

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання курсового проекту
з дисципліни «ГЕОДЕЗІЯ»
Модуль 4
«Інженерна геодезія»

(для студентів 2 курсу денної і 3 курсу заочної форм навчання напряму
підготовки 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій»)

Харків
ХНАМГ
2010

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Геодезія». Модуль 4. «Інженерна геодезія» (для студентів 2 курсу денної і 3 курсу заочної форм навчання напряму підготовки 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: І. С. Глушенкова, Л. Г. Запара. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 30 с.

Укладачі: І. С. Глушенкова,
Л. Г. Запара

Рецензент: к.т.н., доцент П. І. Лоцман

Рекомендовано кафедрою геоінформаційних систем і геодезії,
протокол № 7 від 5 січня 2010 р.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	4
1. Склад курсового проекту	4
2. Вимоги до оформлення курсового проекту	6
3. Зміст структурних елементів	10
3.1. Загальні відомості	10
3.2. Обробка пікетажного журналу.....	11
3.3. Обробка журналу геометричного нівелювання.....	12
3.4. Побудова поздовжнього профілю траси.....	13
3.5. Побудова поперечного профілю	15
3.6. Проектування на поздовжньому профілі	16
3.7. Проектування на поперечному профілі	20
3.8. Розрахунок детального розмічування кривої.....	20
3.9. Обчислення об'ємів земляних робіт	21
Список використаних джерел	22
Додаток А. Зміст курсового проекту	23
Додаток Б. Журнал нівелювання траси	24
Додаток В. Поздовжній профіль траси автодороги	26
Додаток Г. Поперечний профіль траси автодороги	27
Додаток Д. Відомість обчислення площ поперечних перерізів насипів та виїмок	28
Додаток Е. Відомість обчислення об'ємів земляних робіт	30

ВСТУП

Курсовий проект «Інженерно-геодезичні вишукування траси лінійної споруди» виконується студентами під час вивчення модулю 4 «Інженерна геодезія» дисципліни «Геодезія». Обсяг роботи над курсовим проектом розраховано на 36 годин самостійної роботи студента.

Однією з основних задач топографо-геодезичних вишукувань є визначення і закріплення на місцевості осі майбутньої лінійної споруди. Траса повинна задовольняти визначеним вимогам, які встановлюються технічними вимогами на проектування.

У відповідності з обраним напрямком лінійної споруди визначають на місцевості початкову і кінцеву точки траси, положення вершин кутів повороту траси і закріплюють їх геодезичними знаками. Потім вимірюють лінії між вказаними пунктами та кути повороту; виконують розмічування пікетажу та поперечників, нівелювання пікетних та плюсових точок, а також поперечників; виконують зйомку смуги місцевості вздовж траси.

За отриманими результатами складають поздовжній і поперечний профілі траси, на яких розробляють проект лінійної споруди.

1. СКЛАД КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Курсовий проект складається з наступних елементів: Титульний аркуш; Реферат; Зміст; Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів; Вступ; Основна частина; Висновки; Перелік посилань; Додатки.

Реферат. Безпосередньо за титульним аркушем розміщують реферат. Реферат складається з основного тексту й переліку ключових слів. Основний текст реферату (обсягом не більше 500 слів) містить стислі відомості про:

- обсяг курсового проекту, кількість частин, ілюстрацій, таблиць, додатків, джерел згідно з переліком посилань (усі відомості наводять, включаючи дані додатків);
- об'єкт, мета, методи та результати проектування;

- основні характеристики та показники проекту.

Після тексту реферату (у нижній частині сторінки) розміщують ключові слова, тобто слова, що є визначальними для розкриття суті курсового проекту. Перелік ключових слів містить від 5 до 15 слів (словосполучень), надрукованих великими літерами в називному відмінку в рядок через коми.

Зміст. Безпосередньо після реферату, починаючи з нової сторінки, розташовують зміст (Додаток А) з вказівкою початкових номерів сторінок.

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів. У переліку, який теж починають з нової сторінки, пояснюють всі прийняті у курсовому проекті малопоширені умовні позначення, символи, одиниці, скорочення і терміни. Незалежно від цього за першої появи цих елементів у тексті наводять їх розшифровку.

Перелік треба розташовувати стовпцем. Ліворуч в алфавітному порядку наводять умовні позначення, символи, одиниці, скорочення і терміни, праворуч – їх детальну розшифровку.

Вступ. У вступі, розташованому на окремій сторінці, коротко викладають підставу для виконання і мету курсового проекту.

Основна частина. В основній частині (Додаток Б, розділи 1 – 6) розкривають суть курсового проекту, тобто викладають відомості про теорію, нормативні вимоги, методи розробки й отримані результати. Докладніше про відомості, які подаються в основній частині, наведено у розділі 3.

Висновки. У висновках наводять оцінку одержаних результатів роботи, вміщуючи їх після викладення основної частини, починаючи з нової сторінки.

Перелік посилань. Перелік джерел, на які є посилання в основній частині звіту, наводять у кінці курсового проекту, починаючи з нової сторінки. У відповідних місцях тексту мають бути посилання.

Бібліографічні описи в переліку подають у порядку, за яким вони вперше згадуються в тексті. Порядкові номери описів у переліку є посиланнями в тексті (номерні посилання). Посилання на джерела слід зазначати порядковим номером за переліком посилань, виділеним двома квадратними дужками, наприклад “... у відповідності з вимогами інструкції [3] ...”.

При посиланні на розділи, підрозділи, пункти, підпункти, ілюстрації, таблиці, формули, рівняння, додатки, зазначають їх номери.

При посиланнях слід писати: “... у розділі 4 ...”, “... дивись 2.1 ...”, “... відповідно до 2.2 ...”, “... на рисунку 1.3 ...”, “... у таблиці 3.2 ...”, “... за формулою (3.2) ...”, “... у рівняннях (1.3) – (1.5) ...”, “... у додатку Б ...”.

Бібліографічні описи посилань у переліку наводять відповідно до чинного стандарту з бібліотечної та видавничої справи.

Додатки. У додатках вміщують матеріал, який не може бути послідовно розміщений в основній частині проекту через великий обсяг або способи відтворення. Додатки слід оформлювати як продовження курсового проекту на його наступних сторінках, розташовуючи додатки в порядку появи посилань на них у тексті.

Кожний додаток повинен починатися з нової сторінки. Додаток повинен мати заголовок, надрукований вгорі малими літерами з першої великої симетрично відносно тексту сторінки. Посередині рядка над заголовком малими літерами з першої великої повинно бути надруковано слово «Додаток» і велика літера, що позначає додаток. Додатки слід позначати послідовно великими літерами української абетки, за винятком літер Г, Є, З, І, Ї, Й, О, Ч, Ь.

Додатки повинні мати спільну з письмовою роботою наскрізну нумерацію сторінок.

2. ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Курсовий проект оформляють одному боці аркуша білого паперу формату А4, використовуючи шрифт Times New Roman чорного кольору, розміром 14 pt з інтервалом 1.5. Абзац становить 10 мм. Текст на аркуші розміщують, дотримуючись таких розмірів берегів: верхній і нижній – 20 мм, лівий – 30 мм, правий – 10 мм.

Помилки, описки й графічні неточності допускається виправляти підчищенням або зафарбуванням білою фарбою і нанесенням на тому ж місці

або між рядками виправленого зображення машинним способом або від руки. Виправлене повинно бути чорного кольору.

Власні назви наводять мовою оригіналу.

Сторінки слід нумерувати арабськими цифрами, додержуючись наскрізної нумерації впродовж усього тексту курсового проекту. Номер сторінки проставляють у правому верхньому куті сторінки без крапки в кінці.

Титульний аркуш включають до загальної нумерації сторінок письмової роботи. Номер сторінки на титульному аркуші не проставляють.

Ілюстрації й таблиці, розміщені на окремих сторінках, включають до загальної нумерації сторінок звіту.

Нумерація розділів та підрозділів. Розділи та підрозділи нумерують арабськими цифрами. Розділи мають порядкову нумерацію в межах викладення суті курсового проекту і позначаються арабськими цифрами без крапки.

Підрозділи мають порядкову нумерацію в межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу і порядкового номера підрозділу, відокремлених крапкою. Після номера підрозділу крапку не ставлять.

Розділи й підрозділи повинні мати заголовки. Заголовки розділів розташовують посередині рядка і друкувати великими літерами без крапки в кінці, не підкреслюючи.

Заголовки підрозділів починають з абзацного відступу і друкують маленькими літерами, крім першої великої, не підкреслюючи, без крапки в кінці.

Якщо заголовок складається з двох і більше речень їх розділяють крапкою. Перенесення слів у заголовку розділу не допускається. Відстань між заголовком і подальшим чи попереднім текстом має бути два рядки.

Не допускається розміщувати назву розділу, підрозділу, а також пункту й підпункту в нижній частині сторінки, якщо після неї розміщено тільки один рядок тексту.

Ілюстрації. Ілюстрації слід розміщувати безпосередньо після тексту, де вони згадуються вперше, або на наступній сторінці. На всі ілюстрації мають бути посилання у звіті.

Фотознімки розміром менше за формат А4 мають бути наклеєні на аркуш білого паперу формату А4.

Ілюстрація позначається словом «Рисунок ___», яке разом з назвою ілюстрації розміщують після пояснювальних даних, наприклад, «Рисунок 3.1 – Ситуаційна схема».

Нумерують ілюстрації арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу. Номер ілюстрації складається з номера розділу і порядкового номера ілюстрації, відокремлених крапкою, наприклад, рис. 3.2 – це другий рисунок третього розділу.

Таблиці. Цифровий матеріал оформляють у вигляді таблиць. Таблицю слід розташовувати безпосередньо після тексту, в якому вона згадується вперше, або на наступній сторінці. На всі таблиці мають бути посилання в тексті.

Таблиці нумерують арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу. Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці, відокремлених точкою, наприклад, таблиця 2.1 – це перша таблиця другого розділу.

Назву таблиці друкують малими літерами (крім першої великої) і вміщують над таблицею. Назва має бути стислою і відбивати зміст таблиці.

При поділі таблиці на частини допускається її головку або боковик замінити відповідно номерами граф чи рядків, нумеруючи їх арабськими цифрами у першій частині таблиці.

Слово „Таблиця _____” вказують один раз зліва над першою частиною таблиці, над іншими пишуть: „Продовження таблиці _____ „ з зазначенням номера таблиці.

Заголовки граф таблиці починають з великої літери, а підзаголовки – з малої, якщо вони складають одне речення з заголовком.

Підзаголовки, що мають самостійне значення, пишуть з великої літери. В кінці заголовків і підзаголовків таблиць крапки не ставлять. Заголовки і підзаголовки граф указують в однині.

Переліки. Переліки можуть бути наведені всередині тексту . Перед переліком ставлять двокрапку. Перед кожною позицією переліку слід ставити малу літеру української абетки з дужкою, або, не нумеруючи – дефіс. Перелік друкують малими літерами з абзацного відступу.

Формули й рівняння. Формули та рівняння розташовують безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються, посередині сторінки.

Формули й позначення по тексту обов'язково набирати за допомогою EquationEditor - редактора формул Word, а не у текстовому режимі.

У редакторі формул мають бути встановлені такі параметри - розміри: загальний - 12 pt, великі індекси - 9 pt, малі індекси - 7 pt, великі символи - 19 pt, малі символи - 12 pt; стиль: текст функції, змінні, матриці-вектори, числа - шрифт TimesNewRoman Cyr, для решти стилів - шрифт Symbol.

Вище і нижче кожної формули або рівняння повинно бути залишено не менше одного вільного рядка.

Формули і рівняння (за винятком наведених у додатках) слід нумерувати порядковою нумерацією в межах роздлу.

Номер формули або рівняння складається з номера розділу і порядкового номера формули або рівняння, відокремлених крапкою, наприклад, формула (1.3) – третя формула першого розділу.

Номер формули або рівняння зазначають на рівні формули або рівняння в дужках у крайньому положенні на рядку.

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів, що входять до формули чи рівняння, слід наводити безпосередньо під формулою в тій послідовності, в якій вони наведені у формулі чи рівнянні.

Пояснення значення кожного символу та числового коефіцієнта слід давати з нового рядка. Перший рядок пояснення починають з абзацу словом «де» без двокрапки, наприклад

$$m = \sqrt{\frac{[vv]}{n - 1}} \quad (2.1)$$

де v - відхилення від арифметичної середини;

n - число рівноточних вимірювань.

Переносити формули чи рівняння на наступний рядок допускається тільки на знаках виконуваних операцій, повторюючи знак операції на початку наступного рядка. Коли переносять формули чи рівняння на знакові операції множення, застосовують знак «х».

Формули, що йдуть одна за одною й не розділені текстом, відокремлюють комою.

3. ЗМІСТ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

3.1. Загальні відомості

Трасою називають ось лінійної споруди, що проектується, позначену на місцевості або карті (будь-якій моделі місцевості).

Траса повинна задовольняти визначеним вимогам, які встановлюються технічними умовами на її проектування. Для трас автомобільних доріг основними вимогами є плавність та безпека руху з розрахованою швидкістю. Тому для них встановлюють максимально допустимі ухили і мінімально можливі радіуси кривих.

Вихідні дані для проектування видаються кожному студенту індивідуально і містять:

- 1) пікетажний журнал;
- 2) журнал технічного нівелювання траси і поперечників, висоти вихідних реперів;
- 3) дирекційний кут першої прямої ділянки та кути повороту траси;
- 4) пікетажні значення вершин кутів повороту траси та примикання до існуючої автодороги;
- 5) радіуси кругових кривих;
- 6) умови для нанесення на поздовжній профіль проектною лінією.

Завдання на курсове проектування передбачає:

- 1) за даними журналу геометричного нівелювання і пікетажного журналу побудувати поздовжній і поперечні профілі ділянки траси автодороги;
- 2) нанести на профілі проектну лінію за визначеними умовами;
- 3) розрахувати об'єм земляних робіт;
- 4) розрахувати розмічувальні дані для побудови кривої на місцевості кількома способами.

Кожному етапу робіт присвячений окремий розділ курсового проекту.

3.2. Обробка пікетажного журналу

Розрахунок елементів колових кривих. За даними радіусами кругових кривих і величинами кутів повороту траси розраховують елементи кругових кривих за формулами:

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}, K = R \frac{\pi \varphi^{\circ}}{180^{\circ}}, B = R \left(\sec \frac{\varphi}{2} - 1 \right), D = 2T - K,$$

де T – тангенс – відстань від вершини кута повороту траси до точки дотику кривої;

K – довжина кривої – відстань між точками дотику по кривій;

B – бісектриса – відстань від вершини кута до середини кривої;

D – домір;

R – радіус кривої;

φ – кут повороту кривої.

Елементи кругової кривої записують в пікетажному журналі ліворуч від траси проти вершини відповідного кута.

Розрахунок пікетажних значень головних точок кривих. Пікетажні значення початку кривої (ПК), середини кривої (СК) та кінця кривої (КК) розраховують за наступними формулами:

$$\text{пк ПК} = \text{пк ВК} - T$$

$$\text{пк КК} = \text{пк ПК} + K$$

$$\text{пк СК} = \text{пк ПК} + \frac{1}{2} K$$

Обов'язково виконують контроль вирахувань за формулами:

$$\text{пк КК} = \text{пк ВК} + T - D$$

$$\text{пк СК} = \text{пк КК} - \frac{1}{2} K$$

Розрахунок пікетажного значення кривої належить привести у пікетажному журналі праворуч від траси.

За результатами розрахунків головні точки кривих слід нанести на трасу у пікетажному журналі, позначивши їх окружністю діаметром 1,0 мм.

Обчислення дирекційних кутів прямих відрізків траси. За дирекційним кутом першого прямого напрямку та кутом повороту траси розраховують дирекційні кути інших прямих відрізків траси.

Розрахунки повинні супроводжуватися схематичним кресленням траси в плані.

Обчислені значення дирекційних кутів записують у пікетажному журналі вздовж стрілок, які вказують поворот траси.

3.3. Обробка журналу геометричного нівелювання

Позначки зв'язуючих точок вираховують через перевищення, а позначки проміжних точок – через горизонт приладу.

Приклад заповнення журналу геометричного нівелювання наведено у додатку Б.

Обчислення перевищень між зв'язуючими точками. Перевищення в геометричному нівелюванні визначають як різницю відліків по задній a та передній b рейкам

$$h = a - b.$$

Перевищення обчислюють по чорним та червоним сторонам рейок, різниця між ними не повинна перевищувати 5 мм. Обчислюють середнє перевищення, округлюючи до 1 мм. Підраховують суму середніх перевищень між зв'язуючими точками всього ходу $\sum h_i$.

Ув'язування перевищень нівелірного ходу. Нев'язку в перевищеннях вираховують за формулою

$$f_h = \sum h_i - \sum h_T,$$

де $\sum h_T$ - теоретична сума перевищень, яка дорівнює різниці висот кінцевої і початкової точок ходу.

Фактична невязка не повинна перевищувати допустиму

$$f_h^{\text{доп}} = \pm 50\sqrt{L}(\text{мм}),$$

де L - довжина ходу в кілометрах.

Розподіляють нев'язку на всі перевищення порівну. Для цього вираховують поправки за формулою

$$\delta_{h_i} = -\frac{f_h}{n},$$

де n - кількість перевищень.

Обчислені поправки δ_{h_i} округлюють до цілих міліметрів і вписують у графу 7 над перевищеннями. При цьому повинне виконуватись наступне співвідношення

$$\sum \delta_{h_i} = -\sum f_h.$$

В результаті алгебраїчної суми середнього перевищення і поправки, отримують перевищення виправлене. Правильність розрахунків перевіряється наступним співвідношенням

$$\sum h_i^{\text{випр.}} = \sum h_{\text{т.}}$$

Обчислення позначок зв'язуючих точок ведеться послідовно, починаючи від позначки початкового вихідного репера до позначки кінцевого вихідного репера.

Контролем вирахувань є співпадання обчисленої позначки кінцевого репера з її заданим значенням. Слід пам'ятати, що перевищення отримують в міліметрах, а позначки задані в метрах.

Обчислення позначок проміжних точок виконують через горизонт приладу.

3.4. Побудова поздовжнього профілю траси

Поздовжній профіль будують за даними пікетажного та нівелірного журналів на аркуші міліметрового паперу розміром 30×65 см. Спочатку профіль складають олівцем, виконуючи всі необхідні побудови тоненькими лініями. По закінченні складання, профіль оформлюють тушшю.

Приклад поздовжнього профілю наведено у додатку В. Побудову профілю слід виконувати у наступній послідовності.

Побудова сітки профілю. В нижній лівій частині аркушу викреслюють сітку профілю з наступними горизонтальними графами: план траси, ухили (в тисячних - промілях), червоні позначки, чорні позначки, відстані, план прямих та кривих.

Верхню лінію сітки профілю називають лінією умовного горизонту. Її слід викреслювати на потовщеній (жирній) горизонтальній лінії міліметрового паперу. Початок лінії умовного горизонту розташовують на одній з потовщених вертикальних ліній міліметрового паперу.

Заповнення графи відстаней. За даними пікетажного і нівелірного журналів заповнюють графу відстаней, відкладаючи горизонтальні відстані в масштабі 1:2 000. Планове положення всіх пікетів та плюсових точок фіксують у цій графі вертикальними відрізками. Вертикальні відрізки для позначення пікетів проводять через кожні 5 см і повинні попасти на потовщені вертикальні лінії міліметрового паперу. Під нижньою лінією графи відстаней (лінією пікетажу) підписують номери пікетів. Пікетажні значення плюсових точок не підписують, але між вертикальними відрізками в графі відстаней записують горизонтальні відстані між кожними двома сусідніми точками профілю. Якщо між сусідніми пікетами плюсові точки відсутні, то відстань 100 м в графі відстаней не записують.

Заповнення графи чорних позначок. В графу чорних (фактичних) позначок профілю виписують з графи 9 нівелірного журналу позначки точок поверхні землі, округлюючи їх до сотих долів метра.

Побудова лінії профілю. По чорним позначкам будують лінію профілю, відкладаючи висоти точок в масштабі 1:200 вверх від лінії умовного горизонту. Позначку умовного горизонту вибирають в залежності від чорних позначок: вона повинна бути кратною 10 м і такою, щоб сама низька точка профілю відстояла від лінії умовного горизонту не ближче ніж на 4 см (перевищення місцевості 8 м). Цю позначку записують ліворуч від початкової точки лінії умовного горизонту.

Всі точки (висоти яких визначені з нівелювання) будують на перпендикулярах до лінії умовного горизонту, відкладаючи від цієї лінії в масштабі 1:2 000 відповідні різниці чорних позначок та позначки лінії умовного горизонту. Для зручності побудови на профілю ліворуч наносять допоміжний вертикальний масштаб, підписавши його через кожний сантиметр по вертикалі значеннями позначок через 2 м, починаючи від позначки умовного горизонту.

Побудова планів. Графи «План траси» та «План прямих та кривих» заповнюють по даним пікетажного журналу.

В графі «План траси», посередині, проводять ось дороги, умовно розвернуту в пряму лінію, і в масштабі 1:2 000 будують план смуги місцевості, яка прилягає до траси. Замість зображення умовних знаків, як правило, підписують відповідні назви: рілля, ліс і т.п. Короткими стрілочками показують напрямки основних скатів місцевості.

Розраховані пікетажні значення початку і кінця кривих відкладають в масштабі 1:2 000 на лінії пікетажу. Початок і кінець кожної кривої позначають перпендикулярами від лінії пікетажу до середній лінії граfi «План прямих та кривих», що зображує ось дороги. Вздовж перпендикулярів записують відстані від початку або кінця кривої до найближчих заднього і переднього пікетів.

Криві умовно позначають скобами, поверненими при повороті траси праворуч випуклістю вгору, а при поворотах її ліворуч – випуклістю вниз. Під кожною кривою записують значення всіх шести її елементів. Над серединою кожного прямого відрізка траси виписують його довжину, а під ним – дирекційний кут.

Для зображення кілометрового покажчика (на ПК 0) від лінії пікетажу опускають перпендикуляр довжиною 12 мм, на кінці якого викреслюють окружність діаметром 5 мм і її праву половину заливують тушшю.

Підписи. Всі підписи на профілі виконують у відповідності з примірником у додатку В.

3.5. Побудова поперечного профілю

Поперечний профіль будують у поперечному трасі напрямку. На поперечному профілю обидва масштаби – горизонтальний і вертикальний – приймають однаковими (1:200).

Побудова сітки профілю. До сітки поперечного профілю не включають граfi плану траси і плану прямих та кривих.

Слід пам'ятати, що всі горизонтальні відстані в поперечнику вказують від осі споруди, для якої виконують трасування. На поперечному профілі відстані слід відкладати праворуч і ліворуч від вертикального відрізка, який позначає в графі відстаней положення відповідного пікету. Назву пікету підписують симетрично відносно цього відрізка під нижньою лінією графі відстаней. Відстані між сусідніми точками записують в графі відстаней.

Побудова лінії профілю. Чорні позначки точок поперечників виписують з журналу нівелювання. По чорним позначкам будують лінію поперечного профілю. Позначка лінії умовного горизонту може бути такою ж, як і на поздовжньому профілі.

3.6. Проектування на поздовжньому профілі

Проектну лінію на поздовжньому профілі наносять, дотримуючись наступних умов:

- ухили проектної лінії не повинні перевищувати $i_{max} = 0,080$;
- перегини профілю повинні мати допустимі трампліни і ухили на зустріч:
 $i_s - i_{s+1} \leq 0,040$;
- відстань між суміжними точками перегину профілю (крок проектування) не повинно бути меншим 50 м.;
- дотримання балансу і мінімуму земляних робіт;
- число перегинів проектної лінії повинно бути не менше двох.

На стадії оформлення профілю проектну лінію викреслюють червоним кольором. Всі необхідні розрахунки наводять у пояснювальній записці.

Проведення проектної лінії профілю. Задані проектні позначки на пікетах виписують в графу «Проектні позначки» і по них намічають на профілі точки примикання траси, через які повинна проходити проектна лінія. За допомогою декількох прозорих лінійок намічають варіанти проектної ламаної лінії і аналізують їх. При цьому про дотримання балансу і мінімуму земляних робіт слід судити приблизно: площа поздовжнього перерізу насипу повинна «на око» дорівнювати площі поздовжнього перерізу виїмки, проектна лінія повинна по можливості ближче підходити до існуючого профілю.

Проектування починають від точок з заданими позначками (примикання до існуючої траси, мостового переходу через будь-яку перешкоду) і приблизно намічають першу ділянку проектної лінії.

По різниці позначок на початку та в кінці першої проектної ділянки, а також її довжини (визначених графічно), обчислюють ухил. Якщо він задовольняє проектним умовам, то його округлюють до 0,001 та записують в графу «Ухил». Потім уточнену позначку кінцевої точки першої проектної ділянки визначають за формулою

$$H_n = H_{n-1} + id,$$

де H_n – проектна позначка, яку визначають;

H_{n-1} – відома проектна позначка попередньої точки;

i – проектний ухил;

d – горизонтальна відстань між точкою, в якій визначається позначка, і попередньою.

Обчислену позначку записують в графу проектних позначок. Тим же чином виконують подальше проектування.

Заповнення графи ухилів. В графі ухилів викреслюють в місцях переломів (зміни ухилу) проектної лінії вертикальні перегородки. У кожній перегородки, ліворуч та праворуч вздовж неї, вертикально записують відстані в метрах на місцевості від місця даної зміни ухилу до найближчого заднього та переднього пікетів. Якщо точка зміни ухилу співпадає з пікетом, то з обох сторін пишуть нулі.

Таким чином графа ухилів буде розбита на вузькі прямокутники, в яких проводять діагональ:

- якщо ухил від’ємний, то з верхнього лівого кута в нижній правий;
- якщо ухил додатний, то з нижнього лівого в верхній правий.

На горизонтальних відрізках траси посередині графи ухилів викреслюють горизонтальну лінію. Над діагоналлю (горизонтальною лінією) підписують значення проектного ухилу в тисячних, а під нею – довжину закладання в метрах, якому цей ухил відповідає.

Обчислення проектних позначок. Для точок, в яких запроектовані перегини проектної лінії, обчислюють червоні (проектні) позначки за тією ж формулою, а також червоні позначки всіх інших пікетів і плюсових точок профілю. За попередню точку з позначкою H_{i-1} завжди потрібно брати початок

даного елемента проектної лінії, враховуючи відстань від цієї початкової точки до точки, позначку якої обчислюють.

Обчислені проектні позначки округлюють до сотих долів метра і записують у графу червоних позначок.

Для контролю розрахунків перевіряють виконання умови: точка, побудована за червоною позначкою, повинна бути точно на проектній лінії, проведеній раніше.

Обчислення чорних позначок проектних точок. Для точок профілю, які з'явилися в результаті проектування та мають лише червоні (проектні) позначки, обчислюють чорні позначки.

Для цього по-перше визначають ухил місцевості на ділянці між найближчими точками з відомими чорними позначками за формулою

$$i = \frac{h}{d},$$

де h - різниця між відомими чорними позначками найближчих точок;
 d – горизонтальна відстань між цими точками.

За обчисленим ухилом скату i по горизонтальній відстані від проектної точки до найближчої попередньої точки профілю, отримують шукану чорну позначку. Отриману в результаті розрахунків чорну позначку записують у графу чорних позначок профілю.

Обчислення робочих позначок. На кожному пікеті і плюсовій точці профілю обчислюють робочі позначки (висоти насипів та глибини виїмок) як різницю червоної і чорної позначок.

На виїмках робочі позначки записують під проектною (червоною) лінією профілю, а на насипах – над нею. Над точками перетину чорної лінії профілю (фактичної лінії місцевості) з проектною, записують робочі позначки точок нульових робіт 0,00.

Розрахунок відстаней до точок нульових робіт. З точки нульових робіт опускають перпендикуляр на лінію умовного горизонту і обчислюють горизонтальні відстані до цієї точки з найближчих пікетів або плюсових точок (рис.) за формулою

$$x = \frac{ad}{a + b}, \quad y = \frac{bd}{a + b},$$

де x , y – горизонтальні відстані до точки нульових робіт від найближчих до неї відповідно задньої і передньої точок (пікетних або плюсових профілю);

a , b – робочі позначки на цих же, попередній і наступній, точках профілю, між якими знаходиться точка нульових робіт;

d – горизонтальна відстань між тими ж найближчими до точки нульових робіт точками профілю.

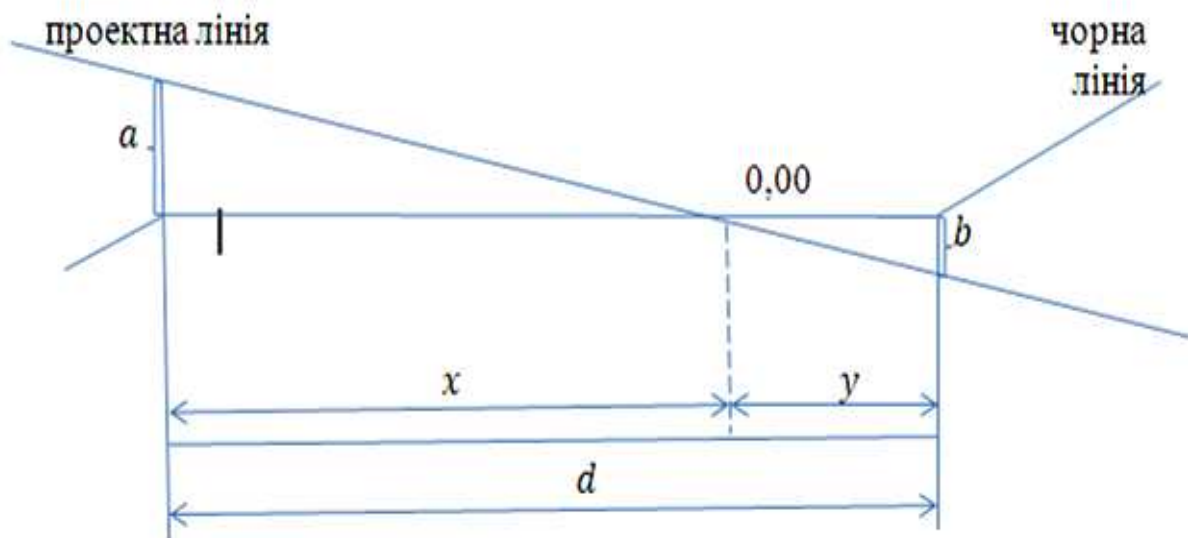


Рис. До обчислення відстаней до точок нульових робіт

Контролем розрахунку відстаней слугує рівняння

$$x+y=d.$$

Позначку Н точки нульових робіт обчислюють за формулою для обчислення проектних позначок. Отримане значення округлюють до сотих долів метра і записують синім кольором вздовж перпендикуляра з точки нульових робіт до лінії умовного горизонту профілю. Ліворуч і праворуч цього перпендикуляра записують відстані x та y до точки нульових робіт від найближчих задньої та передньої точок профілю.

Оформлення профілю. Всі надписи і побудови акуратно виконують тонкими лініями.

Красним кольором оформляють всі проектні лінії та надписи, тобто

- проектну лінію та всі робочі позначки (крім нульових),
- ось дороги на плані траси,

- всі лінії і цифри в графі ухилів,
 - проектні позначки,
 - всі лінії і надписи на плані прямих та кривих (крім номерів пікетів).
Синім кольором показують
 - перпендикуляри з точок нульових робіт на лінію умовного горизонту,
 - робочі позначки 0,00,
 - сині позначки (висоти) точок нульових робіт,
 - горизонтальні відстані x та y .
- Всі інші лінії, надписи, цифри виконують чорним кольором.

3.7. Проектування на поперечному профілі

На визначених завданнях пікетах проектують поперечні профілі за наступними умовами:

- ширина полотна насипу (виїмки) дорівнює 10 м;
- проектний поперечний ухил відкосів насипу (виїмки) складає 0,67;
- проектний поперечний ухил полотна насипу (виїмки) складає 0.

На кожний поперечний профіль наносять точку, відповідно червоній позначці осі проектної дороги на даному пікеті. Праворуч і ліворуч від нанесеної точки на осі дороги будують поперечний профіль у відповідності з викладеними умовами.

Визначають робочі позначки насипу (виїмки) в усіх точках перегину чорного і червоного профілів.

Горизонтальну відстань від точки нульових робіт до найближчого перегину чорного або червоного профілю обчислюють як результат поділу найближчої робочої позначки на алгебраїчну різницю чорного і червоного профілів.

3.8. Розрахунок детального розмічування кривої

Методику розрахунку детальної розбивки кривої студенти засвоюють самостійно.

В додаток Г курсового проекту поміщають результати розрахунку розмічувальних даних наступними способами:

- способом прямокутних координат;
- полярних координат;
- продовжених хорд.

3.9. Обчислення об'ємів земляних робіт

Об'єм земляних робіт, який необхідно виконувати при будівництві лінійної споруди, можна визначити за способом вертикальних профілів. Цей спосіб складається на поділі земляних тіл вертикальними площинами та утворенні блоків довжиною $d_{i,i+1}$.

При різних поперечних перерізах земляного тіла обчислюють пікетажні об'єми тіла, для чого визначають площі поперечного перерізу S_n і S_{n+1} на пікеті n та $n + 1$. Об'єм земляного тіла між пікетами n та $n + 1$ визначають за наближеною формулою

$$V_{n,n+1} = 0,5 \cdot (S_n + S_{n+1}) \cdot d_{n,n+1},$$

де $d_{n,n+1}$ – відстань між поперечними перерізами.

За цією формулою об'єм визначають лише для одного виду земляних споруд – або насипу, або виїмки. Тому пікетажні об'єми знаходять не тільки між точками переломів чорного та червоного профілю, а і між точками нульових робіт. Підсумовуючи окремі однорідні значення V , знаходять між собою загальний об'єм насипу і виїмки.

Площі поперечних перерізів на пікетах обчислюють як суми площ трапецій

$$S_n = \sum S_i.$$

Площі трапецій S_i визначають за даними поперечних профілів – робочим позначкам r_i та горизонтальним відстаням між точками цих позначок

$$S_i = 0,5 \cdot (r_i + r_{i+1}) \cdot d_{i,i+1}.$$

В інших точках перелому поздовжнього профілю допускаємо (як навчальний варіант), що чорний поперечний профіль являє собою майже горизонтальну лінію. В цьому випадку площа перерізу на пікеті n можна визначити за формулою

$$S_n = r \cdot b + r^2 / i_k,$$

де b – ширина полотна насипу (виїмки),

r – робоча позначка на пікеті,

i^k – проектний ухил відкосів насипу (виїмки).

Відомість обчислення площ поперечних перерізів насипів і виїмок наведено в додатку В.

Відомість обчислення об'ємів земляних робіт наведено в додатку Г.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інженерна геодезія: підручник / Войтенко С. П. – К.: Знання, 2009. – 557 с.
2. Інженерна геодезія. Геодезичні роботи для проектування і будівництва водогосподарських та гідротехнічних споруд. Навч. посібник / Волосецький Б. І. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2003. – 144 с.
3. Инженерная геодезия (с основами геоинформатики) / Матвеев С. И., Коугия В. А., Власов В. Д. и 22р.. – М. : ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2007. – 555 с.
4. Методические указания к выполнению расчетно-графического задания по инженерной геодезии / Шипулин В. Д., Кудрявцев Л. В., Ладейщикова В. А. – Х.: ХИИКС, 1969. – 12 с.

Зміст курсового проекту

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів

Вступ

- 1 Польові вишукування траси лінійної споруди
- 2 Математична обробка результатів нівелювання траси
- 3 Розрахунок детальної розбивки кривої способом прямокутних координат; полярних координат; продовжених хорд
- 4 Складання поздовжнього профілю траси автодороги
- 5 Складання поперечних профілів
- 6 Обчислення об'ємів земляних робіт

Висновки

Перелік посилань

Додаток А. Завдання на проектування та вихідні дані

Додаток Б. Журнал нівелювання траси

Додаток В. Поздовжній профіль траси автодороги

Додаток Г. Поперечні профілі автодороги

Додаток Д. Відомість обчислення площ поперечних перерізів насипів та виїмок

Додаток Е. Розмічувальні дані для кривої

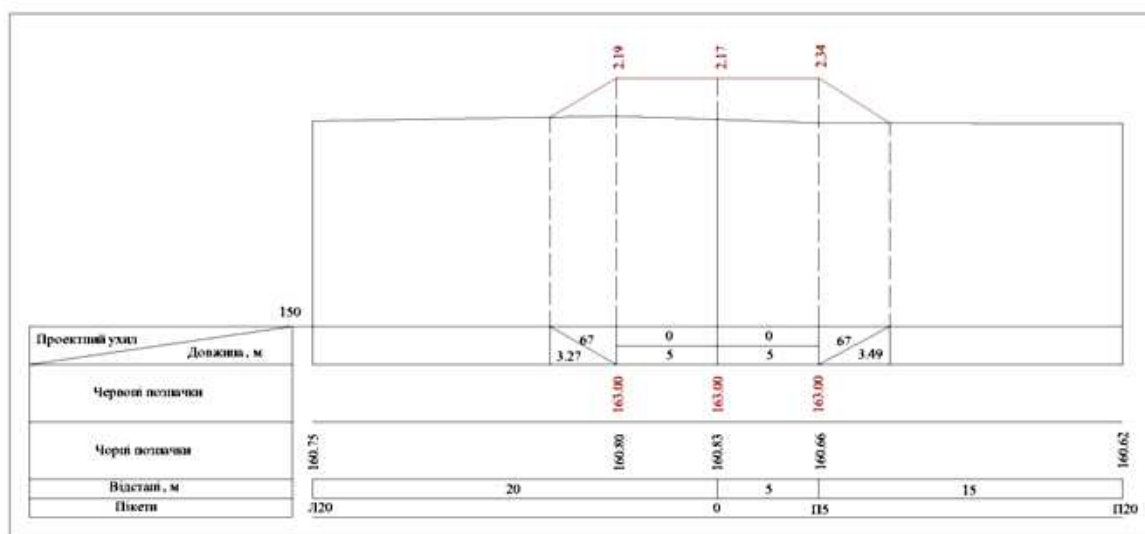
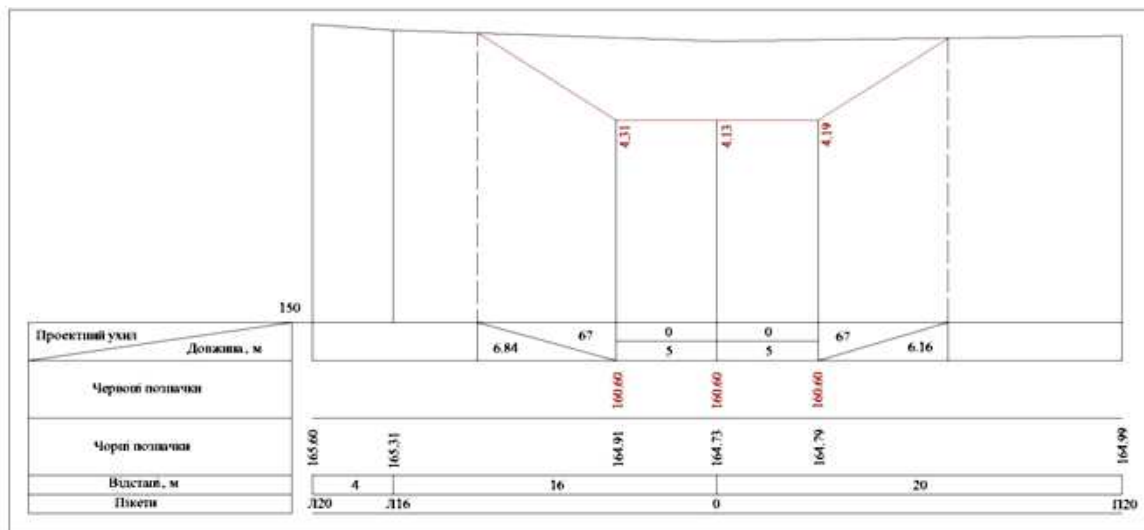
Журнал нівелювання траси

Наз-вист ан-цій	Назви точок	Відліки по рейках, мм			Перевищення, мм		Гори- зонтпр ила-ду, м	Познач- ка, м
		задній	перед- ній	про- міжній	обчис- лене	се- реднє		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Реп.135	2205			0712	+1	166.225	164.020
		6670			0714	0713		
	пк 0		1493					164.734
			5956					
	пк0 п20			1242				164.988
	пк0 л16			0914				165.311
	пк0 л20			0625				165.600
2	пк 0	0464			- 2089	+1		164.734
		4929			- 2088	- 2088		
	пк 1		2553					162.647
			7017					
3	пк1	0682			- 1428	+1		162.647
		5145			- 1430	- 1429		
	пк2		2110					161.219
			6575					
4	пк2	1020			- 0390	+1	162.239	161.219
		5483			- 0392	- 0391		
	пк3		1410					160.829
			5875					
	пк2+60			0215				162.024
5	пк3	2681			1913	+1	163.510	160.829
		7150			1915	1914		
	пк4		0768					162.744
			5235					
	пк3 п05			2848				160.662
	пк3 п20			2887				160.623
	пк3 л20			2761				160.749
6	пк4	1940			1235	+1		162.744
		6405			1238	1236		
	х		0705					163.981
			5167					
Посторінковий контроль		44774	44864			+3863		
			- 90			-3908		
			- 45			-45		

Продовження додатку Б.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	х	2204			1241	+1		163.981
		6666			1239	1240		
	пк5		0963					165.222
			5427					
8	пк5	2768			2521	+1	167.990	165.222
		7236			2519	2520		
	пк6		0247					167.743
			4717					
	пк6 п09			0832				167.158
	пк6 п20			1216				166.774
	пк6 л08			1548				166.442
	пк6 л20			1116				166.874
9	пк6	1749			- 0818	+1	169.492	167.743
		6216			- 0822	- 0820		
	пк7		2567					166.924
			7033					
	пк7 п12			1715				167.777
	пк7 п20			2148				167.344
	пк7 л10			2312				167.180
	пк7 л20			2009				167.483
10	пк7	1531			0647	+1		166.924
		6001			0643	0645		
	Реп. 148		2178					166.280
			6644					
Посторінковий контроль		34371	29781			+3760		
			+4590			- 1465		
			+2295			+2295		
Загальний контроль по ходу					$\sum h_{\text{ср.}}$	+2250		
					$H_{\text{к}} - H_{\text{н.}}$	+2260		
					$f_{\text{н}}$	- 10		
					$f_{\text{н доп}}$	± 59		

Поперечний профіль траси автодороги



Відомість обчислення площ поперечних перерізів насипів та виїмок

Пікети	Робочі позначки r_i	Середнє $\frac{r_i + r_{i+1}}{2}$	Горизонтальні відстані $d_{i,i+1}, \text{ м}$	Площі окремих фігур $S_i, \text{ м}^2$	Площа насипу (+) виїмки (-) $S_n, \text{ м}^2$
1	2	3	4	5	6
пк0	0	-2,16	6,84	-14,77	-69,61
	-4,31	-4,22	5,00	-21,10	
	-4,13	-4,16	5,00	-20,80	
	-4,19	-2,10	6,16	-12,94	
	0				
пк1	-0,95				-10,85
пк1+38	0				0
пк2	+1,58				+19,54
пк2+60	+0,90				+10,22
пк3	0	+1,10	3,27	+3,6	+29,88
	+2,19	+2,18	5,00	+10,90	
	+2,17	+2,26	5,00	+11,30	
	+2,34	+1,17	3,49	+4,08	
	0				
пк4	+0,46				+4,92
пк4+59	0				0
пк5	-0,32				-3,35
пк6	0	-0,16	0,40	-0,06	-8,98
	-0,33	-0,74	5,00	-3,70	
	-1,14	-0,96	5,00	-4,80	
	-0,78	-0,39	1,07	-0,42	
	0				

Продовження додатку Д.

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
пк6+45	0				0
пк7	0	+0,62	1,71	+1,06	+14,36
	+1,25	+1,32	5,00	+6,60	
	+1,38	+1,20	5,00	+6,00	
	+1,02	+0,51	1,38	+0,70	
	0				

Відомість обчислення об'ємів земляних робіт

Пікети	Площа перерізу насіпу виймки	Середнє $\frac{S_n + S_{n+1}}{2}$	Відстань між попереч- никами $d_{n,n+1}$	Об'єм насіпу +V	Об'єм виймки -V
1	2	3	4	5	6
пк0	-69,60				
		-40,22	100		4022
пк1	-10,85				
		-5,42	38		206
пк1+38	0				
		+9,77	62	606	
пк2	+19,54				
		+14,87	60	892	
пк2+60	+10,22				
		+20,05	40	802	
пк3	+29,88				
		+17,40	100	1740	
пк4	+4,92				
		+2,46	59	145	
пк4+59	0				
		-1,68	41		69
пк5	-3,35				
		-6,16	100		616
пк6	-8,98				
		-4,49	45		202
пк6+45	0				
		+7,18	55	395	
пк7	+14,36				
Всього				4580	5115

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «ГЕО-ДЕЗІЯ». Модуль 4. «Інженерна геодезія» (для студентів 2 курсу денної і 3 курсу заочної форм навчання напряму підготовки 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій»).

Укладачі: **Глушенкова** Ірина Сергіївна,
Запара Любов Георгіївна

Редактор *М. З. Аляб'єв*

Комп'ютерне верстання *Н. В. Зражевська*

План 2009, поз. 717 М

Підп. до друку 16.03.2010 р.	Формат 60x84 1/16
Друк на ризографі.	Ум. друк. арк. 1,3
Зам. №	Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи: ДК № 731
від 19.12.2001