

ВИЗНАЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ПЕРЕНЕСЕННЯ ПРОЕКТУ ІНЖЕНЕРНОЇ СПОРУДИ НА МІСЦЕВІСТЬ

Арсеньєва Н.О.¹, Синовець О.С.¹,

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. Під час виконання перенесення проекту споруди в натуру виникає необхідність підготовки геодезичних даних та визначення точності розмічування і належного контролю при підготовці до будівництва інженерних споруд. Ці функції виконує інженерно-геодезичний моніторинг. Вірний підхід до визначення точності перенесення проекту на місцевість та коректний метод обчислення похибок у процесі виконання вимірів здійснюється за допомогою основних методів та заходів інженерно-геодезичного моніторингу.

Ключові слова: інженерно-геодезичний моніторинг, контроль геодезичних вимірювань у будівництві, гранична відносна похибка, точність геодезичних вимірювань.

Вступ

Геодезичні роботи у будівництві – геодезичний супровід будівництва – є певним комплексом обчислень, вимірювань і побудов у натурі та кресленнях, що забезпечує точне і правильне розташування споруджуваних об'єктів. Зведення планувальних і конструктивних елементів повинні відповідати нормативним документам і геометричним параметрам проекту. Технологічна послідовність і зміст геодезичного супроводу визначаються видом інженерної споруди та пов'язаними з цим особливостями проектування та будівництва [1].

Винесення проекту в натуру – це процес знаходження на місцевості положення точок споруди за даними, зазначеними у проекті. У більшості випадків винесення проекту здійснюється у вигляді розбиття осей будівель і споруд, але під час будівництва лінійних об'єктів, інженерних мереж, тимчасових споруд, деяких будівель і улаштування котлованів не завжди використовуються осі.

Перш ніж починати будь-яке будівництво, необхідно намітити фронт робіт і отримати уявлення про реальний стан споруд на місцевості. Для цього проводиться винесення проекту в натуру. Дуже важливо брати до уваги не тільки геометрію об'єкта, а й особливості навколишнього середовища: сторони світу, ландшафт, найближчі будівлі й багато іншого. Всі ці фактори враховує розбивочне креслення – найважливіший документ для винесення проекту в натуру.

Винесення в натуру – роботи, що проводяться кадастровими інженерами, включають в себе перенесення на земельну ділянку або об'єкт будівництва, за координатами із проекту, осей, точок і червоних ліній. Після ви-

конання робіт на місцевості будуть представлені проектні параметри, закріплені спеціальними знаками або марками.

Перенесення проекту в натуру – складова частина будівельного виробництва. Від правильної постановки розбивочних робіт залежать якість, темпи і вартість будівництва.

Аналіз публікацій

В наш час в Україні питанням геодезичного моніторингу та геодезичному забезпеченню в будівництві приділяється недостатньо уваги. Практично відсутнє в Україні й нормативне забезпечення для інженерно-геодезичного моніторингу в будівництві. Публікації, які висвітлюють питання геодезичного моніторингу, опубліковані колективами вчених різних наукових шкіл. В Україні мають багаті наукові традиції та праці, присвячені цьому питанню, такі наукові школи: НУ «Львівська політехніка» – керівник Третьяк К.Р., КНУБА – керівник Войтенко С.П. [3, 4]. Але всі вітчизняні публікації носять в основному експериментальний характер [3, 4]. За кордоном найбільш відомі наукові школи з геодезичного моніторингу працюють в університетах Нового Брунсвіка (Канада), публікації А. Chrzanowski, J.M. Secord, Чехії – А. Корасік, Р. Кюрінович, А. Хостінова, М. Зрінські, Польщі – Дарія Філіп'як-Ковський, Artur Janowski, Jakub Szulwic, Krzysztof Wilde, Італії – Marco Di Mauro, Бельгії – Joel Van Cranenbroeck, а також Австрії, Швейцарії та Німеччини [5–7].

Мета і постановка завдання

Метою роботи є обґрунтування визначення точності геодезичних вимірювань у разі перенесення проекту на місцевість, а також

визначення величини окремих джерел помилок, що впливають на точність виносу точки в натуру. Згідно з метою досліджень необхідно встановити, які методи визначення точності геодезичних вимірювань є найбільш придатними та коректними для окремих випадків інженерно-геодезичного моніторингу при будівництві споруд.

Алгоритм визначення точності перенесення проекту

При сучасних методах будівництва зі збірних конструкцій потрібні чітка організація та висока точність розбивочних робіт. Тому при розрахунку точності розбивочних робіт необхідно виходити з допустимих відхилень розмірів будівель і споруд від їх проектних значень.

Розрахунок точності повинен виконуватися у процесі проектування типових, експериментальних та індивідуальних споруд.

Вибір необхідної та достатньої точності виносу проекту в натуру і монтажу об'єктів будівництва здійснюється виходячи з функціональних вимог до окремих деталей та елементів будівель і споруд з урахуванням технологічних можливостей сучасного виробництва.

Точність геодезичних розбивочних робіт регламентується допусками розбивки осей у плані, передачі осей по вертикалі та передачі проектних відміток.

Методи перенесення точки із проекту на місцевість [7]:

- 1) метод прямокутних координат (спосіб перпендикулярів);
- 2) метод полярних координат (полярний спосіб);
- 3) метод засічок – лінійних і кутових;
- 4) метод створів.

Однак виконання цих методів під час розбивочних робіт і при зйомці місцевості є різним. Це пояснюється тим, що при зйомці положення точок на місцевості є відомим, а при винесенні з проекту – невідомим. Тому при зйомці ведеться процес вимірювання невідомих відстаней і горизонтальних кутів, за допомогою яких можна нанести точку місцевості на план, а у випадку винесення точок із проекту на місцевість ведеться процес відкладення відомих відстаней і побудови відомих горизонтальних кутів для визначення положення проектних точок на місцевості.

Якщо проектна точка розташована у створі наявних на місцевості будівель або споруд, то для винесення точки слід спочатку розби-

ти на місцевості лінію, паралельну лінії будівлі або споруди, щоб можна було встановлювати на ній теодоліт, і від цієї лінії визначати положення проектної точки на місцевості. Для розбиття паралельної лінії треба відкласти рулеткою два коротких рівних перпендикуляри (не більше одного метра) від двох точок забудови і закріпити кінці перпендикулярів на місцевості. На продовженні отриманої лінії відкласти від неї два таких же перпендикуляри у сторону створу забудови і таким чином визначити місце розташування останнього на місцевості.

Планове положення проектних точок у їх винесення на місцевість можна отримати різними способами. Застосування кожного зі способів диктується топографічними умовами місцевості, густотою вихідних пунктів, конфігурацією проектних об'єктів, наявністю засобів вимірювальної техніки та іншими факторами.

Помилки, залежні від геометрії способу розбиття, тобто від способу побудови в натурі проектних ліній і кутів, називають помилками власне розбивочних робіт.

На точність розбивочних робіт впливають помилки вихідних даних, тобто помилки в положенні опорних пунктів, з яких виробляється розбиття. Їх враховувати досить складно, тому для кожного способу розбиття визначають їх наближені значення.

Помилка фіксації виникає при фіксуванні точки в натурі. У випадку відкладення проектних кутів і задання проектного напрямку виникають помилки центрування кутомірного приладу і візирних цілей та помилки візування.

Незалежно від обраного методу винесення на місцевість проектних точок, до початку польових робіт у камеральних умовах обчислюють відповідні проектні значення горизонтальних кутів і відстаней – геодезичні елементи. Для цього використовують відповідні формули і роблять необхідні розрахунки. За отриманими даними складають розбивочні креслення виносу в натуру проектних точок, що є одним з основних графічних документів, що належать до складу проекту виробництва розбивочних робіт.

Метод прямокутних координат застосовують за наявності на будівельному майданчику будівельної сітки або раніше зведених будівель і споруд. При цьому необхідно, щоб осі, що розбивають будівлі або споруди, були паралельними сторонам будівельної сітки.

Суть методу полягає в тому [7, 8], що на місцевості положення проектної точки C можна визначити від вихідної лінії, наприклад 1–2 (рис. 1), за допомогою двох відрізків $S_1 = x$ і $S_2 = y$, один з яких відкладають у напрямку лінії 1–2, а інший S_2 – за перпендикуляром до неї.

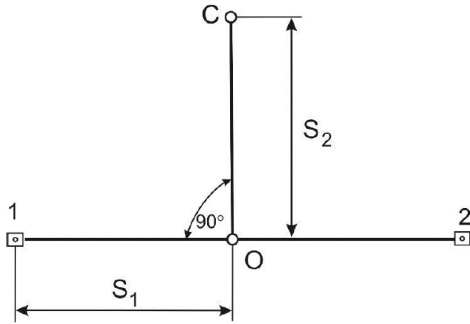


Рис. 1. Розбиття методом прямокутних координат

Прямий кут із вершиною в точці O можна побудувати залежно від необхідної точності різними способами. Так, у процесі виконання робіт технічної точності, якщо відрізок S_2 виявиться менше 5 м, то прямий кут можна побудувати за допомогою рулетки. У тому випадку, коли $5 \text{ м} < S_2 < 25 \text{ м}$, для побудови прямого кута можна застосувати екер, а в усіх інших випадках при роботі потрібно використовувати теодоліт.

Точність положення точки C відносно початкової лінії на місцевості залежить, головним чином, від точності відкладання проектних відстаней, побудови прямого кута і довжини проектних відрізків. Середню квадратичну похибку положення проектної точки відносно початкової лінії можна обчислити за формулою [7]

$$m_C^2 = m_{S_1}^2 + m_{S_2}^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2 S_2^2 + m_{\text{вих}}^2 + m_\phi^2, \quad (1)$$

де m_{S_1} – середня квадратична похибка побудови проектного відстані S_1 ; m_β – середня квадратична похибка побудови проектного кута; $m_{\text{вих}}$ – середня квадратична похибка положення пунктів 1 і 2; m_ϕ – середня квадратична похибка фіксації проектної точки на місцевості; $\rho = 206265''$.

З формули випливає, що при винесенні на місцевість проектної точки способом прямо-

кутних координат найбільший з відрізків слід відкласти уздовж вихідної лінії, а найбільш короткий – по перпендикуляру до неї.

Цей метод зручно застосовувати в умовах слабо пересіченій відкритій місцевості.

Метод полярних координат застосовується головним чином для виносу в натуру з пунктів геодезичної основи червоних ліній, точок перетину поздовжніх і поперечних осей будівель, споруд, а також колодязів і кутів повороту трас комунікацій.

Суть роботи по перенесенню на місцевість проектної точки C (рис. 2) полягає в побудові проектного горизонтального кута β і відкладанні за отриманим напрямком проектної відстані S . Проектний кут і проектна відстань є розбивочними елементами.

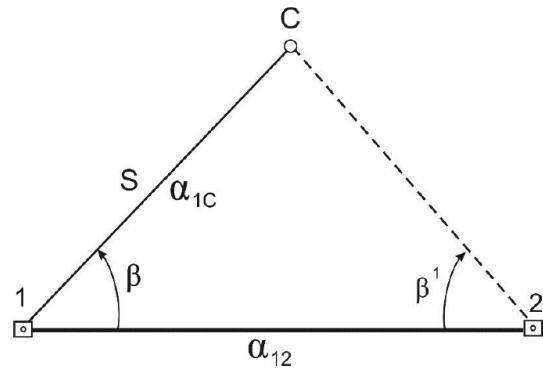


Рис. 2. Винос проектної точки методом полярних координат

Точність положення на місцевості точки C відносно початкової точки 1 буде залежати від точності побудови проектного кута і відкладення проектної відстані, а також фіксації положення проектної точки на місцевості [7]. Середню квадратичну похибку положення проектної точки, що розбивається методом полярних координат, можна обчислити за формулою

$$m_C^2 = m_S^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2 S^2 + 2m_{AB}^2 + 2e^2 + m_\phi^2, \quad (2)$$

де m_S – середня квадратична похибка відкладення проектної відстані; m_β – середня квадратична похибка відкладення проектного кута; m_{AB} – середня квадратична похибка в положенні вихідного пункту; e – лінійний елемент центрування приладів над точками A і B ; m_ϕ – похибка фіксації положення точки C .

З одного вихідного пункту полярним способом можна перенести не одну, а кілька проектних точок, які на місцевості можуть служити, наприклад, поворотними точками межі земельної ділянки.

Метод застосовується на відкритій місцевості, зручній для лінійних вимірювань, коли проектні точки знаходяться порівняно недалеко від точок геодезичної основи. При цьому бажано, щоб відстані до них не перевищували довжини мірного приладу (стрічки або рулетки); необхідна наявність сприятливих умов для виміру довжин мірними приладами, доброї взаємної видимості між пунктами.

Метод прямої кутової засічки застосовується в тому випадку, коли на місцевості є густа мережа вихідних пунктів або неможливо провести відповідні лінійні вимірювання. Спосіб прямої (зворотної) кутової засічки застосовують також для винесення недоступних точок, що знаходяться на значній відстані від геодезичної основи [7, 8].

Камеральні роботи з підготовки вихідних даних для перенесення проекту полягають в обчисленні проектних горизонтальних кутів β_1, β_2 і β_3 , за дирекційними кутами відповідних напрямків. При цьому проектний кут необхідний для контролю польових побудов [7, 8].

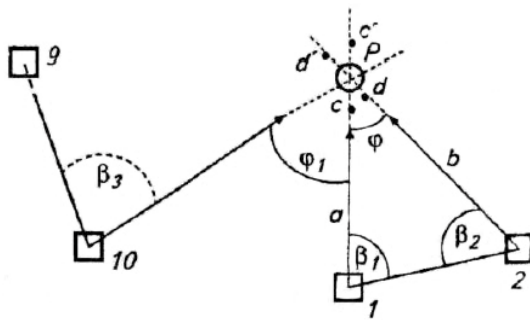


Рис. 3. Розбиття методом прямої кутової засічки

Побудови проектних кутів на місцевості виконують одним або двома теодолітами. Для цього в кожному з пунктів 1 і 2 (рис. 3) будують при двох положеннях вертикального кола відповідно проектні горизонтальні кути β_1 і β_2 . Положення проектної точки P отримують на перетині напрямків $1P$ і $2P$, його досягають наступним чином.

У місці приблизного перетину променів на кожному з напрямків $1P$ і $2P$ намічають по дві точки c і c' , d і d' . Потім натягують тон-

кий шпагат відповідно між точками c і c' , d і d' і в перетині відзначають на місцевості положення точки P [7, 8].

На точність розбиття методом прямої кутової засічки впливають похибки [7, 8]: власне прямої засічки, вихідних даних, центрування теодоліта і візорних цілей, фіксації розбивочної точки. Однак основними похибками, що визначають точність методу прямої кутової засічки, є похибки власне засічки і вихідних даних.

При виборі вихідних пунктів для перенесення на місцевість точки P потрібно прагнути того, щоб кут був не менше 40° і не більше 140° . Найкращим варіантом щодо точності визначення положення проектної точки буде той, при якому сторони a і b будуть приблизно рівні між собою, а кут $\varphi \approx 109^\circ \div 110^\circ$.

При $a = b$, $\varphi = 90^\circ$ похибка в положенні виноситься в натуру точки, що виражається наближеною формулою [7, 8]

$$m_c = \sqrt{\left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2 b^2 + m_{AB}^2}. \quad (3)$$

Побудувати кут із такою точністю досить складно. Необхідна точність розбиттям в цьому випадку може бути досягнута розбивкою замкнутим трикутником.

Метод замкнутого трикутника. У багатьох випадках буває складно з одного прийому винести точку M із заданою точністю в її проектне положення. У таких випадках застосовують метод замкнутого трикутника. Винос точки здійснюють послідовними наближеннями. Для цього якомога точніше виконують побудову точки M , потім декількома прийомами вимірюють всі кути трикутника, зрівнюють кути і обчислюють координати точки M з розв'язку за формулами прямої кутової засічки.

Отримані координати порівнюють із проектними і за неприпустимих відхилень в їх значеннях визначають поправки (редукції) в положенні точки M і зміщують останню у проектне положення. Для контролю знову вимірюють кути і виконують аналогічні обчислення [7, 8].

Метод послідовних наближень може бути використаний і в методі зворотної кутової засічки (рис. 4, б).

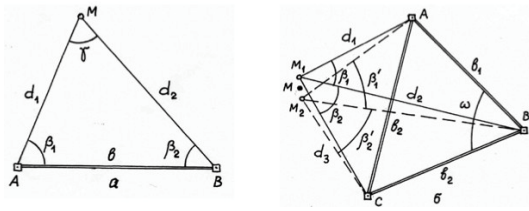


Рис. 4. Винос проектної точки методами прямої (а) і зворотної (б) кутових засічок

Попередньо точку M виносять на місцевість і вимірюють при ній кути β_1 і β_2 . За формулами зворотної кутової засічки визначають координати точки M і порівнюють їх із проектними. За необхідності положення точки M редукують на величини відхилень за координатами x і y , точку M фіксують у положенні M_i і знову, вже в новій точці, вимірюють горизонтальні кути, а потім обчислюють координати нової точки M . Всі зазначені дії виконують до тих пір, поки задача якісної побудови проектної точки не буде вирішена [7, 8].

На точність розбиття методом зворотної кутової засічки впливають такі похибки: власне засічки, вихідних даних, центрування теодоліта і візирних цілей, фіксації розбивочної точки і редукування. Припустимо, що за порівняно великих відстаней між визначеним і опорним пунктами найбільш значними будуть перші дві похибки; іншими похибками можна знехтувати [7, 8].

Похибка власне зворотної засічки може бути підрахована за наближеною формулою

$$m_{c.з} = \frac{\sqrt{2}m_B S_{cp}}{\rho \sin(\beta_1 + \beta_2 + \omega_{BAC})} \cdot \frac{S_{cp}}{b_{cp}}, \quad (4)$$

де ω_{BAC} – кут між вихідними сторонами; S_{cp} – середня відстань від вихідних до обумовленого пункту; b_{cp} – середня відстань між вихідними пунктами [7].

Похибки вихідних даних враховують за формулою

$$m_{вих} = \frac{m_{ABC}}{\sin \tau} \sqrt{\frac{S_A^2 + S_B^2}{b_{AB}^2} + \frac{S_A^2 + S_C^2}{b_{AC}^2}} + \frac{S_B^2 S_C^2}{b_{AB} b_{AC}} \cos \tau, \quad (5)$$

де $m_A = m_B = m_C = m_{ABC}$ – похибка в положенні вихідного пункту; $\tau = \beta_1 + \beta_2 + \omega_{BAC} - 180^\circ$.

Для наближених розрахунків [7]

$$m_{вих} = \frac{m_{ABC}}{\sin \tau} \cdot \frac{S_{cp}}{b_{cp}} \sqrt{4 + \cos \tau}. \quad (6)$$

Метод лінійної засічки застосовують для розбиття осей будівельних конструкцій в разі, коли проектні відстані не перевищують довжини мірного приладу [7].

Вихідними точками можуть бути не тільки пункти геодезичної основи, як A і B , а і створні точки, розташовані на вихідних сторонах, або точки існуючих на місцевості будівель і споруд.

Камеральні роботи полягають в обчисленні шляхом розв'язання оберненої геодезичної задачі відстаней a й b (рис. 5), які є розбивочними елементами.

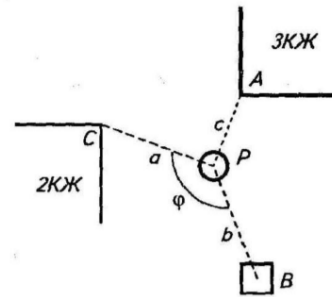


Рис. 5. Винос проектної точки методом лінійної засічки

Обчисливши за координатами відстані $C-P$ і $B-P$, беруть два лінійних мірних прилади, кінці яких утримують у точках C і B , утворюють трикутник CPB (рис. 5), причому так, щоб вони перетиналися в точці, де на рулетці відзначені відстані CP і BP . Точка P фіксується в зазначеному перетині кілочком.

Для контролю виносу в натуру проектної точки необхідно мати ще одну додаткову вихідну точку A і від неї виміряти відстань c до проектної точки P (див. рис. 5) [7, 8].

При застосуванні мірних приладів помилки центрування відсутні. Тоді загальна помилка у визначенні положення розбивочної точки (рис. 6) буде в основному залежати від сумарної помилки власне засічки та вихідних даних і виражатися формулою [7]

$$m_C^2 = \frac{1}{\sin \gamma} (2m_S^2 + m_{AB}^2). \quad (7)$$

Методи створної і створно-лінійної засічок широко застосовують для виносу в натуру розбивочних осей будівель і споруд, а

також монтажних конструкцій та технологічного обладнання.

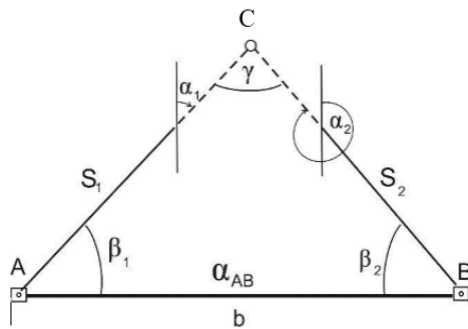


Рис. 6. Схема виносу проектної точки методом лінійної засічки

Суть роботи полягає у визначенні на місцевості положення проектних точок P_1, P_2, \dots, P_4 на лінії створу, утвореного пунктами 1 і 2 геодезичної основи (рис. 7).

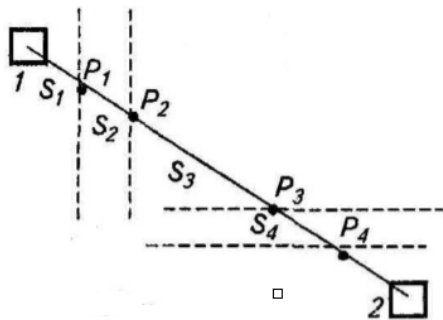


Рис. 7. Метод створно-лінійної засічки

Відносне розходження відкладеної довжини всієї лінії й тієї, яка отримана в камеральних умовах, не повинно перевищувати свого допустимого значення. Якщо розбіжність є допустимою, то кожна з початку намічених точок P_1, P_2, \dots, P_4 пересувають уздовж опорної лінії у відповідному напрямку на значення поправки, прямо пропорційної відстані від точки P'_j до вихідного пункту. В результаті цієї роботи отримують остаточне положення проектних точок, які закріплюють на місцевості відповідними знаками [7, 8].

Метод створної засічки, в якому точку M задають на лінії перетину створів AB і CD . Створ задають зазвичай теодолітом, який центрують над вихідним пунктом (наприклад, A), а зорову трубу орієнтують за візирною ціллю, відцентрувати на іншому вихідному пункті (B) (рис. 8).

Для підвищення точності роботу виконують одночасно двома теодолітами і двома візирними цілями за допомогою декількох

приймів з перестановкою теодолітів і візирних цілей.

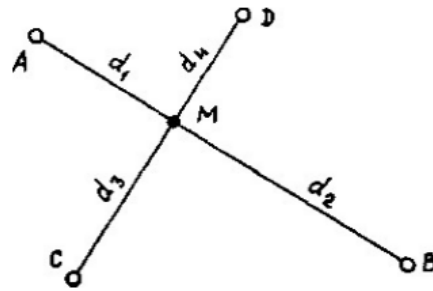


Рис. 8. Методи створних засічок

Для контролю вимірюють відстані від побудованої точки до вихідних пунктів геодезичної основи. Наведений метод застосовують у процесі виконання будівельних робіт на стадії будівництва фундаментів.

Висновки

Таким чином, точність перенесення проекту в натуру можна прирівняти до точності знімання. Від перенесення проекту в натуру як завершальної стадії будівельних робіт великою мірою залежать точність розташування на місцевості ділянок, паралельність або перпендикулярність їхніх сторін, розбіжність дійсних площ ділянок на місцевості. Щоправда, правильно обраним способом перенесення проекту в натуру неможливо виправити геодезично неточно складений проект будівництва, проте неправильно обраним способом перенесення проекту в натуру можна звести нанівець точність, одержану при проектуванні.

Тому три геодезичні процеси – знімання, проектування і перенесення проекту в натуру – потрібно виконувати з відповідною точністю. Особливу увагу необхідно приділяти вибору методу перенесення точки з проекту на місцевість, який повинен бути обґрунтованим. При допущеній неточності в одному з процесів не можна досягти необхідної точності за проектом у цілому.

Література

1. Батракова А.Г. Інженерно-геодезичні роботи при будівництві мостових переходів: навч. посіб / Батракова А.Г., Кузьмін В.І. – Харків: ХНАДУ, 2018. – 116 с.
2. Шульц Р.В. Методика виконання інженерно-геодезичних і фотограмметричних робіт при будівництві і спостереженні за станом будівельних споруд / Шульц Р.В., Плохута О.П.,

- Хайлак А.М. // Містобудування та територіальне планування. – 2007. – №27. – С. 359-370.
3. Ісаєв О.П. Геодезичний моніторинг – з досвіду виконання геодезичних робіт кафедри інженерної геодезії КНУБА / Адаменко О.В., Шульц Р.В., Білоус М.В., Кривий О.П., Хайлак А.М. // Містобудування та територіальне планування. К., – 2013. – №47. – С. 265–277.
 4. TS01F - Dam and Reservoir Engineering Surveying, 5505 Marco Di Mauro and Joel van Cranenbroeck Geodetic and Geotechnical Combined Monitoring Concept FIG Working Week 2012 Knowing to manage the territory, protect the environment, evaluate the cultural heritage Rome, Italy, 6-10 May 2012.
 5. Engineering, 2015, 7, 488-498 Published Online August 2015 in SciRes. <http://www.scirp.org/journal/eng> <http://dx.doi.org/10.4236/eng.2015.78045>.
 6. Daria Filipiak-Kowszyk The geodetic monitoring of the engineering structure - a practical solution of the problem in 3D space / Artur Janowski, Waldemar Kamiński, Karolina Makowska, Jakub Szulwic, Krzysztof Wilde // Reports on Geodesy and Geoinformatics Scientific Journal of the Faculty of Geodesy and Cartography Warsaw University of Technology. Vol. 102. P. 1–14.
 7. Передерин В.М. Основы геодезии и топографии / В.М. Передерин., Н.В. Чухарева., Н.А. Антропова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 123 с.
 8. Поклад Г.Г. Практикум по геодезии: учебное пособие для вузов / Поклад Г.Г. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 470 с.

References

1. Batrakova A.H., Kuzmin V.I. Inzhenerno-heodezychni roboty pry budivnytstvi mostovykh perekhodiv: navch. posib/ –Kharkiv: KhNADU, 2018. – 116 s.
2. Shults R.V. Metodyka vykonannya inzhenerno-heodezychnykh i fotogrammetrychnykh robit pry budivnytstvi i sposterezheni za stanom budivnykh sporud / Shults R.V., Plokhuta O.P., Khailak A.M. // Mistobuduvannya ta terytorialne planuvannya. 2007. – №27. - S. 359-370.
3. Isaev O.P. Heodezychni monitorynh – z dosvidu vykonannya heodezychnykh robit kafedry inzhenernoi heodezii KNUBA / Adamenko O.V., Shults R.V., Bilous M.V., Kryvyi O.P., Khailak A.M. // Mistobuduvannya ta terytorialne planuvannya. K., – 2013. – №47. - S. 265-277.
4. TS01F - Dam and Reservoir Engineering Surveying, 5505 Marco Di Mauro and Joel van Cranenbroeck Geodetic and Geotechnical Combined Monitoring Concept FIG Working Week 2012 Knowing to manage the territory, protect the environment, evaluate the cultural heritage Rome, Italy, 6-10 May 2012
5. Engineering, 2015, 7, 488-498 Published Online August 2015 in SciRes.

- <http://www.scirp.org/journal/eng>
<http://dx.doi.org/10.4236/eng.2015.78045>
6. Daria Filipiak-Kowszyk The geodetic monitoring of the engineering structure - a practical solution of the problem in 3D space / Artur Janowski, Waldemar Kamiński, Karolina Makowska, Jakub Szulwic, Krzysztof Wilde // Reports on Geodesy and Geoinformatics Scientific Journal of the Faculty of Geodesy and Cartography Warsaw University of Technology. Vol. 102. P. 1-14.
 7. Perederin V.M. Osnovy geodezii i topografii / V.M. Perederin.. N.V. Chukhareva. N.A. Antropova – Tomsk: Izd-vo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. 2008. – 123 s.
 8. Poklad G.G. Praktikum po geodezii: Uchebnoye posobiye dlya vuzov – Tomsk: Izd-vo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. 2015. – 470 c.

Арсеньєва Наталія Олександрівна¹, кандидат технічних наук, доцент кафедри проектування доріг, геодезії і землеустрою, телефон +380952563840, e-mail – nataliarsen73@gmail.com, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна, Харьков, 61002, ул. Ярослава Мудрого, 25.

Синовець Оксана Сергіївна², асистент кафедри проектування доріг, геодезії і землеустрою, телефон +380672724644, e-mail – sana192008@ukr.net, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна, Харьков, 61002, ул. Ярослава Мудрого, 25.

Determining precision of projecting the engineering structure design on the location Arsenieva N., Synovets O.

Abstract. During the implementation of the structure projecting on location, there is a need to prepare geodetic data and determining the accuracy and proper control in preparation for the construction of engineering structures. These functions are performed by the engineering- geodetic monitoring. The correct approach to determining the accuracy of area and transfer it to the correct method of calculating errors when performing measurements should be carried out using basic techniques and engineering-geodetic monitoring activities. Technically, moving project on location is an action opposite photographing: during the shooting and planning, the contours of the terrain are put on the plan when you project the same design on location. Therefore, correctness of the design projecting can be compared with precision shooting. If the design projecting on location use data (values of angles and lines), which is obtained by calculations when designing analytical way, the accuracy on location will affect only error field measurements. Projecting the design on location as the final stage of the construction works to a large extent depends on the accuracy of location

sites, parallelism or perpendicularity of their parties, the divergence of the actual space installations on terrain with areas specified in explication.

It is impossible to correct a geodetically inaccurately constructed project by a correctly chosen method of projecting the design on location; however, an incorrectly chosen method of projecting on location can nullify the accuracy obtained during the design. Therefore, three geodesic processes — survey, design, and projecting on location — must be performed with appropriate accuracy. Given the inaccuracy in one of the processes, it is impossible to achieve the required accuracy for the project as a whole.

Key words: *engineering-geodetic monitoring, control of geodetic measurements in construction, limiting relative error, accuracy of geodetic measurements.*

Nataliya Arsenieva¹, PhD., Assoc. Prof.,
tel.+380952563840,
e-mail – nataliarsen73@gmail.com,
Kharkiv National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudroho street, Kharkiv, 61002, Ukraine.

Oksana Synovets², assistant,
tel.+380672724644,

e-mail – sana192008@ukr.net,

Kharkiv National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudroho street, Kharkiv, 61002, Ukraine.

**Определение точности переноса проекта инженерного сооружения на местность
Арсеньева Н.О., Синовец О.С., ХНАДУ**

Аннотация. *Во время выполнения переноса проекта сооружения в натуру возникает необходимость в подготовке геодезических данных и определении точности разбивки и надлежащего контроля при подготовке к строительству инженерных сооружений. Эти функции выполняет инженерно-геодезический мониторинг. Верный подход к определению точности переноса проекта на местность и корректный метод вычисления погрешностей при выполнении измерений осуществляется с помощью основных методов и мероприятий инженерно-геодезического мониторинга.*

Ключевые слова: *инженерно-геодезический мониторинг, контроль геодезических измерений в строительстве, предельная относительная погрешность, точность геодезических измерений.*