cost of construction, to generate

*cash flow for the investment period of a construction project, to evaluate its effectiveness.*

*The work is devoted to the organization of frame monolithic works of complexes by different methods, to determine the difference in cost, duration and dynamics of investments, which should be taken into account to the investor. Consideration was given to the construction of a monolithic frame of the house with the use of construction machines and mechanisms.*

*- streaming method, and streaming optimized to eliminate downtime by adjusting construction time;*

*- the parallel method with the greater use of resources;*

*- the method is combined (parallel-sequential);*

*is a sequential method.*

*Functions defined:*

*- cost dependence on the time of general complex construction;*

*- the cost dependence of the time of individual work in the flow with downtime.*

*One of the main tasks was to determine the optimal duration*

*works for the investor, because the type of organization affects the following*

*indicators:*

*- duration;*

*- cost;*

*- dynamics of investments.*

*Housing is one of the most important areas that determine the economic stability and economic growth of the country, requiring significant and long-term financial investment. That is why the organization of effective management of innovative investment activity in housing construction is a task of particular importance.*

*However, the development of the housing market is hampered by the following factors: inefficient ways of managing construction projects, low level of mobility of economic flows in construction, lack of qualified specialists and participants in the investment construction process. Therefore, the development and implementation of effective ways of managing investment is an important task today.*

**Keywords:** *Construction, flow, flow method, parallel method, sequential method, cost, monolithic construction, optimization of work organization method, work front, object flow, complex flow, simple type of work or front, investments.*

### **Посилання на статтю**

**АРА:** Tugai, A.A. & Zelenkov, A.Yu. (2020). Organization of frame-monolithic works by various methods, determining the dynamics of investment. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 45, 131-143.

**ДСТУ:** Тугай О.А. Організація каркасно-монолітних робіт різними методами, визначення динаміки інвестування [Текст] / О.А. Тугай, О.Ю. Зеленков // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2020. – № 45. – С. 131-143.