

**П.Є. Григоровський**, д.т.н., перший заступник директора ДП "НДІБВ"  
ORCID ID: 0000-0003-0527-5890

**Ю.В. Крошка**, зав. відділу.  
ORCID ID: 0000-0001-6110-8443

ДП "НДІБВ" ім. В.С.Балицького, пр Лобановського 51, Київ, Україна, 03110.

## МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ У СКЛАДІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗВЕДЕННЯ МОНОЛІТНО-КАРКАСНИХ БУДІВЕЛЬ

**Анотація.** Геодезичні роботи є основою для виконання будівельно-монтажних робіт, при цьому їх неможливо відокремити від технологічного процесу, оскільки: монтаж будівельних конструкцій виконують тільки після розмічувальних робіт (виносу в натуру осей та розмічення рисок); монтаж конструкцій або опалубки супроводжується вимірюваннями, вивіркою та коригуванням їх положення; початок наступного етапу будівництва потребує контрольної геодезичної перевірки конструкцій, змонтованих на попередньому етапі. Введення в дію об'єкту будівництва неможливе без виконавчої документації, яку складають на основі виконавчих геодезичних знімків. Таким чином геодезичні роботи лежать на критичному шляху операцій будь якого технологічного процесу. Розроблено методику та наведено приклад дослідження трудовитрат при виконанні геодезичних робіт у складі технологічного процесу зведення монолітно-каркасних будівель, яка може бути застосована для створення інформаційно-математичної моделі технологічного процесу вимірювань з врахуванням впливу організаційно-технологічних факторів.

**Ключові слова:** геодезичні вимірювання, мікроелементний метод нормування, трудовитрати, тривалість, технологія, організація, монолітно-каркасне будівництво.

### Вступ

Будівництво залишається одним із основних напрямків соціально-економічного розвитку міста. Обсяги будівництва зростають з кожним роком. Так обсяги введеного в дію житла по м. Києву з 2009 року до 2013 року збільшилось в 1.5 рази до 1500 тис.м<sup>2</sup> за рік. Також з кожним роком вдосконалюється й технологія виконання будівельно-монтажних робіт. Так зараз перевагу надається монолітно-каркасному будівництву, оскільки саме ця технологія має переваги над іншими в швидкості зведення, терміну експлуатації, зниженню вартості та загальних трудовитрат та ін..

Разом з будівельно-монтажними роботами вдосконалюються й вимірювальні, тобто геодезичні роботи. Встановлюються нові вимоги до точності, швидкості виконання (тривалості), трудомісткості та собівартості геодезичних робіт. Геодезичні роботи є основою для виконання будівельно-монтажних робіт, при цьому їх неможливо відокремити від технологічного процесу, оскільки: монтаж будівельних конструкцій виконують тільки після розмічувальних робіт (виносу в натуру осей та розмічування рисок); монтаж конструкцій або опалубки супроводжується вимірюваннями, вивіркою та коригуванням їх положення; початок наступного етапу будівництва потребує контрольної геодезичної перевірки конструкцій, змонтованих на попередньому етапі. Введення в дію об'єкту будівництва неможливе без виконавчої документації, яку складають на основі виконавчих геодезичних знімків. Тобто геодезичні роботи лежать на критичному шляху операцій будь-якого технологічного процесу.

### Мета

Дослідження трудовитрат при виконанні геодезичних робіт у складі технологічного процесу зведен-

ня монолітно-каркасних будівель, які можуть бути застосовані для створення інформаційно-математичної моделі технологічного процесу вимірювань з врахуванням впливу організаційно-технологічних факторів, дозволять скоротити тривалість будівельного циклу шляхом оптимізації технології геодезичних вимірювань.

### Виклад основного матеріалу

Геодезичні та будівельно-монтажні операції мають взаємний вплив на відповідні техніко-економічні показники. Трудовитрати та тривалість геодезичних робіт залежать від тривалості будівельно-монтажних робіт на будівельному майданчику. І навпаки, тривалість будівництва залежить від тривалості геодезичних робіт. Чим швидше та якісніше виконуються геодезичні роботи, тим швидше зводиться будівля.

Однак профільних документів з визначення трудовитрат на геодезичні роботи у складі будівельно-монтажних немає. Тільки в окремих випадках складають проект виконання геодезичних робіт, де й визначають трудовитрати на них. Існуючі чинні норми визначення трудовитрат та вартості геодезичних робіт не відображають в повній мірі всі різновиди та особливості їх виконання на будівельному майданчику. Оскільки, по-перше, норми не враховують вказаного взаємовпливу, по-друге, вони застарілі, тому що не враховують використання нових геодезичних приладів, технологій та методик вимірювань.

На нашу думку, визначення трудовитрат на геодезичні роботи в чинних нормативних документах мають базуватися на:

– аналізі існуючих норм визначення трудовитрат та вартості;

– вивченні та аналізі діючих технічних інструкцій на виконання польових геодезичних вимірів, методик, паспортів приладів тощо.

– виконанні хронометражних спостережень за геодезичними вимірами на будівельному майданчику;

– спостереженні та аналізі організації виробничого процесу геодезичних робіт у складі будівельно-монтажних робіт.

При складанні кошторисів на будівельні роботи можуть застосовуватись різні методи, які залежать від умов контракту чи загальної економічної ситуації.

*Ресурсний метод* – це калькулювання в поточних цінах та тарифах ресурсів (елементів витрат), необхідних для реалізації проектного рішення.

Ресурсний метод визначення вартості будівництва представляє собою складання кошторисів, при якому по видам робіт показуються в натуральних вимірниках витрати матеріалів, конструкцій, витрати часу експлуатації машин, витрати праці робочих, а ціни та тарифи на вказані ресурси застосовуються поточні (на момент складання кошторису). Цей метод дозволяє визначити вартість на будь-який момент часу.

*Ресурсно-індексний метод* – це поєднання ресурсного методу із системою індексів цін ні ресурси, що використовуються в будівництві.

*Базисно-індексний метод* – це використання системи поточних та прогнозованих індексів по відношенню до вартості, яка визначена в базисному рівні чи в поточному рівні попередніх періодів.

Приведення до рівня поточних цін виконується шляхом перемноження базисної вартості по рядкам кошторису і кожному із елементів технологічної структури капітальних вкладень на відповідний індекс по галузям чи виду робіт з наступним підсумовуванням результатів кошторисного документу.

*Базисно-компенсаційний метод* – це сумування вартості, яка розрахована в базисному рівні кошторисних цін, і визначається розрахунками додаткових витрат, що пов'язані із ростом цін та тарифів на вживані в будівництві ресурси (матеріальні, технічні, енергетичні, трудові, обладнання), з наступним уточненням цих розрахунків в процесі будівництва в залежності від реальних змін цін та тарифів.

При ринкових умовах ресурсні та ресурсно-індексні методи мають пріоритетну вагу.

*Метод розрахунку за цінами на одиницю робочого часу* – застосовують для визначення вартості ремонтних, пусконаладжувальних та інших незначних робіт.

*Метод застосування банків даних* про вартість раніше побудованих об'єктів передбачає використання вартісних характеристик аналогічних об'єктів.

Для нормування робіт з обслуговування виробництва, а також трудових процесів, що не піддаються хронометражним вимірам, застосовують *метод моментних спостережень*, заснований на застосуванні принципів статистики та законів теорії ймовірності. *Метод фотографії робочого дня* не знаходять широкого використання в зарубіжній практиці нормативно-дослідницької роботи в сфері вивчення виробничих процесів.

Прогресивним методом нормування праці є *мікроелементний метод нормування* [3] – визначен-

ня норм витрат праці, засноване на використанні нормативів часу елементарних трудових рухів, так звані, мікроелементи. Мікроелементний метод нормування засновано на тому, що найскладніші і різноманітніші трудові дії є комбінаціями простих або первинних, елементів. Мікроелемент складається з одного або декількох рухів, які виконуються безперервно, і представляє такий елемент трудового процесу, який далі розчленовувати недоцільно. Витрати часу на виконання мікроелементів з урахуванням факторів, що на них [3] впливають, мають бути представлені в базах даних щодо мікроелементних нормативів

На нашу думку, мікроелементний метод нормування є перспективним напрямком забезпечення єдності норм праці, підвищення їх якості та зниження трудомісткості робіт з актуалізації норм на основі використання комп'ютерної техніки та програмних засобів. Комбінаторний аналіз доводить, що кількість комбінацій подій завжди більше кількості подій, що утворюють такі комбінації. Тому, кількість елементів трудового процесу, що мають бути нормовані, завжди менше кількості трудових процесів, що можуть бути утворені з таких елементів. Цей метод потребує розвитку, оскільки врахування різноманіття впливу організаційно-технологічних факторів на тривалість геодезичних робіт є досить клопіткою задачею, яку можливо вирішити шляхом будівельно-інформаційного моделювання.

В роботах [1-2] наведена спроба використання такого методу для аналізу трудовитрат при використанні лазерних геодезичних систем, але він не відображає специфіки сучасного монолітно-каркасного будівництва та факторів його впливу на трудовитрати геодезичних робіт. Нами розроблена методика дослідження трудовитрат при виконанні геодезичних робіт у складі технологічного процесу зведення монолітно-каркасних будівель, яка може бути застосована для створення інформаційно-математичної моделі технологічного процесу вимірювань з врахуванням впливу організаційно-технологічних факторів. Розглянемо можливість застосування способу мікроелементного нормування трудових процесів для розрахунку техніко-економічних показників виконання геодезичних вимірювальних робіт на прикладі забезпечення встановлення опалубки колон.

#### **Методика**

Аналіз технологічних операцій з використанням геодезичних приладів вказує на те, що ці операції складаються з типових прийомів – мікроелементів трудових процесів. Приклад складу робіт з використанням геодезичних приладів наведений на рис.1. Наявність витрат часу на мікроелементи трудових процесів скорочує кількість спостережень з хронометражу. Вказані трудовитрати на мікроелементи трудових процесів отримані на підставі досвіду експлуатації геодезичних приладів при виконанні будівельно-монтажних робіт.

Тривалість та трудомісткість геодезичних операцій залежить від факторів, які розділяють за принципом їх впливу на: роботи за весь період зведення об'єкта; роботи одного циклу (ярусу); групи прийомів; окремі прийоми (рис. 3). Тривалість та трудомісткість робіт за весь період зведення об'єкта залежить від кількості циклів, кількості змін, перерв в

роботі бригади через неможливість експлуатації приладів (метеорологічні причини, організаційні перерви та ін.). Ці фактори в однаковому ступені впливають на тривалість робіт з використанням всіх геодезичних приладів, систем приладів і тому не

впливають на вибір оптимального їх складу. В розробленій методиці розрахунку ці фактори не враховуються. Розрахунок виконаний на основі аналізу факторів, що впливають на тривалість робіт циклу, груп прийомів та окремих прийомів.

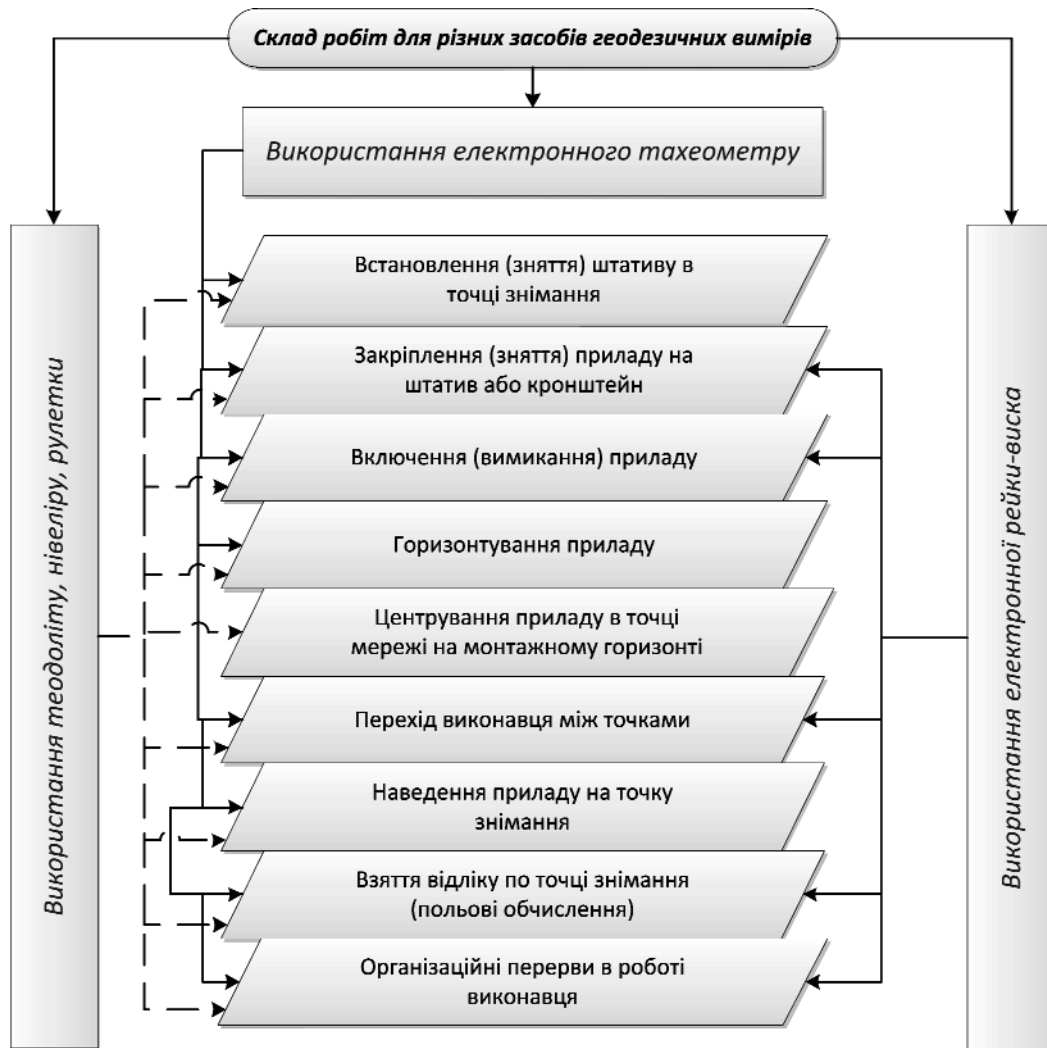


Рис.1. Склад робіт з експлуатації геодезичних приладів на монтажному горизонті.

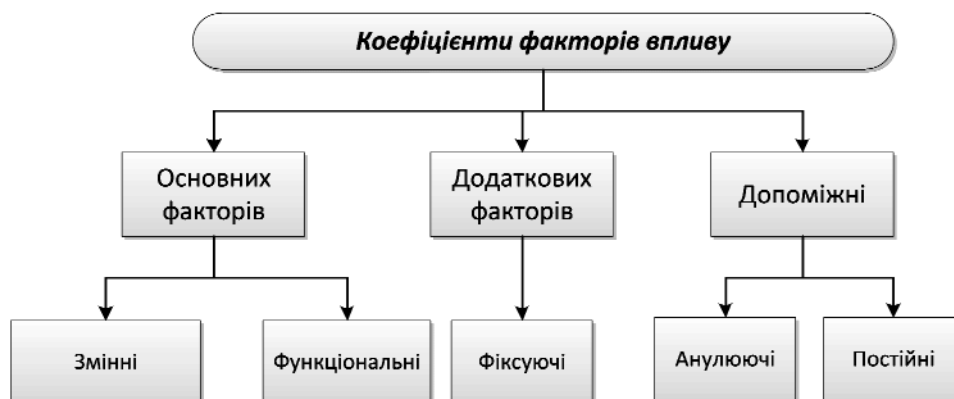


Рис. 2. Структурна схема складу коефіцієнтів впливу для розрахунку тривалості робіт

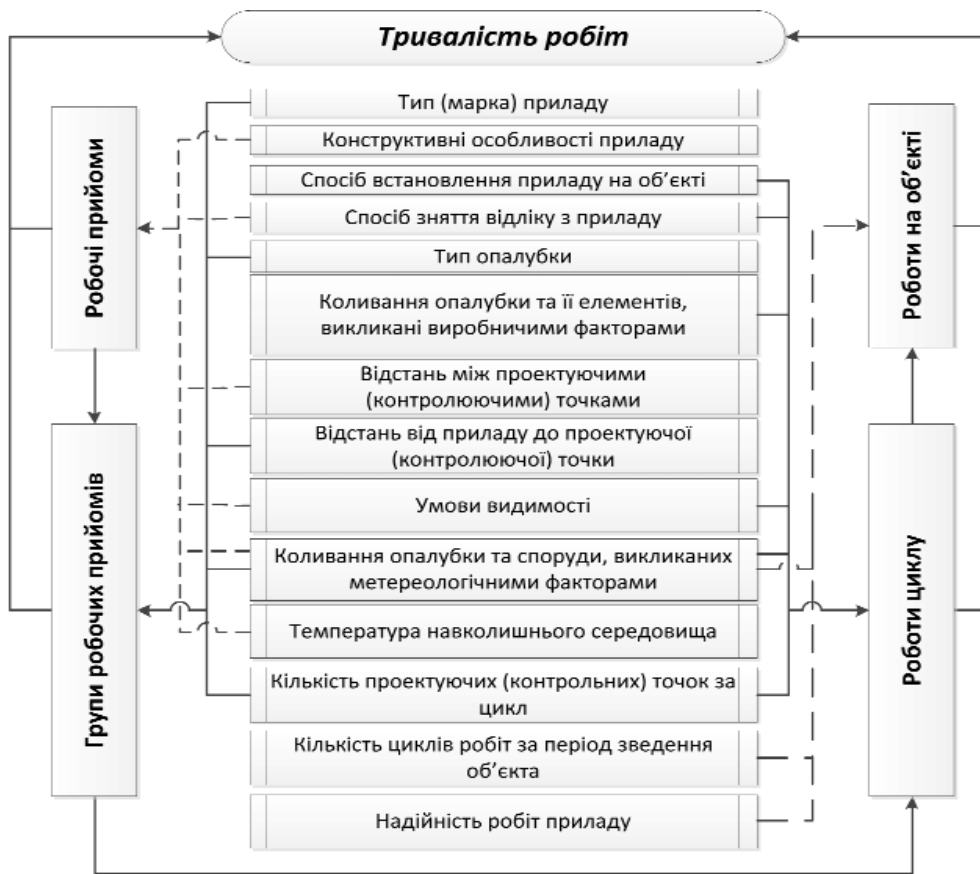


Рис. 3. Структурна схема впливу факторів на тривалість робіт з геодезичних вимірів

Сума витрат часу при використанні  $j$ -го виду геодезичного приладу протягом одного циклу можна визначити, проаналізувавши технологію застосування приладу, тривалість виконання мікроелементів трудових процесів, виконавши хронометраж прийомів, які не були прохронометровані раніше, а також використовуючи коефіцієнти переходу, що відображають вплив зовнішніх факторів на тривалість робіт:

$$T_{цq} = \sum_{j=1}^{j=q} \left( \sum_{i=1}^{i=n} X_i t_m \right) X_j$$

$$Q_{цq} = \chi_{звq} T_{цq}$$

де  $X_i, X_j$  – коефіцієнти, що характеризують вплив факторів на тривалість, відповідно, прийомів та груп прийомів;

$\chi_{звq}$  – склад (чисельність) ланки, що експлуатує  $q$ -ий прилад;

$t_m$  – нормативне значення тривалості мікроелементів трудових процесів.

Наближене значення тривалості мікроелементів трудових процесів  $t_{m \text{ розрах}}$  може бути розраховано у відповідності до залежності:

$$t_{m \text{ розрах}} = \frac{t_{m \text{ max}} + 4t_{m \text{ сеп}} + t_{m \text{ min}}}{6}$$

де  $t_{m \text{ max}}, t_{m \text{ сеп}}, t_{m \text{ min}}$  тривалість виконання

прийому при несприятливих, нормативних та сприятливих умовах.

При розробці залежностей для розрахунку використана система коефіцієнтів, що характеризує вплив різних факторів на тривалість робіт (рис.3). Тривалість визначають, ураховуючи технологію вимірювання основних факторів (функціональні та змінні коефіцієнти), фіксуєючи залежності зміни коефіцієнтів, що характеризують додаткові фактори (фіксуєючи коефіцієнти), а також використовуючи допоміжні (анулюючі та постійні) коефіцієнти. Розкриємо фізичний зміст коефіцієнтів, що використовують в розрахункових залежностях.

Змінні коефіцієнти характеризують значення основного фактора, в якості якого прийнятий об'єм робіт циклу (ярусу), тобто кількість контрольованих або проектних точок. Цей фактор впливає на тривалість циклу робіт. В розрахункових залежностях використані такі змінні коефіцієнти:

$A_1$  – кількість точок встановлення приладу для реєстрації величини геометричного параметру при використанні різних геодезичних приладів;

$A_2$  – кількість точок, що проектується на монтажний горизонт;

$A_3$  – кількість щитів опалубки або будівельних конструкцій, що встановлюють в проектне положення;

$A_4$  – кількість точок встановлення приладів при розгортанні та експлуатації підсистеми вимірювання;

$A_5$  – кількість проектних позначок;

$A_6$  – кількість осей, що необхідно винести на монтажний горизонт;

$A_7$  — кількість вихідних позначок при розмічувальних роботах;

$A_8$  — кількість проектних точок при плановому розмічванні;

$A_9$  — кількість вихідних точок геодезичної опорної мережі.

Функціональні коефіцієнти  $b_j$ , характеризують функціональну залежність кількості виконання груп прийомів від об'єму робіт циклу. Їх наближене значення отримане на основі досвіду виконання робіт, опитування виконавців та розрахункових даних:

$b_1=0,05$   $A_5$  — кількість коригувань положення приладу за цикл робіт при коригуванні положення опалубки (будівельної конструкції);

$b_2=0,04$   $A_5$  — кількість коригувань коливання опалубки (будівельної конструкції) за цикл робіт, що входять в межу роботи компенсатора;

$b_3=0,5$   $A_8$  — кількість коригувань по рівню положення приладу при кутовому розмічванні на цикл робіт;

$b_4=0,2$   $A_8$  — кількість коригувань центрування приладу для кутових розмічень за цикл робіт;

$b_5=0,28$   $A_8$  — кількість проектних точок встановлення елементів опалубки, що знаходяться за межами поля зору приладу;

$b_6=0,03$   $A_5$  — кількість коригувань приладу нівелювання на штативі при коригуванні положення опалубки.

Деякі геодезичні операції виконують методом послідовного наближення до моменту досягнення необхідної точності встановлення в проектне положення. Цей фактор характеризується фіксуєчим коефіцієнтом  $C_j$ , що відображає кількість повторів груп прийомів:

$C_1$  — значення кількості наближень при центруванні по оптичному виску або візуванню приладу з точністю до 1мм;

$C_2$  — значення кількості наближень для досягнення абсолютної точності центрування (координування) геодезичного приладу для досягнення прямого візування;

$C_3$  — те саме для приладу з компенсатором;

$C_4$  — значення кількості наближень для наведення приладу на точку;

$C_5$  — значення кількості наближень для регулювання висотного положення опалубки відносно точки візування;

$C_6$  — значення кількості наближень для коригування положення рейки-виска для суміщення його з проектною площиною;

$C_7$  — значення кількості наближень при регулюванні положення опалубки (будівельної конструкції) відносно проектної висотної позначки.

Фіксуєчі коефіцієнти характеризують різницю тривалості робіт різними приладами, що виконують в конкретних умовах, від тривалості робіт в нормальних умовах:

$a_1$  — різниця тривалості включення конкретної марки геодезичного приладу від середнього значення;

$a_2$  — різниця тривалості взяття відліку в конкретних і нормальних умовах видимості;

$a_3$  — різниця тривалості заспокоєння коливаний рейки-виска в реальних і лабораторних умовах;

$a_4$  — різниця тривалості горизонтування приладу в конкретних та нормальних умовах;

$a_5$  — різниця тривалості суміщення сітки ниток з проектною точкою;

$a_6$  — різниця тривалості центрування і горизонтування приладу при нестационарних на кронштейні і стаціонарних способах його встановлення;

$a_7$  — різниця тривалості горизонтування приладу при його встановленні на конкретну та довільну точку;

$a_8$  — різниця тривалості горизонтування приладу при його встановленні на штатив та стаціонарно.

Для того щоб зменшити кількість розрахункових формул, приймають анулюючі та постійні коефіцієнти, які вводять або виключають з розрахунку тривалості відповідних прийомів:

$$\xi_1 = \begin{cases} \text{I-облаштування пунктів встановлення} \\ \text{кутомірних приладів;} \\ \text{0-без облаштування пунктів кутомірних} \\ \text{приладів;} \end{cases}$$

$$\xi_2 = \begin{cases} \text{I-нестационарне встановлення приладів} \\ \text{нівелювання;} \\ \text{0-стаціонарне встановлення приладів ніве-} \\ \text{лювання;} \end{cases}$$

$$\xi_3 = \begin{cases} \text{I-встановлення приладів нівелювання на} \\ \text{штативі;} \\ \text{I-встановлення приладів нівелювання на} \\ \text{кронштейні;} \\ \text{0-теж саме, стаціонарно;} \end{cases}$$

$$\xi_4 = \begin{cases} \text{I-встановлення приладів нівелювання на} \\ \text{штативі;} \\ \text{0-теж саме, на кронштейн і стаціонарно;} \end{cases}$$

$$\xi_5 = \begin{cases} \text{I-стаціонарне встановлення приладів ніве-} \\ \text{лювання;} \\ \text{0-нестационарне встановлення приладів} \\ \text{нівелювання;} \end{cases}$$

$$\xi_6 = \begin{cases} \text{0-встановлення рейки-виска на магнітах;} \\ \text{I-теж саме, на кронштейн або стаціонарно;} \end{cases}$$

$$\xi_7 = \begin{cases} \text{0-використання електронного тахеометру;} \\ \text{I-використання оптичного теодоліту без} \\ \text{компенсатора;} \end{cases}$$

Постійні коефіцієнти, що позначені арабськими цифрами, характеризують кількість повторень прийомів, обумовлених технологією робіт і не залежних від зовнішніх факторів. Коефіцієнт 1,5 відображає загальну тривалість підготовчо-ліквідаційних робіт.

Наведемо умовні позначення та нормативи тривалості в годинах мікроелементів трудового процесу типових прийомів, що використані в залежностях:

$T_{\theta}=0,004$  — перевірка геодезичних отворів для проходження візирного променю;

$T_{вис}=0,005$  — визначення висоти геодезичного приладу від точки встановлення;

$T_{вкл}=0,006$  — увімкнення електронного геодезичного приладу;

$T_{оз}=0,001$  — перевірка обертання зорової труби геодезичного приладу;

$T_{об}=0,003$  — обертання геодезичного приладу при налаштуванні;

$T_{вт}=0,050$  — вибір та закріплення точки для встановлення приладу;

$T_{ок}=0,007$  – налаштування зорової труби під око спостерігача;  
 $T_{дс}=0,050$  – доставка приладу до місця встановлення;  
 $T_з=0,016$  – закріплення приладу або устаткування при встановленні;  
 $T_{зв}=0,004$  – закріплення виска;  
 $T_{зр}=0,015$  – закріплення рейки-виска на щиті опалубки;  
 $T_{зс}=0,250$  – стаціонарне закріплення рейки-виска;  
 $T_{кр}=0,006$  – коригування положення рейки-виска;  
 $T_{oi}=0,001$  – обмін інформацією без допомоги переговорного пристрою;  
 $T_{oin}=0,005$  – обмін інформацією за допомогою переговорного пристрою;  
 $T_{om}=0,500$  – влаштування отвору в горизонтальній опалубці монтажного горизонту;  
 $T_{mt}=0,780$  – монтаж пункту примусового центрування;  
 $T_{віз}=0,002$  – візування приладу на точку;  
 $T_{мк}=0,220$  – монтаж кронштейна для закріплення рейки-виска на щиті опалубки;  
 $T_{мкт}=0,350$  – монтаж кронштейна з підвищеною точністю;  
 $T_{ми}=0,010$  – підготовка місця для встановлення штативу;  
 $T_n=0,008$  – наведення зорової труби на точку;  
 $T_{нг}=0,002$  – візування сітки ниток на точку;  
 $T_{ве}=0,004$  – взяття відліку з електронного приладу;  
 $T_{во}=0,009$  – відлік з оптичного приладу;  
 $T_n=0,017$  – перехід з приладом між точками;  
 $T_{пер}=0,006$  – перехід без приладу між точками;  
 $T_{пл}=0,002$  – переміщення приладу в плані прицентруванні;  
 $T_{від}=0,005$  – вимірювання відстані між двома точками рулеткою;  
 $T_{рв}=0,004$  – регулювання висотного положення рейки-виска на опалубці;  
 $T_{рм}=0,001$  – встановлення рейки (вішки) в контролюючій точці;  
 $T_{вш}=0,015$  – встановлення одного щита опалубки;  
 $T_{ак}=0,025$  – встановлення одного арматурного каркасу;  
 $T_{рщ}=0,025$  – регулювання положення щита опалубки;  
 $T_{см}=0,003$  – стабілізація положення рейки-виска;  
 $T_{ро}=0,050$  – закріплення рейки-виска на щиті опалубки;  
 $T_{zn}=0,010$  – горизонтування приладу;  
 $T_{кт}=0,003$  – встановлення кута на шкалі теодоліта;  
 $T_{ф}=0,003$  – фіксація рискою винесеної проекційної точки;  
 $T_{ш}=0,015$  – встановлення штативу над точкою;  
 $T_{ю1}=0,335$  – юстування оптичного теодоліта;  
 $T_{ю2}=0,500$  – юстування нівелірного приладу;  
 $T_{ю3}=0,300$  – юстування електронного тахеометру;  
 $T_{ю4}=0,416$  – юстування рейки-виска;  
 $T_{вдт}=0,050$  – введення вхідних даних в електронний тахеометр;  
 На основі хронометражних спостережень підраховані тривалість кожної операції або витрати часу на будь-які інші роботи, визначаючи до якої категорії відноситься операція. Категорії норм часу розпо-

діляються на: підготовчо-заклучні ( $T_{пз}$ ); оперативної роботи ( $T_{оп}$ ); технологічних перерв ( $T_{пт}$ ); перерв на відпочинок ( $T_{від}$ ). Розрахунки норм часу та норм продуктивності виконуються за формулами:

$$N_{час} = T_{оп} (1 + (T_{пз} + T_{пт} + T_{від}) / 100); N_{пр} = T_{зм} / N_{час},$$

де  $N_{час}$  – норми часу;  $N_{пр}$  – норми продуктивності;  $T_{зм}$  – тривалість зміни.

До підготовчо-заклучних робіт відносяться роботи, які зазвичай виконують на початку та в кінці зміни: приймання та здача зміни; переодягання в спецодяг; інструктаж; огляд та підготовка приладів та оснащення до роботи; підготовка робочого місця; здача готової продукції. До оперативної – відноситься робота, спрямована на виконання всіх операцій, що входять в процес геодезичного виміру. Технологічні перерви – витрати часу на перерви, що обумовлені будівельно-монтажним технологічним процесом.

### Результати досліджень

Наведемо приклад розрахунку тривалості встановлення опалубки вертикальних колон на монтажному горизонті з визначенням тривалості мікроелементів трудового процесу (за варіантами).

Тривалість робіт з встановлення опалубки колон на монтажному горизонті складається з геодезичних та будівельних робіт, а саме: геодезичних розмічувальних робіт, арматурних робіт, монтажу щитів опалубки, бетонування, зняття опалубки, здачі готової конструкції під наступний етап робіт.

Тривалість підготовки геодезичних приладів та устаткування до вимірювань на вихідному горизонті без врахування впливу будівельних робіт:

$$T_{ппг1} = (t_{вт} + t_{мш} + t_{дс} + t_{оз})A_1 + t_{дс} + t_{п} (A_1 + 1) + t_{ю1}$$

$$T_{ппг2} = (t_{вт} + t_{мш} + t_{дс})A_4 + t_{дс} + t_{п} (A_4 + 1) + t_{ю2}$$

$$T_{ппг3} = (t_{вт} + t_{мш} + t_{дс} + t_{оз})A_1 + t_{дс} + t_{п} (A_1 + 1) + t_{ю3}$$

$$T_{ппг4} = (t_{вт} + t_{дс})A_3 + t_{дс} + t_{ю4}$$

де  $T_{ппг1}$  – тривалість підготовки до вимірювань теодоліта;  $T_{ппг2}$  – тривалість підготовки до вимірювань нівеліру;  $T_{ппг3}$  – тривалість підготовки до вимірювань електронного тахеометру;  $T_{ппг4}$  – тривалість підготовки до вимірювань рейки-виска;

Тривалість детальних розмічувань планового положення колон для встановлення опалубки в проектне положення:

$$T_{др1} = T_{ппг1} + ((t_{вт} + t_{дс} + t_{зв} + \xi_1 t_{от})A_6 + t_{п} (A_6 + 1) + [(t_3 + t_{п} + t_{пл}) c_1 a_6 + (t_{о6} + a_2 t_{во})c_1] A_2) A_1 + t_{ок} + t_{кт} + (t_{віз} + t_{н} + a_5 t_{нв} + a_2 t_{во}) c_4 A_8 + [(t_3 + t_{п} + t_{пл} + t_{вис}) c_2 a_7 + (t_{о6} + a_2 t_{во})c_1] A_2 + (t_{п} + t_{пер} + t_{ф}) b_5$$

$$T_{др2} = T_{ппг3} + ((t_{вт} + t_{дс} + t_{вкл} + 7 t_{от})A_6 + t_{п} (A_6 + 1) + [(t_3 + t_{п} + t_{вис}) c_4 a_8 + (t_{о6} + t_{н} + t_{віз} + a_2 t_{в е})c_4 A_9] A_2) A_1 + t_{ок} + (t_{вдт} + t_{н} + a_5 t_{нв} + a_2 t_{в е}) c_4 A_8 + (t_{п} + t_{пер} + t_{ф}) b_5$$

де  $T_{др1}$  – тривалість розмічення планового положення колон на монтажному горизонті теодолітом;  $T_{др2}$  – тривалість розмічення планового положення колон на монтажному горизонті тахеометром.

Тривалість встановлення опалубки в вертикальне (горизонтальне) положення:

$$T_{воп1} = T_{ппг3} + t_{ок} + (t_{вдт} + t_{н} + a_5 t_{нв} + a_2 t_{в е}) c_4 A_3$$

$$T_{воп2} = T_{ппг4} + (t_{вт} + t_{дс} + t_{вкл} + \xi_6 t_{зр})A_3 + t_{п} (-A_3 + 1) + (a_3 t_{ро} + t_{кр} + a_2 t_{в е}) c_6 A_3$$

де  $T_{воп1}$  – встановлення опалубки в вертикальне положення тахеометром;  $T_{воп2}$  – встановлення опалубки в вертикальне положення рейкою-виском.

Таблиця 1

№ з/п	Варіант геодезичного приладу	Кількість вертикальних колон на монтажному горизонті, шт.	Тривалість виконання робіт, хв.
1	Тахеометр	1	56,7
2	Тахеометр	10	567=9,45 год.
3	Тахеометр	50	28350=472,50год.
4	теодоліт, рейка-висок	1	65,2
5	теодоліт, рейка-висок	10	652=10,87 год.
6	теодоліт, рейка-висок	50	32600=543,33 год.

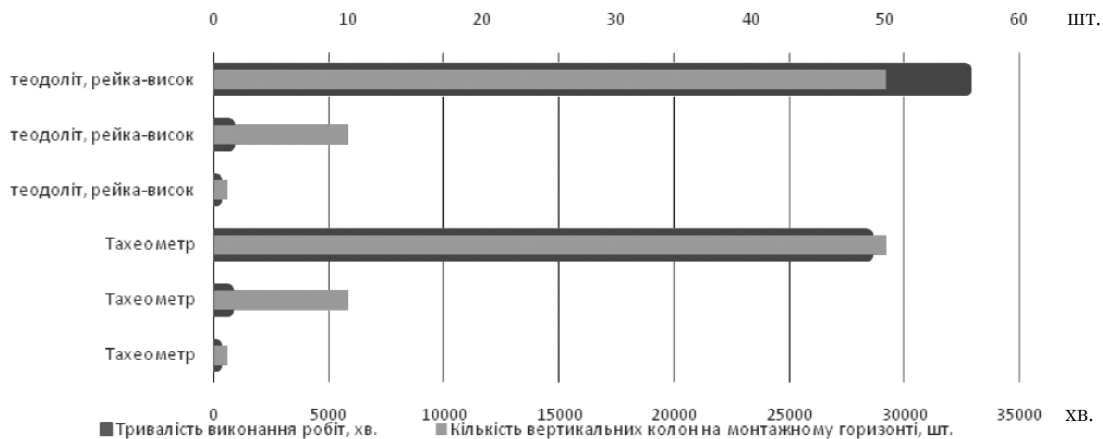


Рис.4. Графік тривалості виконання робіт з встановлення опалубки колон на монтажному горизонті

Залежність розрахунку тривалості встановлення опалубки колон на монтажному горизонті:

$$T_{окп1} = 4(T_{воп2} + t_{ак} + t_{вщ} + 1 T_{др1})n$$

$$T_{окп2} = 4(T_{воп1} + t_{ак} + t_{вщ} + 7 T_{др2})n$$

де  $T_{окп1}$  – тривалість встановлення опалубки колон за допомогою теодоліту та рейки-виска;  $T_{окп2}$  – тривалість встановлення опалубки колон за допомогою тахеометру;  $n$  – кількість вертикальних колон на монтажний горизонт.

Графічно результати розрахунків наведено на рис. 4.

Як видно з графіка, тривалість робіт з встановлення опалубки колон з використанням тахеометру менше на 15% ніж аналогічні роботи з використанням теодоліта та рейки-виска.

**Висновки**

Геодезичні роботи є основою для виконання будівельно-монтажних робіт, при цьому їх неможливо відокремити від технологічного процесу, оскільки: монтаж будівельних конструкцій виконують тільки після розмічувальних робіт; монтаж конструкцій або опалубки супроводжується вимірюваннями, вивіркою та коригуванням їх положення; початок наступного етапу будівництва потребує контрольної геодезичної перевірки конструкцій, змонтованих на попередньому етапі. Тобто геодезичні роботи лежать на критичному

шляху операцій будь-якого технологічного процесу.

Мікроелементний метод нормування є перспективним напрямком забезпечення єдності норм праці, підвищення їх якості та зниження трудомісткості робіт з актуалізації норм на основі використання комп'ютерної техніки та програмних засобів. Комбінаторний аналіз доводить, що кількість комбінацій подій завжди більше кількості подій, що утворюють такі комбінації. Тому кількість елементів трудового процесу, що мають бути унормовані, завжди менше кількості трудових процесів, що можуть бути утворені з таких елементів.

Мікроелементний метод нормування потребує розвитку, оскільки врахування різноманіття впливу організаційно-технологічних факторів на тривалість геодезичних робіт є досить клопіткою задачею, яку можливо вирішити шляхом будівельно-інформаційного моделювання.

Дослідження трудовитрат при виконанні геодезичних робіт у складі технологічного процесу зведення монолітно-каркасних будівель може бути застосоване для створення інформаційно-математичної моделі технологічного процесу вимірювань з врахуванням впливу організаційно-технологічних факторів та дозволить скоротити тривалість будівельного циклу шляхом оптимізації технології геодезичних вимірювань.

**Література**

1. Исследование трудоемкости работ при использовании лазерных систем / Григоровский П.Е., Мороз И.И. — в кн. Передовой опыт в строительстве, серия: Организация и технология строительного производства. — М., 1985. Вып.6. — С 12-25.
2. Григоровский П.Е Совершенствование технологии возведения высотных сооружений и зданий из монолитного железобетона с применением лазерных систем. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Киев 1991, Диссертации в Техносфере: <http://tekhnosfera.com/sovershenstvovanie-tehnologii-vozdedeniya-vysotnyh-sooruzheniy-i-zdaniy-iz-monolitnogo-zhelezobetona-s-primeneniem-lazern#ixzz62JYuGg3T>

3. Григоровський П.Є., Дейнека Ю.В., Терещенко Л.В. Досвід визначення кошторисної вартості геодезичних робіт // Нові технології в будівництві №2. К., 2011. С. 90-93
4. Матвеев М.Ю., Сборщикова М.Н., Сборщиков С.Б. Развитие системы нормирования труда за рубежом // Вестник МГСУ №3. М.: МГСУ, 2011. С. 68-74
5. Типова технологічна карта на встановлення опалубки Пері // ДП НДІБВ К.
6. Сборщиков С. Б. Теоретические закономерности и особенности организации воздеийствий на инвестиционно-строительную деятельность // Вестник МГСУ № 2. М.: МГСУ, 2009. С. 183-187
7. Сборщиков С. Б., Тимошенко Т. Г. Основные положения построения инжиниринговой схемы управления строительным производством // Вестник МГСУ № 4. М.: МГСУ, 2009. С. 2002005.

#### Reference

1. Issledovanie trudoemkosti rabot pri ispolzovanii lazernyih sistem /Grigorovskiy P.E., Moroz I.I. - v kn. Peredovoy opyt v stroitelstve, seriya: Organizatsiya i tehnologiya stroitel'nogo proizvodstva. - M., 1985. Vyp.6. - S 12-25.
2. Grigorovskiy P.E. Sovershenstvovanie tehnologii vozvedeniya vyisotnyih sooruzheniy i zdaniy iz monolitnogo zhelezobetona s primeneniem lazernyih sistem. Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoy stepeni kandidata tehnikeskikh nauk, Kiev 1991, Dissertatsii v Tehnosfere: <http://tehnosfera.com/sovershenstvovanie-tehnologii-vozvedeniya-vysotnyh-sooruzheniy-i-zdaniy-iz-monolitnogo-zhelezobetona-s-primeneniem-lazern#ixzz62JYuGg3T>
3. Grigorovskiy P.E., Deyneka Yu.V., Tereschenko L.V. Dosvid viznachenniya koshtorisnoyi vartosti geodezichnih robIt // NovI tehnologiyi v budivnitstvi #2. K., 2011. S. 90-93
4. Matveev M.Yu., Sborschikova M.N., Sborschikov S.B. Razvitie sistemy normirovaniya truda za rubezhom // Vestnik MGSU #3. M.: MGSU, 2011. С. 68-74
5. Tipova tehnologichna karta na ustanovlennya opalubki PerI // DP NDIBV K.
6. Sborschikov S. B. Teoreticheskie zakonomernosti i osobennosti organizatsii vozdeystviy na investitsionno-stroitelnyuyu deyatelnost // Vestnik MGSU # 2. М.: MGSU, 2009. S. 183-187
7. Sborschikov S. B., Timoshenko T. G. Osnovnyie polozheniya postroeniya inzhiniringovoy shemyi upravleniya stroitelnyim proizvodstvom // Vestnik MGSU # 4. М.: MGSU, 2009. S. 2002005.

П.Е. Григоровский, Ю.В. Крошка

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ В СОСТАВЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНО-КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ

**Аннотация.** Геодезические работы являются основой для выполнения строительного-монтажных работ, при этом их невозможно отделить от технологического процесса, поскольку: монтаж строительных конструкций выполняют только после разметочных работ (выноса в натуру осей и разметки рисков) монтаж конструкций или опалубки сопровождается измерениями, выверкой и корректировкой их положения; начало следующего этапа строительства требует контрольной геодезической проверки конструкций, смонтированных на предыдущем этапе. Введение в действие объекта строительства невозможно без исполнительной документации, составляют на основе исполнительных геодезических съемок. Таким образом, геодезические работы лежат на критическом пути операций любого технологического процесса. Разработана методика и приведен пример исследования трудозатрат при выполнении геодезических работ в составе технологического процесса возведения монолитно-каркасных зданий, которая может быть применена для создания информационно-математической модели технологического процесса измерений с учетом влияния организационно-технологических факторов.

**Ключевые слова.** Геодезические работы, трудозатраты, информационно-математическая модель технологического процесса измерений

P.Ye. Hryhorovskyy, Yu.V. Kroshka

### METHOD OF RESEARCH OF DURATION OF GEODESIC WORKS IN THE COMPONENT OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF ERECTION OF MONOLITHIC-FRAME BUILDINGS

**Abstract.** Geodetic works are the basis for the execution of construction and assembly works, and they cannot be separated from the technological process, since: the installation of building structures is performed only after the marking works (removal to the nature of axes and marking of risks); installation of structures or formwork is accompanied by measurements, adjustment and adjustment of their position; the beginning of the next stage of construction requires a geodetic inspection of structures assembled in the previous stage. It is impossible to put into operation a construction object without the executive documentation, which is made on the basis of executive surveying surveys. That is, geodetic works lie on the critical path of operations of any technological process. The method is developed and an example of the study of labor costs in the performance of geodetic works in the technological process of erection of monolithic frame buildings, which can be applied to create an information and mathematical model of technological process of measurements taking into account the influence of organizational and technological factors.

**Keywords.** Geodetic works, labor costs, information-mathematical model of the technological process