

УДК 624. 131. 2; 725

*П.Є. Григоровський, к. т. н.; Ю. В. Дейнека;
Л.О. Косолап, НДІБВ, Київ***ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ МЕТОДІВ
ВИКОНАННЯ ГЕОДЕЗИЧНОГО
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ БУДІВНИЦТВІ
НСК «ОЛІМПІЙСЬКИЙ»****АНОТАЦІЯ**

У статті висвітлено деякі особливості вибору методів виконання геодезичних робіт. Розглянуті традиційні методи вибору засобів і методів виконання геодезичних робіт. Приведені діаграми Ганта (календарні графіки) для виконання окремих геодезичних робіт по супроводженню реконструкції НСК «Олімпійський». З урахуванням досвіду геодезичних робіт по реконструкції стадіону, зроблена спроба вибору засобів і методів геодезичного забезпечення з використанням елементів нечіткої логіки. Проведена перевірка правильності методу вибору засобів геодезичного забезпечення в умовах конкретних геодезичних робіт.

Ключові слова: геодезичні роботи, вибір засобів виконання геодезичних робіт, НСК «Олімпійський», нечітка логіка.

При проектуванні технології будівельних робіт необхідно враховувати не тільки наявність сучасних методів будівництва, але і сучасні методи та засоби виконання геодезичних робіт. У процесі будівництва геодезичні роботи, як правило, знаходяться на критичному шляху, тому вони мають розглядатися як один з етапів будівельного процесу, що впливає не тільки на точність основних робіт, але і на терміни, якість їх виконання та інші чинники.

Як правило, ефективність виконання геодезичних робіт у переважній більшості публікацій розглядається з точки зору забезпечення точності їх виконання, а при вирішенні питання вибору технології виконання будівельних робіт використовують критерії максимальної продуктивності праці при мінімальних витратах [1],[2],[3]. У зв'язку з цим доцільно розглянути питання організації геодезичних робіт та вибору засобів і методів їх виконання не тільки з урахуванням критерію забезпечення точності, а і з точки зору їх науково-методологічної доцільності щодо забезпечення мінімаль-

них термінів, вартості, якості виконання будівельних робіт при забезпеченні їх проектною точністю.

В останні роки широке застосування знаходить теорія нечіткої логіки та експертних систем на її основі [4], [5]. Нечітка логіка дозволяє на основі нечітких тверджень одержати однозначне рішення проблеми з досить великою ймовірністю її правильності. В цій статті зроблена спроба вибору технології геодезичного забезпечення для виконання будівельних робіт із використанням елементів нечіткої логіки.

Порівняння виконаємо на прикладі геодезичного забезпечення монтажних робіт із реконструкції стадіону «Олімпійський» у місті Києві, а саме розглянемо процес вхідного контролю, складання колон перед зварюванням та контроль геометричних параметрів колон після зварювання, а також монтаж металевих колон покрівлі стадіону.

Колони складаються з двох частин: фасадної та похилої. Ці частини колони доставляються на стадіон окремо і на спеціальному стенді складаються (зварюються) в одну колону. При цьому завданням геодезичного забезпечення є визначення геометрії кожної частини колони окремо та визначення геометричних параметрів перед та після зварювання на стенді.

Перед початком зварювання до встановлення тимчасового приміщення, в якому будуть виконуватися зварювальні роботи, та після закінчення зварювання, демонтажу тимчасового приміщення та повного охолодження конструкції виконується контроль геометричних параметрів елементів металоконструкцій покрівлі геодезичною службою замовника.

За результатами контролю перед зварюванням може бути прийняте рішення щодо коригування положення конструкції та повторного контролю після коригування.

На рис. 1 представлено загальний вигляд розміщення колон на стенді, а на рис. 2 — загальний вигляд монтажу колони. На рис. 3 наведено фрагмент діаграми Ганта (календарного графіка) для монтажу двох колон, що монтуються послідовно одна за другою з деякою затримкою в часі. Вертикальні лінії на діаграмі нанесені з інтервалом в один день.

Найбільш тривалим є процес складання колон на спеціально підготовлених стендах на полі стадіону, в якому значне місце займають геодезичні роботи (встановлення та контроль проектних гео-



Рис. 1. Загальний вигляд розміщення колон на стенді



Рис. 2. Загальний вигляд монтажу колони

метричних параметрів колони в зборі перед та після зварювання на стенді, контроль співвісності та площинності колони, незалежний геодезичний контроль геометричних параметрів колони представниками замовника).

Методи виконання цих робіт можуть бути різними, виконуватись різними приладами. Крім того, кожен метод має різну трудомісткість та вартість, різний вплив на термін виконання монтажних робіт, а іноді застосування конкретного методу геодезичних робіт на даному етапі робіт неможливе за технологічними, технічними, економічними чи іншими критеріями.

У нашому випадку розглянемо три варіанти засобів вимірювань, які можна застосовувати при геодезичному забезпеченні складання металевих колон покрівлі НСК «Олімпійський»:

- оптичний теодоліт, рулетка, лінійка, калькулятор;
- електронний теодоліт, рулетка, лінійка, калькулятор;
- електронний тахеометр, плівкові відбивачі.

Перелік методів та засобів вимірювань може бути дуже великим. Вибір оптимального методу має базуватись на аналізі показників точності, часу та вартості з врахуванням впливу технологічних, природних, метрологічних, економічних, технічних та інших критеріїв.

Для початку необхідно визначити фактори впливу. З досвіду можна визначити основні фактори, що впливають на вибір засобів виконання геодезичних робіт, та їх ступінь належності:

- точність робіт, а величина СПт – ступінь належності;
- затрати часу на виконання роботи, трудомісткість – СПч;

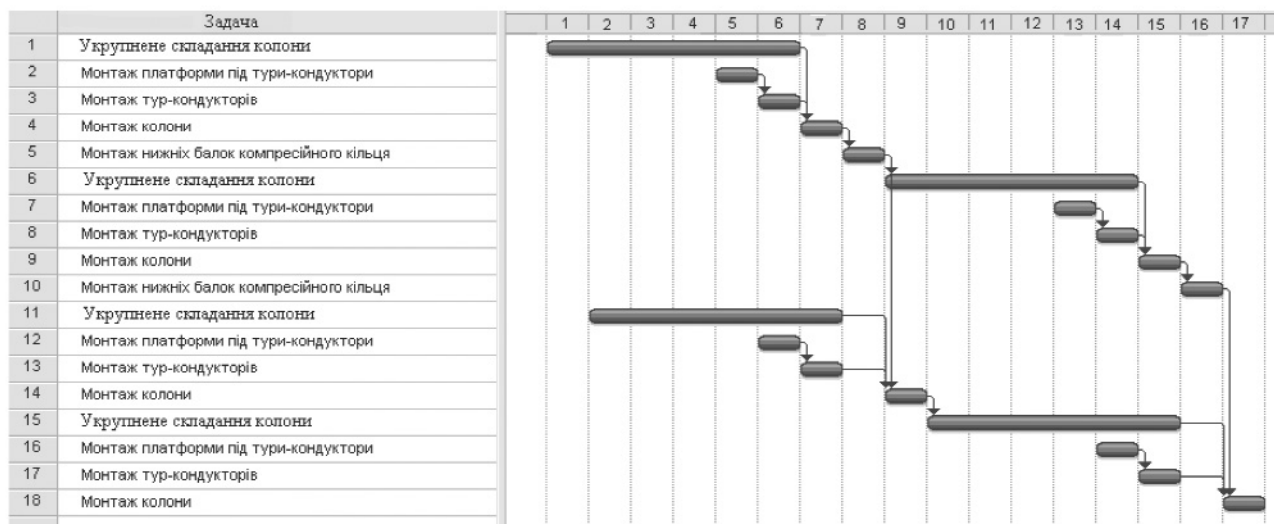


Рис. 3. Фрагмент діаграми Ганта на виконання монтажних робіт

- вартість приладів – СПв;
- кількість геодезистів та допоміжного персоналу – СПк;
- зручність використання – СПз;
- можливість використання приладів для подальшого моніторингу стану металоконструкцій – СПм.

Це тільки основні фактори, що будуть використані у цьому прикладі.

Можливість врахування всіх факторів при встановленні ефективності засобів та методів геодезичних робіт не є очевидною, оскільки фактори, які впливають на неї, не дуже не чіткі, рішення залежать від технологічних, технічних, метрологічних критеріїв, від суб'єктивного підходу виконавців робіт і навіть від природних факторів. У результаті необхідно прийняти рішення про вибір найбільш прийнятних засобів виконання геодезичних робіт.

Для розв'язання цієї задачі застосуємо елементи нечіткої логіки, експертні оцінки та визначимо:

- можливі методи і засоби виконання геодезичних робіт для кожної операції монтажу;
- фактори, що впливають на вибір методів і засобів геодезичних робіт;
- ступінь належності цих факторів до конкретного методу і засобу виконання геодезичних робіт;
- ступінь важливості впливу цих факторів на вибір методів і засобів геодезичних робіт;
- значення істинності для кожного методу (це величина, що характеризує відповідність всіх факторів методу геодезичних робіт для кожної операції монтажу). Тобто для кожної операції монта-

жу визначають одне значення, яке характеризує сумарний ступінь належності всіх факторів до конкретного методу.

Ступінь належності ставить у відповідність фактору впливу число в діапазоні 0...1, яке характеризує ступінь впевненості у відповідності цього методу фактору впливу. Наприклад, якщо метод не забезпечує виконання точності робіт (фактору впливу), то ступінь належності дорівнює 0, а якщо метод забезпечує точність з великим запасом, – 1. При забезпеченні точності з невеликим запасом ступінь належності може визначатись величиною в діапазоні 0...1. Якщо ступінь належності дорівнює 0, то це означає, що цей метод та засоби геодезичних робіт не можуть використовуватись для відповідних робіт і мають бути виключені з аналізу.

Ступінь важливості факторів впливу ставить у відповідність фактору число в діапазоні 0..1, яке характеризує ступінь впливу фактора на прийняття рішення про вибір методів засобів геодезичних робіт. Наприклад, точність та вартість геодезичних робіт дуже важливі і може характеризуватись величиною 1, а, наприклад, ергономічність приладів – величиною значно меншою. Якщо ступінь важливості дорівнює 0, то це означає, що цей фактор впливу не має значення для вибору методу геодезичних робіт і має бути виключений з розгляду.

Якщо можливі методи і засоби геодезичних робіт та фактори, що впливають на цей вибір, можна досить чітко визначити з досвіду виконання геодезичних робіт, то ступінь належності та ступінь важливості можна визначити тільки суб'єктивно.

Для підвищення достовірності вибору цих величин потрібно використовувати експертні висновки фахівців у галузі геодезичних та монтажних робіт.

З аналізу програми виконання монтажних робіт можна визначити основні роботи з монтажу металоконструкцій, для яких потрібне геодезичне

забезпечення. Основні геодезичні операції для забезпечення цих робіт наведені в таблиці 1. Засоби і прилади, що можуть використовуватися при таких роботах, зведені в таблицю 1.

Звичайно, це тільки основні фактори, що будуть використані у цьому прикладі.

Таблиця 1 Результати підрахунку значень істинності

Геодезичні роботи	Засоби і прилади	СП ₁	СП ₂	СП ₃	СП ₄	СП ₅	СП ₆	$\sum_{i=1}^n СП_i \times СВ_i / n$
Ступінь впливу		1	1	0,5	0,5	0,3	0,3	
Монтаж закладної деталі								
Контроль висотного положення кондуктора	Оптичний теодоліт, рулетка	0,8	0,8	0,8	0,5	0,5	0,5	0,425
	Електронний теодоліт, рулетка	1,0	0,9	0,5	0,7	0,7	0,6	0,482
	Електронний тахеометр	1,0	1,0	0,3	1,0	1,0	1,0	0,542
Контроль проектної відстані між закладними кондукторами Д-1	Оптичний теодоліт, рулетка	0,5	0,5	0,8	0,5	0,5	0,5	0,325
	Електронний теодоліт, рулетка	1,0	0,9	0,5	0,7	0,7	0,6	0,482
	Електронний тахеометр	1,0	1,0	0,3	1,0	1,0	1,0	0,542
Контроль відхилення кондуктора від проектного положення після виконання бетонування	Оптичний теодоліт, рулетка	0,3	0,5	0,8	0,5	0,5	0,5	0,292
	Електронний теодоліт, рулетка	1,0	0,9	0,5	0,7	0,7	0,6	0,482
	Електронний тахеометр	1,0	1,0	0,3	1,0	1,0	1,0	0,542
Контроль планового та висотного положення закладної ЗД-1	Оптичний теодоліт, рулетка	0,5	0,8	0,8	0,5	0,5	0,5	0,375
	Електронний теодоліт, рулетка	1,0	0,9	0,5	0,7	0,7	0,6	0,482
	Електронний тахеометр	1,0	1,0	0,3	1,0	1,0	1,0	0,542
Складання колони								
Контроль горизонтальності поверхні опор під колони	Оптичний теодоліт, рулетка	0,5	0,8	0,8	0,5	0,5	0,5	0,375
	Електронний теодоліт, рулетка	1,0	0,9	0,5	0,7	0,7	0,6	0,482
	Електронний тахеометр	1,0	1,0	0,3	1,0	1,0	1,0	0,542
Вивірка точки опори колони	Оптичний теодоліт, рулетка	0,5	0,8	0,8	0,5	0,5	0,5	0,375
	Електронний теодоліт, рулетка	1,0	0,9	0,5	0,7	0,7	0,6	0,482
	Електронний тахеометр	1,0	1,0	0,3	1,0	1,0	1,0	0,542
Контроль горизонтальності нижньої колони	Оптичний теодоліт, рулетка	0,5	0,8	0,8	0,5	0,5	0,5	0,375
	Електронний теодоліт, рулетка	1,0	0,9	0,5	0,7	0,7	0,6	0,482
	Електронний тахеометр	1,0	1,0	0,3	1,0	1,0	1,0	0,542
Контроль геометричних розмірів колони	Оптичний теодоліт, рулетка	0,3	0,3	0,8	0,5	0,5	0,5	0,258
	Електронний теодоліт, рулетка	1,0	0,9	0,5	0,7	0,7	0,6	0,482
	Електронний тахеометр	1,0	1,0	0,3	1,0	1,0	1,0	0,567
Контроль співвісності та площистості колони	Оптичний теодоліт, рулетка	0,5	0,8	0,8	0,5	0,5	0,5	0,375
	Електронний теодоліт, рулетка	1,0	0,9	0,5	0,7	0,7	0,6	0,482
	Електронний тахеометр	1,0	1,0	0,3	1,0	1,0	1,0	0,542
Монтаж колони								
Контроль та виведення в проектне положення контрольної точки 100	Оптичний теодоліт, рулетка	0,8	0,8	0,8	0,5	0,5	0,5	0,425
	Електронний теодоліт, рулетка	1,0	0,9	0,5	0,7	0,7	0,6	0,482
	Електронний тахеометр	1,0	1,0	0,3	1,0	1,0	1,0	0,492
Контроль та виведення в проектне положення контрольної точки 200	Оптичний теодоліт, рулетка	0,8	0,8	0,8	0,5	0,5	0,5	0,425
	Електронний теодоліт, рулетка	1,0	0,9	0,5	0,7	0,7	0,6	0,482
	Електронний тахеометр	1,0	1,0	0,3	1,0	1,0	1,0	0,492



Рис. 4 Проведення геодезичних робіт при складанні колони

Ступінь належності всіх факторів СП та ступінь важливості факторів СВ визначались опитуванням п'яти спеціалістів в галузі геодезії та будівництва (експертів). У результаті опитування визначено величини СП для всіх факторів впливу (СП_т = 1; СП_ч = 1; СП_в = 0,5; СП_к = 0,5; СП_з = 0,3; СП_м = 0,3). Визначені величини СВ наведені в таблиці 1.

Результуючий ступінь належності кожного фактору з врахуванням ступеня важливості можна визначити як СП_і* СВ_і, де і – фактор впливу.

Значення істинності для кожного засобу можна визначити як величину приведених ступенів належності всіх факторів даному засобу, тобто

$$\sum_{i=1}^n \text{СП}_i \times \text{СВ}_i / n ,$$

де і – фактор впливу;

n – кількість факторів впливу.

У таблиці 1 зведені результати підрахунку значень істинності для кожного засобу.

Із аналізу результатів можна зробити висновок, що найбільш прийнятним є застосування для всіх вказаних геодезичних робіт при реконструкції стадіону електронного тахеометра. На рис. 4 показано момент геодезичних робіт з використанням

вибраних засобів відповідно до вищезазначеного.

На рис. 5 наведено фрагмент графіка Ганта (календарного графіку) виконання робіт із складання колон із використанням оптичного теодоліта з рулеткою, на рис. 6 – з використанням електронного теодоліта з рулеткою, а на рис. 7 – електронного тахеометра. Календарний графік при використанні електронного тахеометра побудований на основі хронометражу при забезпечені монтажних робіт на реконструкції стадіону, а інші - на основі експертних оцінок п'яти спеціалістів у галузі геодезії.

При виконанні вимірів оптичним теодолітом для визначення всіх геометричних параметрів колони перед та після зварювання на стенді необхідно як мінімум дві стоянки приладу. На кожній стоянці приладу необхідно виконати такі операції: встановлення та приведення приладу в робочий стан, встановлення лінійки чи іншого засобу для відліку, (круг ліворуч), запис відліку на паперовий носій, взяття відліку (круг праворуч), запис відліку на паперовий носій, розрахунок кута на калькуляторі, визначення відстані за допомогою рулетки, обробка результатів на калькуляторі.

При виконанні вимірів електронним теодолітом для визначення всіх геометричних параметрів колони перед та після зварювання на стенді необхідно як мінімум дві стоянки приладу. На кожній стоянці приладу необхідно виконати такі операції: встановлення та приведення приладу в робочий стан, встановлення лінійки чи іншого засобу для взяття по ньому відліку, наведення та взяття відліку по КЛ, вибір відповідної програми вимірів у меню приладу, наведення та взяття відліку з першої контрольної точки, наведення та взяття відліку з другої контрольної точки, запис відліку до пам'яті приладу або запис результату з дисплею теодоліта на паперовий носій, розрахунок кута на калькуляторі, визначення відстані за допомогою рулетки, обробка результатів на калькуляторі.

При виконанні вимірів електронним тахеометром для визначення всіх геометричних параметрів колони перед та після зварювання на стенді, необхідна одна стоянка приладу, на якій необхідно виконати наступні операції: встановлення та приведення приладу в робочий стан, маркування плівковими відбивачами контрольних точок, вибір відповідної програми вимірів у меню приладу, наведення та взяття відліку з відбивача першої контрольної точки, наведення та взяття відліку з відбивача другої контрольної точки, запис відліку

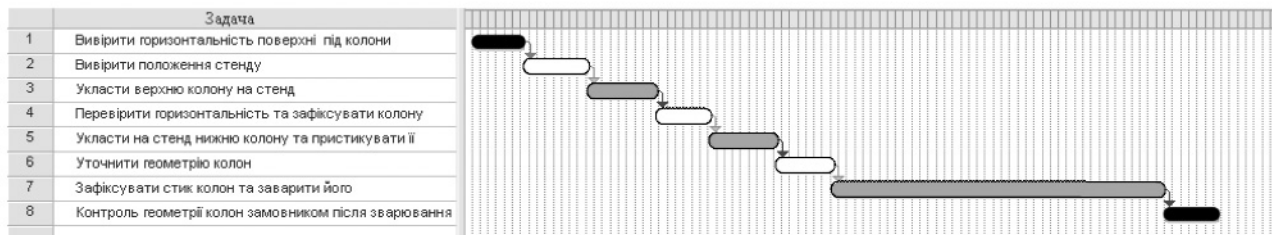


Рис. 5. Фрагмент графіка Ганта для складання колони з використанням оптичного теодоліта

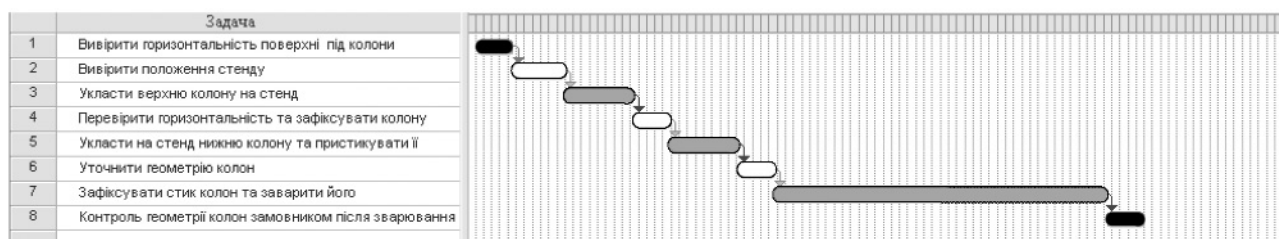


Рис. 6. Фрагмент графіка Ганта для складання колони з використанням електронного теодоліта

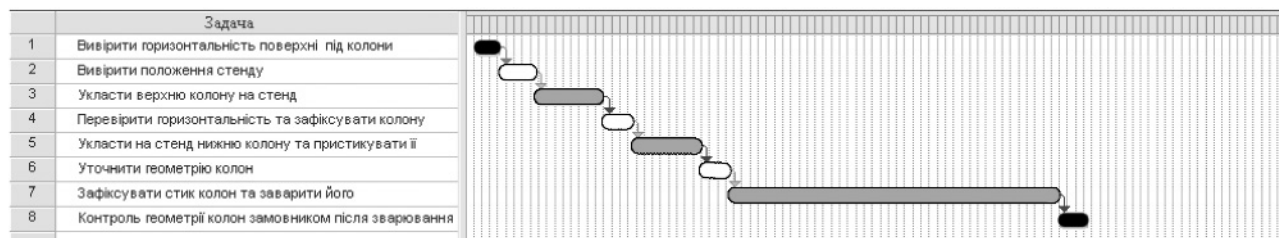


Рис. 7. Фрагмент графіка Ганта для складання колони з використанням електронного тахеометра

до пам'яті приладу або запис результату з дисплея тахеометра на паперовий носій.

Чорним кольором на рисунках виділені етапи виконання геодезичних робіт, білим кольором – монтажні роботи, які супроводжуються геодезичними, а сірим – тільки монтажні роботи. На рисунках нанесена шкала часу у вигляді вертикальних ліній з інтервалом в одну годину та лінії зі стрілками, що показують зв'язки між окремими процесами.

Геодезичне забезпечення складання колон виконується в єдиному циклі з виконанням монтажних робіт. Причому до закінчення виконання геодезичних операцій продовження монтажу неможливо, а всі монтажні роботи, що виконуються в районі стенду, повинні бути призупинені до закінчення геодезичних операцій, для зменшення впливу вібрацій на точність вимірів.

Із аналізу графіків Ганта видно, що при використанні електронного тахеометра суттєво скорочується час на виконання робіт з монтажу колон (до 14 год. на один цикл монтажу колон). Тобто підтверджується правильність вибору засобів гео-

дезичних робіт, що наведено вище.

При подальшому вдосконаленні наведеної методики необхідно для всіх геодезичних робіт та засобів їх виконання виробити чіткі критерії прийняття рішень щодо факторів впливу та ступеня їх важливості, оскільки такі критерії досі не сформульовані. Розробка експертної системи оцінки на основі цих критеріїв дасть можливість спростити процес вибору варіантів та підвищити ефективність виконання геодезичних робіт, як з врахуванням критерію забезпечення точності, так і з точки зору забезпечення мінімальних термінів, вартості, якості виконання будівельних робіт при забезпеченні їх проектної точності.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.1.3-2:2010 Геодезичні роботи у будівництві.
2. Войтенко С.П. Інженерна геодезія. – Київ, «Знання», 2009.
3. Канюка Н.С., Резуник А.В., Новицький А.А. Комплексная механизация трудоемких работ в строительстве. – Киев, «Будівельник», 1977.

4. Канторер С.Е., *Методы обоснования эффективности применения машин в строительстве*, - М.: Издательство литературы по строительству, 1969.

5. Палкин Н. «Нечеткая логика – математические основы». *Энергосбережение, автоматизация в промышленности, интеллектуальные здания и АСУТП. Сборник статей*. - М.: 08.11.2010.

6. Мелихов А.Н. и др. *Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой*. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат.лит., 1990.

АННОТАЦИЯ

В статье освещены некоторые особенности выбора методов выполнения геодезических работ. Рассмотрены традиционные методы выбора средств и методов выполнения геодезических работ. Приведены диаграммы Ганта (календарные графики) для выполнения отдельных геодезических работ по сопровождению реконструкции НСК «Олимпийский». С учетом опыта геодезических работ по реконструкции стадиона, сделана попытка выбора средств и методов геодезического обеспечения с использованием элементов нечеткой логики. Приведена проверка правильности метода выбора средств геодезического обеспечения в условиях конкретных геодезических работ.

Ключевые слова: геодезические работы, выбор средств выполнения геодезических работ, НСК «Олимпийский», нечеткая логика.

ANNOTATION

Some features of choice of methods of implementation of geodesic works are lighted up in the article. The traditional methods of choice of facilities and methods of implementation of geodesic works are considered. Diagrams over of Ганта (calendar charts) are brought for implementation of separate geodesic works on accompaniment of reconstruction of НСК «Olympic». Taking into account experience of geodesic works on the reconstruction of stadium, given it a shot choice of facilities and methods of the geodesic providing with the use of elements of fuzzy logic. Verification over of rightness of method of choice of facilities of the geodesic providing is brought, in the conditions of concrete geodesic works.

Keywords: Geodesic works, choice of facilities of implementation of geodesic works, НСК «Olympic», fuzzy logic.

УДК 624.131.2;725

П. Є. Григоровський, к. т. н.;
Ю. В. Дейнека, НДІБВ, Київ

ДОСВІД ПРОВЕДЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНОГО МОНІТОРИНГУ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ НСК «ОЛІМПІЙСЬКИЙ»

АНОТАЦІЯ

В статті висвітлено досвід проведення моніторингу стану споруд НСК «Олімпійський» в процесі його реконструкції. Описані прилади, які використовувались при моніторингу та місця їх розташування. Наведені методи вимірювання та контролю. Наведені результати моніторингу та висновки за результатами робіт.

Ключові слова: Моніторинг, НСК «Олімпійський», прилади для моніторингу, результати.

Важливим пунктом європейських вимог щодо реконструкції НСК «Олімпійський» в м. Києві на етапі підготовки стадіону до чемпіонату «Євро – 2012» є обов'язковий моніторинг стану відповідальних конструкцій як в період будівництва, так і в процесі його подальшої експлуатації.

У даній роботі висвітлено деякі аспекти проведення геодезичного моніторингу конструкцій на підставі досвіду його виконання в процесі реконструкції НСК «Олімпійський».

Важливість виконання робіт з моніторингу стану конструкцій впливає з:

- необхідності раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій при експлуатації НСК, що можуть призвести до руйнування конструкцій споруди;

- високого рівня відповідальності об'єкта, що визначається можливими катастрофічними соціальними наслідками руйнування споруди при проведенні спортивних заходів з участю великої кількості глядачів;

- необхідності своєчасної перевірки відповідності фактичних значень технічних параметрів конструкцій і вузлів їх проектним значенням.

Об'єктами НСК, можливість руйнування яких несе загрозу надзвичайних ситуацій, є, в першу чергу, другий ярус трибун для глядачів, який змонтовано на 80 залізобетонних опорах, вантове покриття, його металеві несучі колони та дах, що буде покривати другий ярус. Дах базується на 80 мета-