

ARCHITECTURE

Вибір раціональних методів геодезичних робіт з урахуванням їх впливу на будівельно-монтажні роботи

Ю. В. Крошка³, О. В. Мурашова¹, Ю. В. Фурсов²

¹Державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва ім. В.С. Балицького», м. Київ, Україна

²Харківський національний університет міського господарства ім. В.О. Бекетова, м. Харків, Україна

³Corresponding author. E-mail: deyneka_yulia@ukr.net

Paper received 20.11.19; Accepted for publication 10.12.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-215VII26-05>

Анотація. У статті висвітлено особливості вибору засобів виконання геодезичних робіт в залежності від обраного метода з використанням елементів нечіткої логіки. Встановлений взаємовплив геодезичних та будівельно-монтажних робіт. Отримано результати, що методи і засоби геодезичних робіт та фактори, що впливають на їх вибір, визначаються з досвіду спостережень. Суб'єктивним є визначення ступеню приналежності та ступеню важливості факторів. Для підвищення достовірності вибору цих величин використано експертні висновки фахівців у галузі. Розроблена методика визначення тривалості будівельних робіт з монтажу опалубки колон з застосуванням різних засобів вимірювань.

Ключові слова: геодезичні роботи, вибір засобів вимірювання, експертна система, нечітка логіка, взаємовплив.

Вступ. При застосуванні сучасних технологій виконання будівельних робіт обов'язковим є застосування й сучасних засобів вимірювальної техніки. В процесі будівництва вимірювальні та геодезичні роботи лежать на критичному шляху, тому їх необхідно інтегрувати у будівельний процес і розглядати як один з факторів, що впливатиме не тільки на точність та якість будівельних робіт, а й на терміни їх завершення.

Публікації за темою. Ефективність виконання вимірювальних та геодезичних робіт традиційно розглядається з точки зору забезпечення точності, а при виборі технології виконання будівельних робіт основним критерієм вибору є максимальна продуктивність праці при мінімальних витратах [1, 2, 3, 4, 7]. Доцільно до факторів, що впливають на вибір засобів вимірювальних та геодезичних робіт, крім точності, додати такі: вартість, ергономічність або зручність використання, кількість необхідного персоналу, витрати часу на вимірювання.

Для вибору раціонального методу вимірювальних робіт можна застосувати метод фон Неймана-Моргенштерна [5], який базується на стохастичному характері значень оцінок, де для прийняття рішення враховується вплив сукупності факторів, що носять імовірнісний, невизначений характер. Якщо виконується певна система аксіом (відношення переваг), то для кожної з основних альтернатив задається число, що характеризує числову оцінку отриманих альтернатив. Це означає, що існує певна функція корисності і найкращою є альтернатива, для якої значення функції корисності найбільше.

Ціль. Дослідити особливості вибору засобів виконання геодезичних робіт в залежності від конструктивних та організаційно-технологічних рішень з використанням елементів нечіткої логіки.

Матеріали і методи. Проведемо аналіз вказаним методом впливу вимірювальних робіт на тривалість будівельно-монтажних процесів на прикладі геодезичного забезпечення монтажних робіт улаштування вертикальних колон під час будівництва монолітно-каркасного будинку. Послідовність геодезичного

забезпечення улаштування вертикальних залізобетонних колон на монтажному горизонті є такою: винесення та закріплення основних осей на монтажному горизонті; винесення суміщених осей положення опалубки колон; контроль вертикальності опалубки; контроль геометричних параметрів опалубки; виконання знімання колон.

Методи виконання таких геодезичних робіт можуть бути різними, виконуватись різними приладами. Методи мають різну трудомісткість та вартість, різний вплив на тривалість виконання будівельних робіт, а іноді застосування конкретного методу геодезичних робіт на даному етапі є неможливим за технологічними, технічними, економічними або іншими умовами.

Результати і обговорення. Розглянуто виконання робіт за трьома варіантами різними геодезичними приладами та обладнанням: 1 варіант – традиційними геодезичними приладами (теодоліт, нівелір, рулетка, лінійка, рейка, калькулятор); 2 варіант – сучасними геодезичними приладами (тахеометр, плівковий відбивачі або режим «без відбивача», комп'ютер, геодезична програма); 3 варіант – рейкою-рівнем, що прикріплюється на щит опалубки стін та колон. Вибір варіанту базується на аналізі показників точності, часу та вартості з урахуванням впливу технологічних, природних, метрологічних, економічних, технічних факторів.

Визначимо основні фактори впливу на вибір варіантів виконання геодезичних робіт: точність робіт, величина $СП_m$ – ступінь приналежності; вартість приладів – $СП_6$; витрати часу на виконання роботи, трудомісткість – $СП_7$; кількість геодезистів та допоміжного персоналу – $СП_8$; зручність використання, ергономічність – $СП_9$; можливість виконання робіт в автоматизованому режимі – $СП_a$.

Для кожного з вказаних факторів визначається інтегральне значення $u_m, u_6, u_7, u_8, u_9, u_a$, що характеризує сумарний ступінь приналежності (впливу) фактору на конкретний метод виконання геодезичних робіт.

Ступінь приналежності для кожного фактору впливу визначає число в діапазоні від 0 до 1, яке характеризує ступінь істинності цього методу фактору впливу. Якщо метод не забезпечує виконання робіт з нор-

мативною точністю (фактору впливу), то ступінь приналежності дорівнює 0, а якщо метод забезпечує виконання робіт з надмірною точністю – 1. При забезпеченні точності з невеликим запасом ступінь приналежності може визначатись величиною у діапазоні 0÷1. Якщо ступінь приналежності дорівнює 0, то цей метод робіт не можна застосовувати і його необхідно вилучити з аналізу. Якщо точність та вартість робіт дуже важлива і може характеризуватись величиною 1, а, наприклад, ергономічність приладів – величиною значно меншою. Якщо ступінь важливості дорівнює 0, то цей фактор впливу не має значення для вибору методу робіт і може бути вилучений з розгляду. Результати визначення ступеню приналежності (впливу) факторів на вибір варіантів виконання геодезичних робіт з монтажу вертикальних залізобетонних колон монолітно-каркасного будинку наведені на рис. 1÷5.

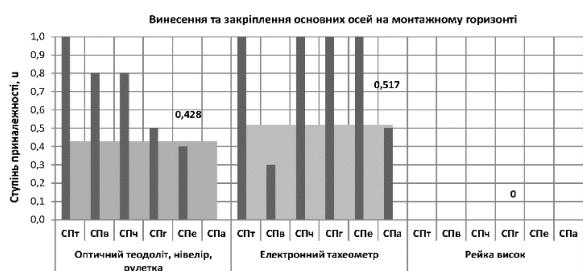


Рис. 1. Ступінь впливу факторів при винесенні основних осей на монтажному горизонті

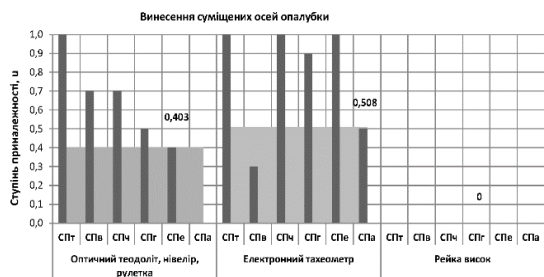


Рис. 2. Ступінь впливу факторів при винесенні суміжних осей положення опалубки колон

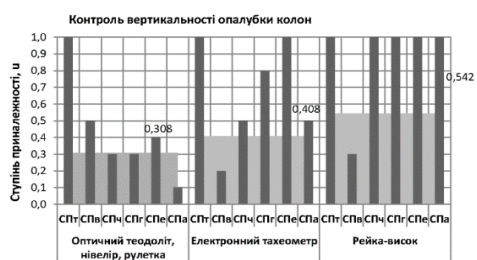


Рис. 3. Ступінь впливу факторів при контролі вертикальності опалубки колон

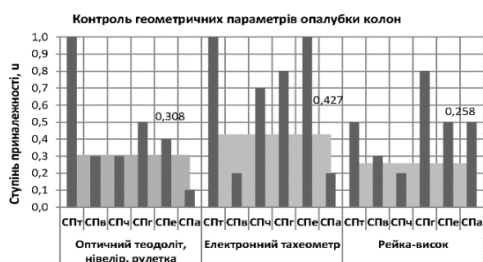


Рис. 4. Ступінь впливу факторів при контролі геометричних параметрів опалубки колон

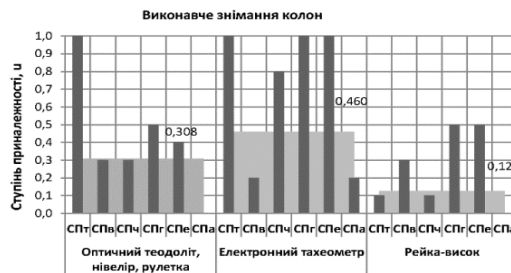


Рис. 5. Ступінь впливу факторів при виконавчому зніманні колон

У проектно-технологічній документації виконання будівельних робіт визначаються основні роботи, де потрібне геодезичне забезпечення, встановлюються основні геодезичні операції для забезпечення цих робіт, засоби і прилади.

Якщо можливі методи і засоби геодезичних робіт та фактори, що впливають на цей вибір, можна досить чітко визначити з досвіду спостережень, то ступінь приналежності та ступінь важливості можна визначити тільки суб'єктивно. Для підвищення достовірності вибору цих величин використано експертні висновки фахівців у галузі. В результаті визначено величини ступеню приналежності $СП$ для всіх факторів впливу ($СП_m = 1; СП_e = 0,5; СП_ч = 1; СП_г = 0,5; СП_е = 0,3; СП_a = 0,3$). Величини ступеню важливості $СВ$, результуючий ступінь приналежності кожного фактору з урахуванням ступеню впливу, визначимо як $СП_i * СВ_i$, де $СВ_i$ – ступінь важливості фактору впливу. Значення впливу для кожного засобу можливо визначити як величину приведених ступенів приналежності всіх факторів для даного засобу (табл. 1):

$$\sum_{i=1}^n СП_i \times СВ_i / n \tag{1}$$

де i – фактор впливу; n – кількість факторів впливу.

Встановлено, що найбільш ефективним для геодезичних робіт з винесення та закріплення основних осей, винесення суміжних осей, контролю геометричних параметрів та виконавчого знімання залізобетонних колон або вертикальних елементів є застосування електронного тахеометра. А для контролю вертикальності опалубки залізобетонних колон або вертикальних елементів є застосування рейки-виска, який прикріплюється до щитів опалубки, і встановлення в вертикальне положення щитів опалубки виконується інженерно-технічним персоналом без залучення ланки геодезистів. Вплив та зв'язок виконання геодезичних та будівельних робіт відстежується через календарне планування (рис. 6). Ланка геодезистів постійно знаходиться на будівельному майданчику, їх витрати праці становлять 14 люд.-днів.

Виконано календарне планування будівельно-монтажних робіт з використанням для геодезичних робіт сучасного тахеометру (рис. 7). Ланці геодезистів не потрібно постійно знаходитись на будівельному майданчику, їх витрати праці на ярусі становить 2,5 люд.-днів, витрати на камеральну обробку результатів становлять 2,5 люд.-днів, загалом 5 люд.-днів.

Аналогічно для будівельно-монтажних робіт з застосуванням рейки-виска (рис. 8), що прикріплюється до щита опалубки і таким чином встановлення опалубки в вертикальне (горизонтальне) положення виконується відразу без коригування опалубки під інстру-

МЕНТ.

Таблиця 1. Результати підрахунку значень істинності до досліджень впливу вимірювальних робіт на тривалість технологічних процесів на етапі будівництва

Геодезичні роботи	Засоби і прилади	CP_m	CP_b	CP_{γ}	CP_{ϵ}	C_{ne}	C_{na}	$\sum_{i=1}^n CP_i \times CB_i / n$
Ступінь впливу		1	0,5	1	0,5	0,3	0,3	
Винесення та закріплення основних осей на монтажному горизонті	Оптичний теодоліт, нівелір, рулетка	1	0,8	0,8	0,5	0,4	0	0,428
	Електронний тахеометр	1	0,3	1	1	1	0,5	0,517
	Рейка-висок	0	0	0	0	0	0	0,000
Винесення суміщених осей положення опалубки колон	Оптичний теодоліт, нівелір, рулетка	1	0,7	0,7	0,5	0,4	0	0,403
	Електронний тахеометр	1	0,3	1	0,9	1	0,5	0,508
	Рейка-висок	0	0	0	0	0	0	0,000
Контроль вертикальності опалубки	Оптичний теодоліт, нівелір, рулетка	1	0,5	0,3	0,3	0,4	0,1	0,308
	Електронний тахеометр	1	0,2	0,5	0,8	1	0,5	0,408
	Рейка-висок	1	0,3	1	1	1	1	0,542
Контроль геометричних параметрів опалубки	Оптичний теодоліт, нівелір, рулетка	1	0,3	0,3	0,5	0,4	0,1	0,308
	Електронний тахеометр	1	0,2	0,7	0,8	1	0,2	0,427
	Рейка-висок	0,5	0,3	0,2	0,8	0,5	0,5	0,258
Виконавче знімання колон	Оптичний теодоліт, нівелір, рулетка	1	0,3	0,3	0,5	0,4	0	0,303
	Електронний тахеометр	1	0,2	0,8	1	1	0,2	0,460
	Рейка-висок	0,1	0,3	0,1	0,5	0,5	0	0,125

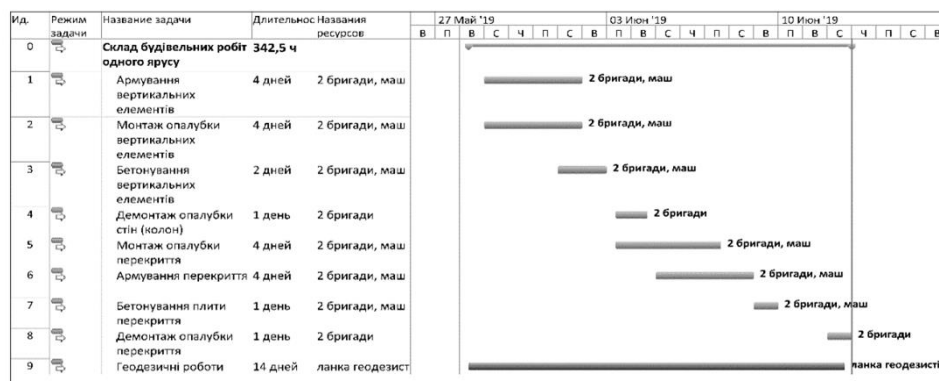


Рис. 6. Календарний графік будівельних робіт на монтажному горизонті

Ланка геодезистів виконує тільки розмічувальні роботи перед початком монтажу опалубки та виконавче знімання готової конструкції після демонтажу опалубки, не потрібно постійно знаходитись на будівельному майданчику, їх витрати праці зменшаться на 1,5 люд.-год. на типовий поверх. Для 24-поверхового будинку це зменшення складає 36 годин.

Висновок: застосування сучасних засобів вимірювальних техніки поряд з сучасними технологіями виконання будівель-

них робіт призводять до скорочення тривалості виконання будівельних робіт без втрати якісних та характеристик точності. Розроблена методика впливу вимірювальних та геодезичних робіт на будівельні, може застосовуватись для вибору методів, засобів та строків геодезичних робіт, під час розробки проектно-технологічної документації фахівцями будівельної галузі.

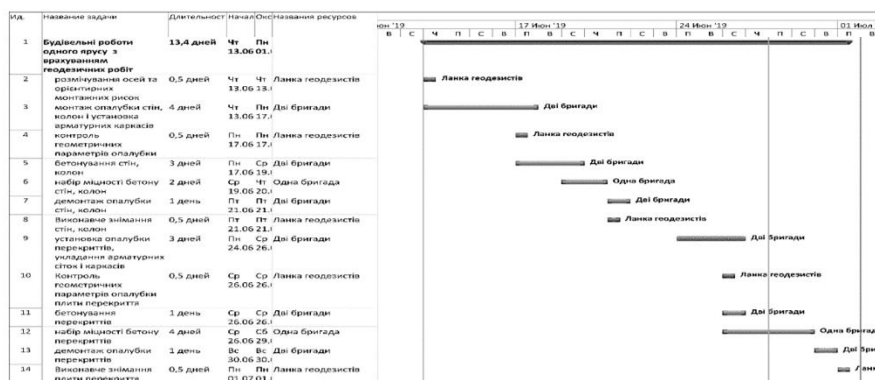


Рис. 7. Календарний графік будівельно-монтажних робіт з використанням тахеометру

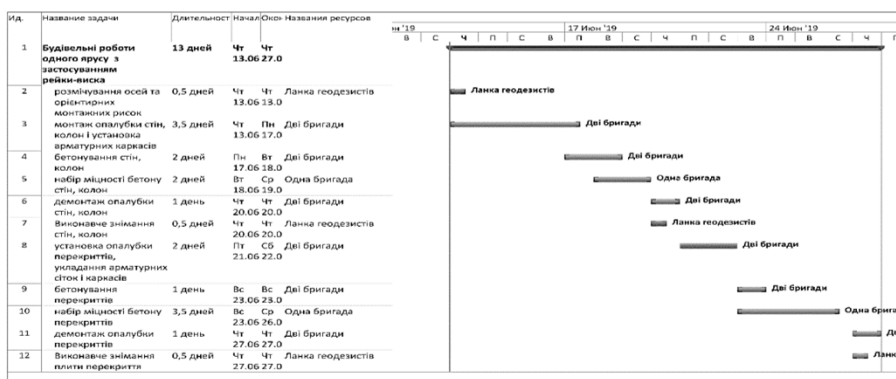


Рис. 8. Календарний графік будівельно-монтажних робіт з застосуванням рейки-віска

ЛІТЕРАТУРА

- Григоровський П.Є. Методологічні основи формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань при зведенні та експлуатації будівель і споруд: автореф. дис. д-ра техн. наук: спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» / П. Є. Григоровський. – Харків: ХНУБА, 2018. – 35 с.
- Білоконь А.І. Організаційно-технологічні аспекти обґрунтування якісного і кількісного складу будівельних машин для реконструкції: автореф. дис. д-ра техн. наук: спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» / А. І. Білоконь. – Харків: ХДТУ-БА, 1998. – 35 с.
- Болотских Н.С. Машины для строительно-монтажных работ: справочник / Н.С. Болотских, И.А. Емельянова, А.Г. Савченко. – К.: Будівельник, 1993. – 341 с.
- Канторер С.Е. Методы обоснования эффективности применения машин в строительстве / С.Е. Канторер. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1969. – 128 с.
- Кушлик-Дивульська О.І. Основи теорії прийняття рішень / О.І. Кушлик-Дивульська, Б.Р. Кушлик. – К., 2014. – 94 с.
- Типова технологічна карта на монтаж і демонтаж системної опалубки PERI – К., ДП НДІБВ, 2014. – 131 с.
- Шумаков И.В. Высокопрочные бетонные полы: технологии, качество, долговечность: монография [Электронный ресурс] / И.В. Шумаков, В.Н.Секретная. Харьков: Мисдрук, 2016. – 220 с. – Режим доступа: http://mirknig.su/knigi/stroitelstvo_i_remont/130079-vysokoprochnye-betonnye-poly-tehnologii-kachestvo-dolgovechnost.html

REFERENCES

- Hryhorovskiy Petro Y. Methodological basis of generating process control and management solutions for instrumental measurements in erecting and usage of buildings and structures: abstract dis. Dr. techh. Sciences: spec. 05.23.08 «Technology and organization of industrial and civil construction» / Petro Y. Hryhorovskiy. – Kharkiv: KHNUCEA, 2018. – 35 p.
- Bilokon A.I. Organizational and technological aspects of substantiation of qualitative and quantitative composition of construction machines for reconstruction: abstract dis. Dr. techh. Sciences: spec. 05.23.08 «Technology and organization of industrial and civil construction» / A. I. Bilokon. – Kharkiv: KHNUCEA, 1998. – 35 p.
- Bolotskikh N.S. Machines for construction works / N.S. Bolotskikh, I.A. Emelyanova, A.G. Savchenko. – K.: Budivelnik, 1993. – 341 p.
- Cantor S.E. Methods for substantiating the effectiveness of machinery in construction / S.E. Cantorer. – M.: Building Literature Publishing House, 1969. – 128 p.
- Kushlik-Divulska O.I., Kushlik B.R. Fundamentals of theory. – K., 2014. – 94 p.
- Technological card for installation and dismantling of system formwork PERI – K., DP NDIBV, 2014. – 131 p.
- Shumakov I.V. Vysokoprochnye betonnye poly: tekhnologii, kachestvo, dolgovechnost: monografiia [E. resurs] / I.V.Shumakov, V.N.Sekretnaia // Kharkov: Miskdruk, 2016.- 220 s. – Rezhim dostupu: http://mirknig.su/knigi/stroitelstvo_i_remont/130079-vysokoprochnye-betonnye-poly-tehnologii-kachestvo-dolgovechnost.html

The choice of rational methods of geodetic works taking into account their influence on construction works

Y. Kroshka, Y. Fursov, O. Murasyova

Abstract. The article describes the features of the choice of means of performing geodetic works, depending on the method chosen using elements of fuzzy logic. The interaction of geodetic and construction works has been established. The results are obtained that the methods and means of geodetic works and the factors that influence their selection are determined from the experience of observations. It is subjective to determine the degree of belonging and the importance of factors. A method for determining the duration of construction works for the installation of columns formwork with the use of various measuring instruments is developed.

Keywords: geodetic works, choice of measuring instruments, expert system, fuzzy logic, mutual influence.