МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання самостійної роботи
з навчальної дисципліни

«ІНЖЕНЕРНА ГЕОДЕЗІЯ»

(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія)

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2023

Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни «Інженерна геодезія» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : М. О. Пілічева, Л. О. Маслій. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – 55 с.

Укладачі: канд. техн. наук, доц. М. О. Пілічева,
ст. викл. Л. О. Маслій

Рецензент

С. Г. Нестеренко, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою земельного адміністрування та геоінформаційних систем, протокол № 1 від 26.08.2020

ЗМІСТ

Вступ……. 4
Тема 1 Обчислення довжин ліній із використанням масштабу…..…..... 5
Тема 2 Визначення прямокутних та географічних координат……..……. 7
Тема 3 Вимірювання та обчислення кутів орієнтування…… 11
Тема 4 Розв’язання прямої та оберненої геодезичних задач…….. 14
Тема 5 Визначення висот точок……. 16
Тема 6 Визначення перевищень між точками…….……. 20
Тема 7 Визначення нахилів і крутості скатів……... 22
Тема 8 Побудова профілю за заданим напрямом…… 24
Тема 9 Вимірювання кутів……. 27
Тема 10 Вимірювання перевищень……... 30
Тема 11 Математична обробка результатів вимірювань у теодолітному ході……... 34
Тема 12 Математична обробка журналу нівелювання…… 38
Тестові питання……... 40
Список рекомендованих джерел……... 53

ВСТУП

Сучасна геодезія – багатогранна наука, що вирішує складні наукові й практичні завдання, які вирішуються на основі вимірів, виконуваних геодезичними інструментами й приладами. Геодезичні методи вимірювань і технології їхнього застосування широко використовуються в багатьох сферах життях людини.

Розв'язання задач геодезії пов'язане із забезпеченням і поліпшенням якості будівництва будинків і споруд, промислових і житлових комплексів, доріг, ліній електропередачі й зв'язку, магістральних трубопроводів, енергетичних об'єктів, агропромислового комплексу й ін.

За результатами геодезичних вимірювань і топографічних планів розробляють генеральні плани, проєкти детального планування і забудови населених пунктів; визначають межі санітарно-захисних зон, зон особливого режиму використання, забудови; виконують проєктування архітектурних пам'яток, ландшафтів тощо.

У зв'язку з удосконаленням технологій виробництва зростають вимоги до майбутніх спеціалістів, тому необхідно велику увагу приділяти самостійній підготовці здобувача. Теоретичні проблеми повинні вирішуватись на конкретних задачах, які надають здобувачеві змову набувати практичних навичок.

В методичних рекомендаціях до самостійної роботи з навчальної дисципліни «Інженерна геодезія» наведені типові задачі, які розв'язуються інженерами під час проєктування або на стадії розробки проєкту. Також самостійна робота при розв'язанні типових задач з геодезії уможливлює вдосконалення відомостей щодо методів геодезичних робіт і приладів та успішного складання заліку з цієї дисципліни.

ТЕМА 1 ОБЧИСЛЕННЯ ДОВЖИН ЛІНІЙ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МАСШТАБУ

Топографічні карти і плани являються зменшеною проєкцією ситуації та рельєфу місцевості на площину. Ступінь зменшення виражається через масштаб. Знаючи масштаб, можна визначити довжину відрізка, виміряного на карті або плані, горизонтального прокладання цієї лінії на місцевості, і навпаки.

Задачі

1. Визначте довжину лінії на плані у масштабі 1 : 2 000, якщо горизонтальна проєкція лінії на місцевості дорівнює 275,38 м. Результат округлити до 0,1 см.
2. Визначте довжину лінії на плані у масштабі 1 : 5 000, якщо горизонтальна проєкція лінії на місцевості дорівнює 43,52 м. Результат округлити до 0,1 см.
3. Визначте довжину лінії на плані у масштабі 1 : 10 000, якщо горизонтальна проєкція лінії на місцевості дорівнює 375,12 м. Результат округлити до 0,1 см.
4. Визначте довжину лінії на плані у масштабі 1 : 25 000, якщо горизонтальна проєкція лінії на місцевості дорівнює 588,42 м. Результат округлити до 0,1 см.
5. Визначте довжину горизонтальної проєкції на місцевості, якщо на топографічному плані масштабу 1 : 500 відстань між заданими точками становить 75 мм.
6. Визначте довжину горизонтальної проєкції на місцевості, якщо на топографічному плані масштабу 1 : 2 000 відстань між заданими точками становить 104 мм.
7. Визначте довжину горизонтальної проєкції на місцевості, якщо на топографічному плані масштабу 1 : 5 000 відстань між заданими точками становить 47 мм.
8. Визначте довжину горизонтальної проєкції на місцевості, якщо на топографічному плані масштабу 1 : 10 000 відстань між заданими точками становить 12,3 см.
9. Визначте масштаб топографічної карти або плану, якщо відрізок на плані 24 мм відповідає на місцевості довжині 600 м.

10. Визначте масштаб топографічної карти або плану, якщо відрізок на плані 52 мм відповідає на місцевості довжині 104 м.

11. Визначте масштаб топографічної карти або плану, якщо відрізок на плані 17,5 см відповідає на місцевості довжині 4 375 м.

12. Визначте масштаб топографічної карти або плану, якщо відрізок на плані 8,6 см відповідає на місцевості довжині 2 150 м.

Питання для самоперевірки

1. Дати визначення геодезії, як науки.
2. Які самостійні дисципліни включає в себе геодезія?
3. Яку роль виконує геодезія у народному господарстві країни?
4. Яку модель Землі приймають при розв’язанні геодезичних задач?
5. Що таке геоїд?
6. Що таке меридіан?
7. Дати визначення паралелі?
8. Що називають топографічним планом?
9. Що називають топографічною картою?
10. Які види планів і карт ви знаєте?
11. Види завдань, які вирішують на топографічному плані.
12. Що таке масштаб плану або карти?
13. Які існують види масштабів і де вони вказуються на плані або карті? Наведіть приклади.
14. Що таке чисельний і пояснювальний масштаби?
15. Які переваги дає використання лінійного масштабу при вимірі довжин ліній в порівнянні зі звичайними лінійками?
16. Використання якого масштабу дозволяє вимірювати довжини ліній на плані якомога точніше?
17. Якими способами вимірюють відстані на плані? Який із цих способів найточніший?
18. Що таке гранична графічна точність і чому вона дорівнює?
19. Чому дорівнює основа масштабу 1 : 500?
20. Чому дорівнює точність масштабу 1 : 5 000?

ТЕМА 2 ВИЗНАЧЕННЯ ПРЯМОКУТНИХ ТА ГЕОГРАФІЧНИХ КООРДИНАТ

При розв’язанні інженерних задач на обмежених територіях і картах великих масштабів користуються, як правило, прямокутними координатами точок.

Прямокутні координати точок визначаються з використанням координатної сітки. При визначенні географічних координат по топографічній карті користуються градусною рамкою, розбитою на мінутні поділки чорного та білого кольору.

Задачі

1. Визначте прямокутні координати точки *К*, заданої на топографічному плані масштабу 1 : 2 000 (рис. 2.1).

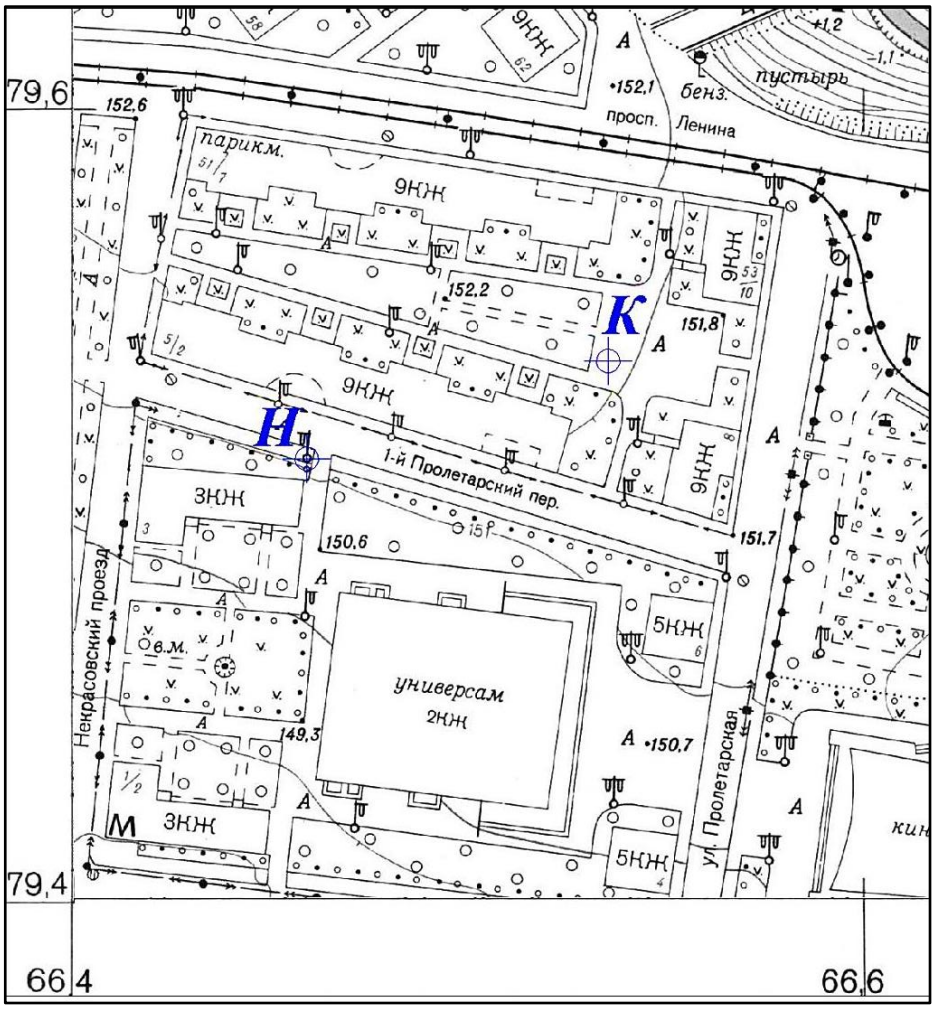


Рисунок 2.1 – Частина топографічного плану масштабу 1 : 2 000

2. Визначте прямокутні координати точки *А*, розташованої у квадраті прямокутної кілометрової сітки масштабу 1 :10 000 з координатами південно-західного кута: X = 6 067 км; Y = 4 313 км. Довжина перпендикуляру, опущеного із точки А на південну сторону квадрата, у масштабі топографічної карти 175 м, а довжина перпендикуляру опущеного на західну сторону квадрату 810 м. Навести схему квадрату.

3. Визначте прямокутні координати точки *А*, розташованої у квадраті прямокутної кілометрової сітки масштабу 1 :10 000 з координатами південно-західного кута: X = 6 067 км; Y = 4 313 км. Довжина перпендикуляру, опущеного із точки *А* на південну сторону квадрата, у масштабі топографічної карти 175 м, а довжина перпендикуляру опущеного на західну сторону квадрату 810 м. Навести схему квадрату.

4. Визначте прямокутні координати точки *Н*, заданої на топографічному плані масштабу 1 : 2 000 (рис. 2.1).

5. Визначте прямокутні координати точки *А*, заданої на топографічній карті масштабу 1 : 10 000 (рис. 2.2).

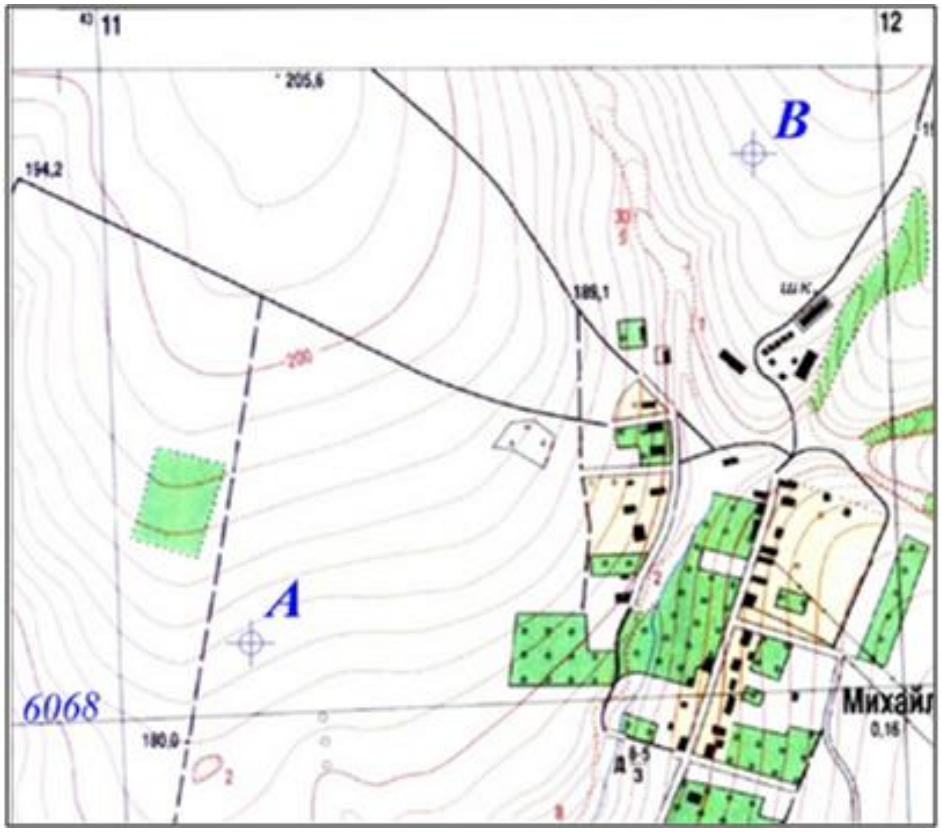


Рисунок 2.2 – Частина топографічної карти масштабу 1 : 10 000

6. Визначте прямокутні координати точки *B*, заданої на топографічній карті масштабу 1 : 10 000 (рис. 2.2).

7. Визначте прямокутні координати точки *C*, заданої на топографічній карті масштабу 1 : 25 000 (рис. 2.3).

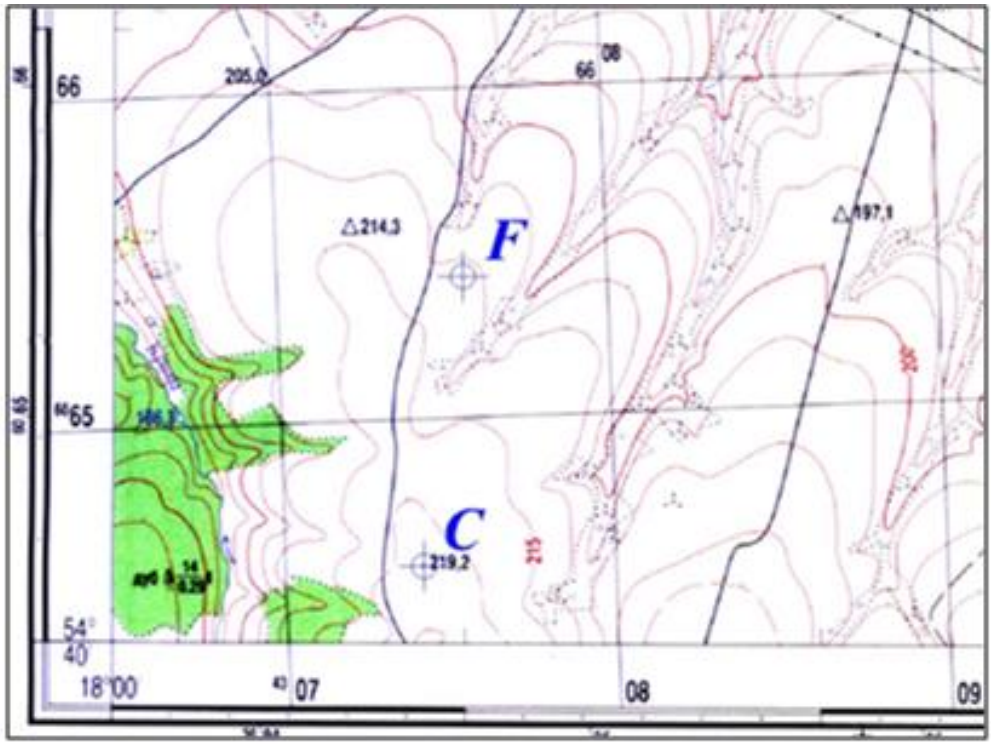


Рисунок 2.3 – Частина топографічної карти масштабу 1 : 25 000

8. Визначте географічні координати точки *L* та *P*, заданих на топографічній карті масштабу 1 : 10 000 (рис. 2.4).

9. Визначте прямокутні координати точки *F*, заданої на топографічній карті масштабу 1 : 25 000 (рис. 2.3).

10. Визначте географічні координати точки *C*, заданої на топографічній карті масштабу 1 : 25 000 (рис. 2.3).

11. Визначте географічні координати точки *F*, на топографічній карті масштабу 1 : 25 000 (рис. 2.3).

12. Визначте географічні координати точки *P*, на топографічній карті масштабу 1 : 10 000 (рис. 2.4).

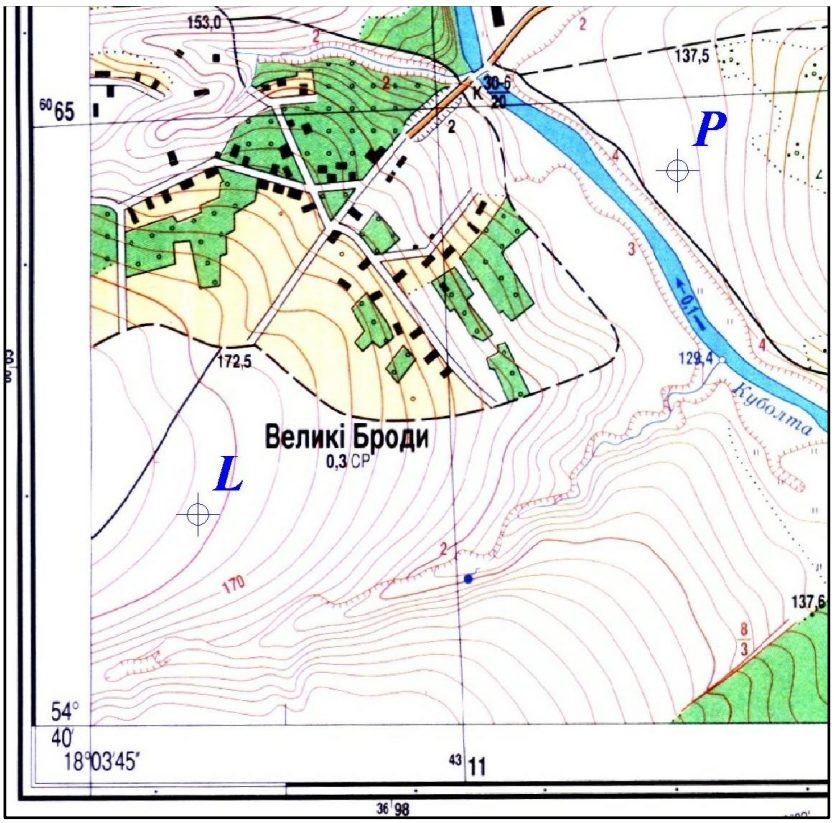


Рисунок 2.4 – Частина топографічної карти масштабу 1 : 10 000

Питання для самоперевірки

1. Як на плані визначають прямокутні координати заданої точки?
2. В якій системі координат положення точки визначають широтою і довготою?
3. Визначте послідовність визначення прямокутних координат точок на топографічному плані.
4. В якій системі координат положення точки визначають по координатах X, Y?
5. Назвіть послідовність визначення географічних координат точок на топографічній карті.
6. Чим відрізняються географічні координати від прямокутних?
7. Як виконується контроль визначення прямокутних координат?
8. Від чого залежить точність визначення прямокутних координат?
9. Охарактеризуйте прямокутну систему координат.
10. Куди направлені вісі геодезичної прямокутної системи координат?
11. Чому дорівнює відстань на плані масштабу 1 : 2 000 між координатною сіткою в прямокутній системі координат?

12. Чому дорівнює відстань на плані масштабу 1 : 10 000 між координатною сіткою в прямокутній системі координат?

13. Чому дорівнює відстань на плані масштабу 1 : 25 000 між координатною сіткою в прямокутній системі координат?

14. Як називаються координати точки в географічній системі координат?

15. Дайте визначення широті точки.

16. Що таке довгота точки?

17. У яких межах змінюються широти точок?

18. У яких межах змінюються довготи точок?

19. Як відрізнити на карті прямокутну систему координат від географічної?

20. В яких одиницях вимірюються широта та довгота точки?

ТЕМА 3 ВИМІРЮВАННЯ ТА ОБЧИСЛЕННЯ КУТІВ ОРІЄНТУВАННЯ

Орієнтування ліній на місцевості полягає в визначенні її напрямку відносно іншого напряму, прийнятого за початковий. Положення лінії, що орієнтується, визначається горизонтальним кутом від початкового напряму до напряму даної лінії за рухом стрілки годинника.

Задачі

1. Визначте істинний азимут лінії, якщо магнітний азимут цієї лінії $A_м = 57^o\ 38'$. Схилення магнітної стрілки східне $\delta = 1^o\ 27'$.

2. Істинний азимут лінії $A = 357^o\ 16'$, зближення меридіанів $\gamma = 1^o\ 42'$ (західне). Визначте дирекційний кут цієї лінії.

3. Магнітний азимут лінії $A_м = 2^o\ 17'$, схилення магнітної стрілки $\delta = -4^o\ 26'$. Визначте географічний (істинний) азимут цієї лінії.

4. Магнітний азимут лінії $A_м = 3^o\ 43'$, зближення меридіанів $\gamma = -3^o 18'$, схилення магнітної стрілки $\delta = -24^o\ 56'$. Визначте географічний (істинний) азимут та дирекційний кут цієї лінії.

5. Дирекційний кут лінії $\alpha = 1^o\ 10'$, зближення меридіанів $\gamma = -2^o\ 07'$, схилення магнітної стрілки $\delta = +12^o\ 16'$. Визначте істинний та магнітний азимути заданої лінії.

6. Визначте дирекційний кут лінії, якщо істинний азимут цієї лінії $A = 124^o\ 18'$ і зближення меридіанів $\gamma = 5^o\ 57'$ (західне).

7. Румб лінії північно-західний (ПнЗ) 19º 36'. Визначте дирекційний кут цієї лінії в тій же точці, з якої вона виходить. Наведіть схему.

8. Румб лінії північно-східний (ПнС) 85º 07'. Визначте дирекційний кут цієї лінії в тій же точці, з якої вона виходить. Наведіть схему.

9. Визначте румб напрямку, якщо його дирекційний кут α = 217º 30'. Наведіть схему.

10. Прямий дирекційний кут лінії *AB* дорівнює 128º 27'. Визначте зворотний дирекційний кут цієї лінії.

11. На фрагменті топографічної карти масштабу 1 : 25 000 (рис. 3.1) графічно визначте дирекційний кут лінії *1-2*. Користуючись позарамковим оформленням визначте усі кути орієнтування лінії *1-2*.

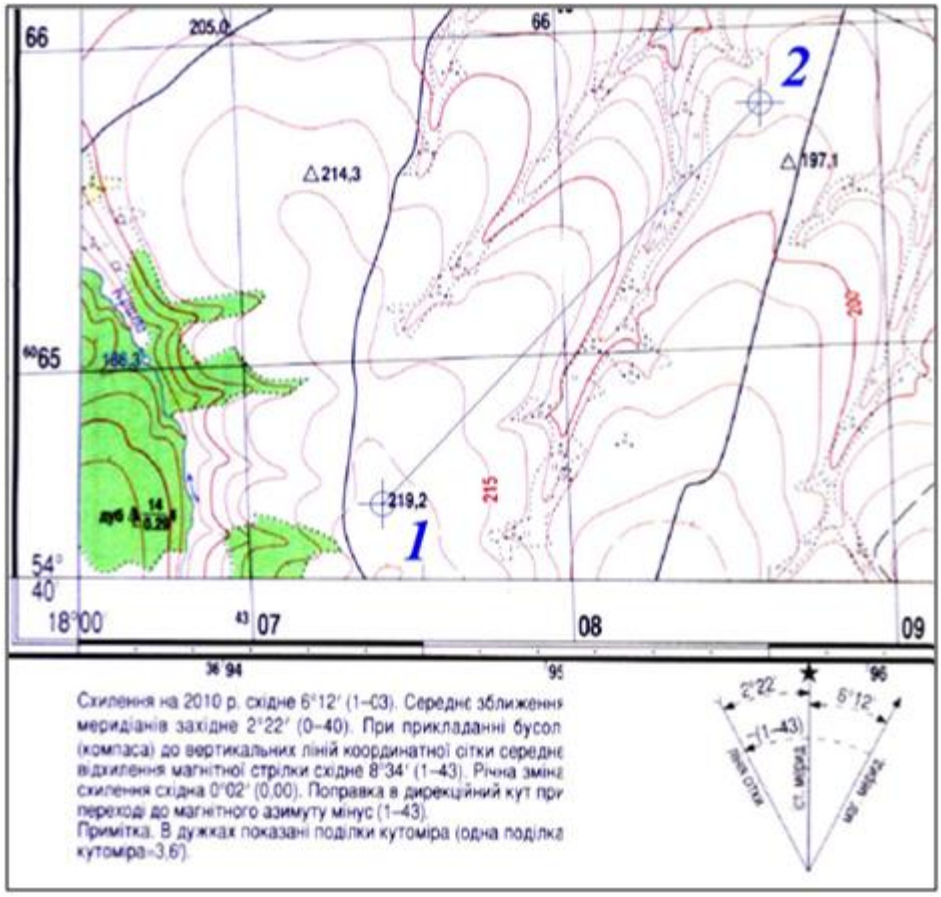


Рисунок 3.1 – Фрагмент топографічної карти масштабу 1 : 25 000

12. На фрагменті топографічної карти масштабу 1 : 10 000 (рис. 3.2) графічно визначте істинний азимут лінії *A-B*. Користуючись позарамковим оформленням, топографічної карти масштабу 1 : 25 000 (рис. 3.1) визначте усі кути орієнтування.

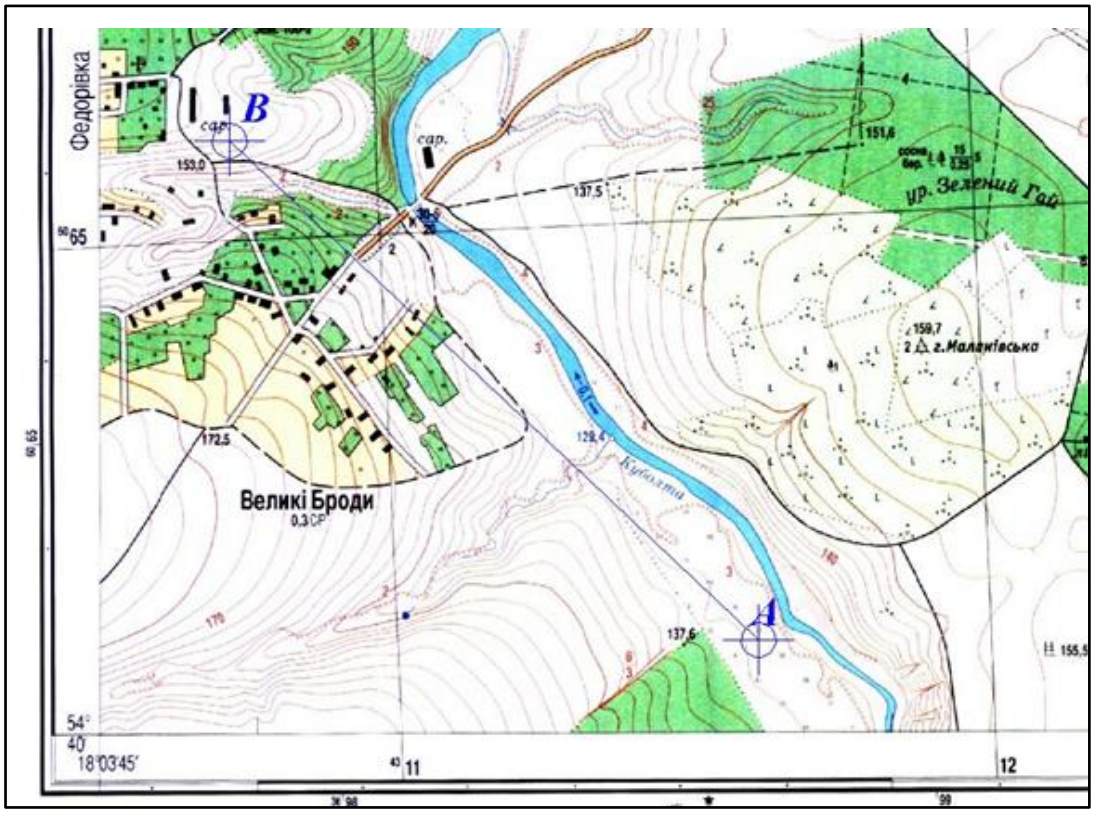


Рисунок 3.2 – Фрагмент топографічної карти масштабу 1 : 10 000

13. Визначте румб по заданому дирекційному куту: 294° 51′.

14. Визначте румби ліній, які відповідають дирекційним кутам 339º 18′; 64º 08′; 184º 23′; 171º 20′.

Питання для самоперевірки

1. Що означає орієнтування лінії?
2. Які напрями у геодезії приймається за початковий?
3. Дати визначення, що таке дирекційний кут?
4. Дати визначення, що таке географічний (істинний) азимут?
5. За допомогою яких геодезичних приладів отримують значення істинного азимута.
6. Навести приклади прямих і зворотних дирекційних кутів.
7. Дати визначення що таке магнітний азимут?
8. Які кути використовують для орієнтування ліній?
9. Як на плані визначають дирекційні кути заданих напрямів?
10. Яка різниця між прямим та зворотнім напрямом дирекційних кутів лінії?
11. У яких межах вимірюються дирекційні кути?

12. Визначте взаємозв’язок між румбом і дирекційним кутом лінії.

13. З якою максимальною точністю можна вимірювати дирекційні кути ліній за допомогою геодезичного транспортира?

14. Дайте визначення зближення меридіанів.

15. Навести співвідношення між дирекційним кутом лінії та істинним азимутом.

16. Яке співвідношення існує між істинним і магнітним азимутами?

17. Що таке магнітний азімут лінії? Для чого він використовується?

18. Яким чином можна визначити магнітний азімут напрямку на місцевості?

19. Що таке зміна схилення магнітної стрілки?

20. Як пов’язані між собою магнітний та істинний азимути?

ТЕМА 4 РОЗВ’ЯЗАННЯ ПРЯМОЇ ТА ОБЕРНЕНОЇ ГЕОДЕЗИЧНИХ ЗАДАЧ

Обчислення прямокутних координат точок, визначення напрямів та довжин ліній пов’язані з розв’язуванням прямої та оберненої геодезичних задач. Пряма і зворотна геодезичні задачі є головними геодезичними задачами. На їх основі базується усі геодезичні побудови та обчислення.

Задачі

1. За заданими координатами точки *A* (X = 79 838 м; Y = 66 582 м), горизонтальному прокладенню d_{AB} = 248,35 м, лінії *AB* та дирекційному куту цієї лінії α_{AB} = 38º 36' визначте координати точки *B*. Наведіть схему.

2. За заданими координатами точки *B* (X = 6 068 385 м; Y = 4 313 038 м), горизонтальному прокладенню d_{BC}= 1 271,3 м, лінії *BC* та дирекційному куту цієї лінії α_{BC} = 218º 43' визначте координати точки *C*. Наведіть схему.

3. За заданими координатами точки *C* (X = 79 408 м; Y = 66 803 м), горизонтальному прокладенню d_{CA}= 74,52 м, лінії *CA* та дирекційному куту цієї лінії α_{CA}= 295º 41' визначте координати точки *A*. Наведіть схему.

4. За заданими координатами точки *A* (X = 6 065 118 м; Y = 4 312 214 м), горизонтальному прокладенню d_{AB} = 548,7 м, лінії *AB* та дирекційному куту цієї лінії α_{AB} = 48º 15' визначте координати точки *B*. Наведіть схему.

5. За заданими координатами точки *K* (X = 79 651 м; Y = 66 638 м), горизонтальному прокладенню d_{KE} = 148,5 м, лінії *KE* та дирекційному куту цієї лінії α_{KE} = 107º 52' визначте координати точки *E*. Наведіть схему.

6. За заданими координатами точки *F* (X = 6 067 407 м; Y = 4 312 845 м), горизонтальному прокладенню d_{FD} = 403,7 м, лінії *FD* та дирекційному куту цієї лінії α_{FD} = 180º 00' визначте координати точки *D*. Наведіть схему.

7. За координатами кінцевих точок *A* (X = 79 039 м; Y = 68 347 м) і *B* (X = 79 304 м; Y = 68 809 м) лінії *AB* визначте її дирекційний кут α_{AB} та горизонтальну довжину d_{AB}. Наведіть схему та визначте чверть.

8. За координатами кінцевих точок *B* (X = 79 863 м; Y = 68 917 м) і *A* (X = 79 711 м; Y = 68 750 м) лінії *BA* визначте її дирекційний кут α_{BA} та горизонтальну довжину d_{BA}. Наведіть схему та визначте чверть.

9. За координатами кінцевих точок *C* (X = 79 525 м; Y = 66 739 м) і *D* (X = 79 102 м; Y = 66 879 м) лінії *CD* визначте її дирекційний кут α_{CD} та горизонтальну довжину d_{CD}. Наведіть схему та визначте чверть.

10. За координатами кінцевих точок *K* (X =79 822 м; Y = 66 529 м) і *L* (X = 79 930 м; Y = 66 347 м) лінії *KL* визначте її дирекційний кут α_{KL} та горизонтальну довжину d_{KL}. Наведіть схему та визначте чверть.

11. За координатами кінцевих точок *C* (X =6 066 250 м; Y = 4 312 082 м) і *B* (X = 6 067 375 м; Y = 4 312 727 м) лінії *CB* визначте її дирекційний кут α_{CB} та горизонтальну довжину d_{CB}. Наведіть схему та визначте чверть.

12. За координатами кінцевих точок *N* (X =6 065 554 м; Y = 4 313 407 м) і *H* (X = 6 065 313 м; Y = 4 311 662 м) лінії *NH* визначте її дирекційний кут α_{NH} та горизонтальну довжину d_{NH}. Наведіть схему та визначте чверть.

13. За координатами кінцевих точок *P* (X =6 067 894 м; Y = 4 311 597 м) і *G* (X = 6 068 620 м; Y = 4 311 204 м) лінії *PG* в визначте її дирекційний кут α_{PG} та горизонтальну довжину d_{PG}. Наведіть схему та визначте чверть.

14. За координатами кінцевих точок *F* (X = 6 068 250 м; Y = 4 311 082 м) і *M* (X = 6 067 215 м; Y = 4 312 322 м) лінії *FM* визначте її дирекційний кут α_{FM} та горизонтальну довжину d_{FM}. Наведіть схему та визначте чверть.

Питання для самоперевірки

1. В чому полягає сутність прямої геодезичної задачі?

2. За якими формулами визначаються прирости координат при розв’язанні прямої геодезичної задачі?

3. Наведіть формулу розрахунку довжини лінії за координатами кінцевих точок.

4. Наведіть формули розрахунку довжини лінії за приростами координат та дирекційним кутом напряму.

5. Як визначити чверть румба за координатами кінцевих точок лінії?

6. В чому полягає сутність оберненої геодезичної задачі?

7. Наведіть формулу для розрахунку дирекційного кута при розв’язанні оберненої геодезичної задачі.

8. Що є вхідними елементами при розв’язанні прямої геодезичної задачі?

9. Що є вихідними елементами при розв’язанні прямої геодезичної задачі?

10. Що є вхідними елементами при розв’язанні оберненої геодезичної задачі?

11. Що є вихідними елементами при розв’язанні оберненої геодезичної задачі?

ТЕМА 5 ВИЗНАЧЕННЯ ВИСОТ ТОЧОК

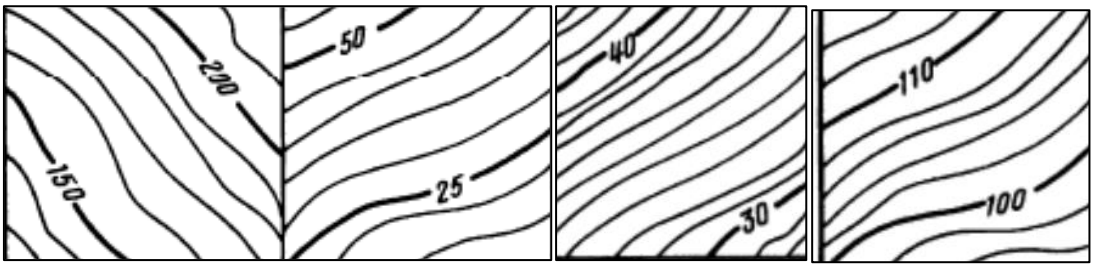
В процесі проєктування споруд різного типу, розрахунків інженерних мереж, вертикального планування площадок і т. п. Часто доводиться визначати висоти точок, розміщених як на горизонталях, так і між горизонталями. Вихідними даними для розв’язування цієї задачі є підписи висот горизонталей, висота перетину рельєфу та напрям схилу місцевості.

Задачі

1. Визначте висоту перетину рельєфу h в метрах, зображеного горизонталями на рисунку 5.1, а, б.

2. Визначте висоту перетину рельєфу h в метрах, зображеного горизонталями на рисунку 5.1, в, г.

3. Визначте позначку висоти точки H_A, яка лежить між горизонталями 190 м та 195 м, якщо відстань між горизонталями на плані 12 мм, а від горизонталі 190 м до точки *A* – 3 мм. Висота перетину рельєфу $h_0 = 5$ м.



а б в г

Рисунок 5.1 – Визначення висоти перетину рельєфу

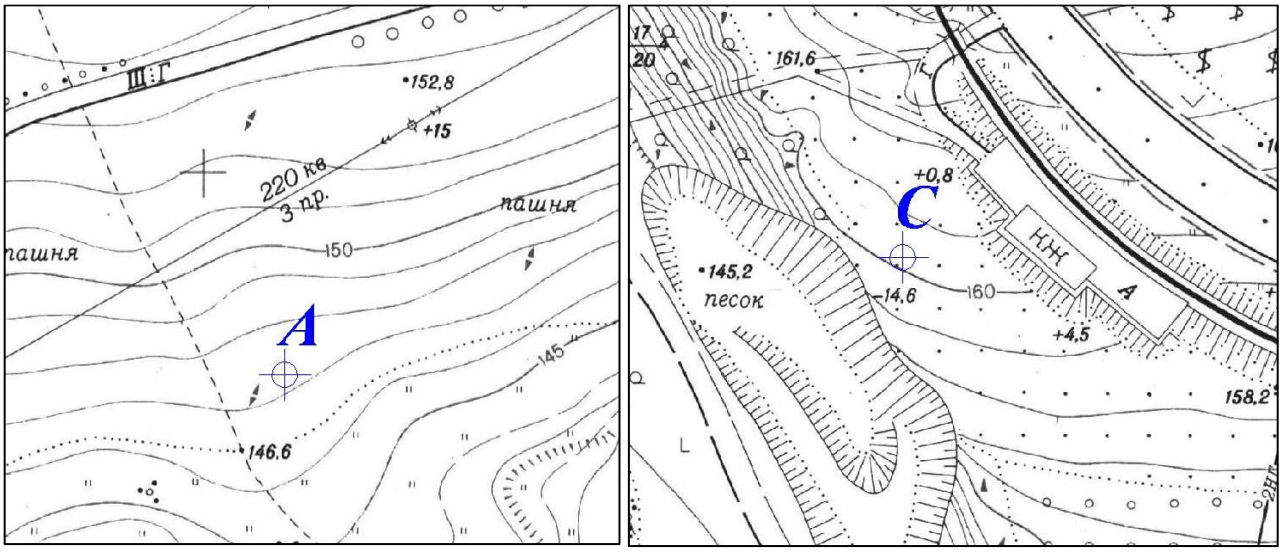
4. Визначте позначку висоти точки H_B, яка лежить між горизонталями 145 м та 146 м, якщо відстань між горизонталями на плані 34 мм, а від горизонталі 145 м до точки *B* – 12 мм. Висота перетину рельєфу h_0 = 1 м.

5. Визначте позначку висоти точки H_C, яка лежить між горизонталями 152,5 м та 155 м, якщо відстань між горизонталями на плані 47 мм, а від горизонталі 155 м до точки *C* – 9 мм. Висота перетину рельєфу h_0 = 2,5 м.

6. Визначте позначку висоти точки H_P, яка лежить між горизонталями 135 м та 140 м, якщо відстань між горизонталями на плані 18 мм, а від горизонталі 140 м до точки *P* – 2 мм. Висота перетину рельєфу h_0 = 5 м.

7. Користуючись рисунком 5.2, а, визначте з точністю до 0,1 м позначку висоти точки *A*, якщо висота перетину рельєфу h_0 = 1 м, а масштаб плану 1 : 2 000.

8. Користуючись рисунком 5.2, б, визначте з точністю до 0,1 м позначку висоти точки *C*, якщо висота перетину рельєфу h_0 = 1 м, а масштаб плану 1 : 2 000.



а б

Рисунок 5.2 – Частина топографічного плану масштабу 1 : 2 000

9. Користуючись рисунком 5.3, а, визначте з точністю до 0,1 м позначку висоти точки *D*, якщо висота перетину рельєфу h_0 = 2,5 м, а масштаб плану – 1 : 10 000.

а б в

Рисунок 5.3 – Частина топографічної карти масштабу 1 : 10 000

10. Користуючись рисунком 5.3, б, визначте з точністю до 0,1 м позначку висоти точки *K*, якщо висота перетину рельєфу h_0 = 2,5 м, а масштаб плану 1 : 10 000.

11. Користуючись рисунком 5.3, в, визначте з точністю до 0,1 м позначку висоти точки *F*, якщо висота перетину рельєфу h_0 = 2,5 м, а масштаб плану 1 : 10 000.

12. Користуючись рисунком 5.4, а, визначте з точністю до 0,1 м позначку висоти точки *V*, якщо висота перетину рельєфу h_0 = 5 м, а масштаб плану 1 : 25 000.

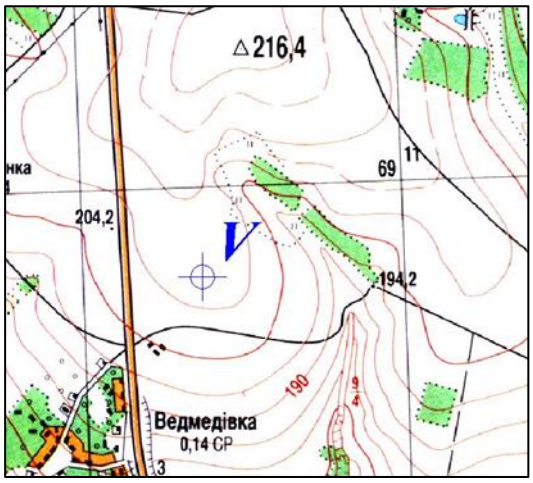
13. Користуючись рисунком 5.4, б, визначте з точністю до 0,1 м позначку висоти точки *W*, якщо висота перетину рельєфу h_0 = 5 м, а масштаб плану 1 : 25 000.

14. Користуючись рисунком 5.4, в, визначте з точністю до 0,1 м позначку висоти точки *P*, якщо висота перетину рельєфу h_0 = 5 м, а масштаб плану 1 : 25 000.

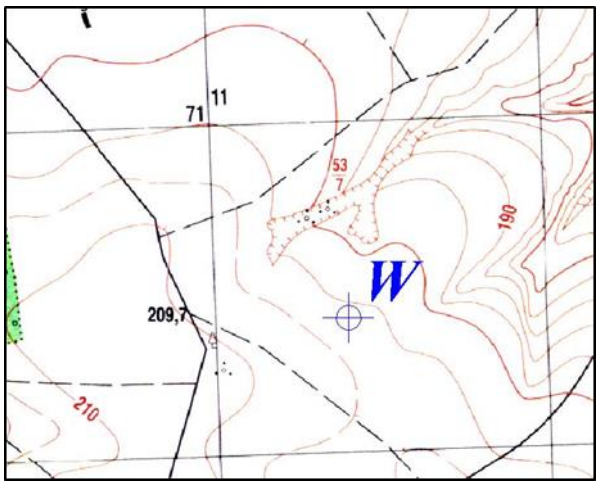
15. Які горизонталі знаходяться між точками з позначками 100,2 м та 109,3 м, якщо висота перетину рельєфу 2,5 м?

16. Які горизонталі знаходяться між точками з позначками 100,2 м та 109,3 м, якщо висота перетину рельєфу 1 м?

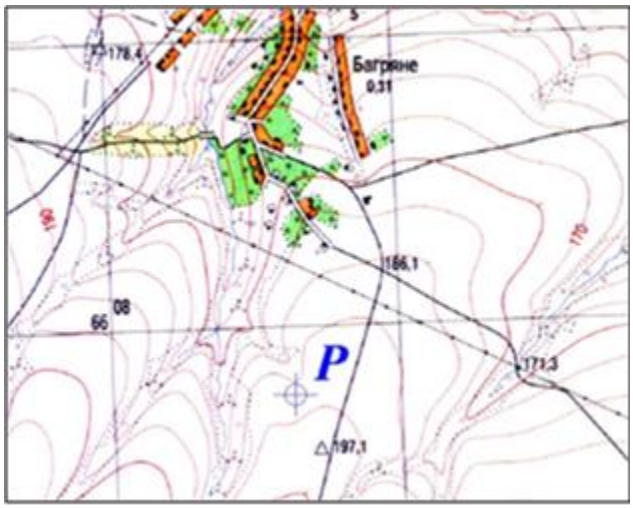
17. Які горизонталі знаходяться між точками з позначками 100,2 м та 109,3 м, якщо висота перетину рельєфу 0,5 м?



а



б



в

Рисунок 5.4 – Частина топографічної карти масштабу 1 : 25 000

Питання для самоперевірки

1. Дайте визначення горизонталі.
2. Які властивості горизонталей ви знаєте?
3. Дайте визначення рельєфу місцевості.
4. Назвіть форми рельєфу місцевості.
5. Назвіть властивості топографічної поверхні.
6. Які існують способи зображення рельєфу на планах та картах?
7. Що таке висота перерізу місцевості?
8. Як показуються на карті чи плані за допомогою горизонталей основні форми рельєфу: гора, котловина?
9. Для якої мети використовують берг-штрих?
10. Чи має значення орієнтація надпису горизонталі?

11. Для чого використовують позначки висот на планах і картах?

12. Для чого використовують потовщені горизонталі?

13. Як на планах позначають проміжні горизонталі?

14. Які умовні позначення використовують для позначення ярів?

15. Яка система висот діє в Україні?

16. Яка висота перетину горизонталей найчастіше використовуються на планах масштабу 1 : 2 000?

17. Яка висота перетину горизонталей найчастіше використовуються на картах масштабу 1 : 10 000?

18. Яким чином отримують горизонталі?

19. Чим відрізняються між собою основні, потовщені та допоміжні горизонталі?

20. Як називається процедура визначення висоти точки, яка розташована між горизонталями?

ТЕМА 6 ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕВИЩЕНЬ МІЖ ТОЧКАМИ

Взаємне положення точок у вертикальній площині характеризується висотами точок. Через кожну точку на поверхні Землі можна провести рівневу поверхню.

Задачі

1. Обчисліть перевищення h_{AB}, якщо позначки висот точок H_A = 27,6 м, H_B = 22,8 м.

2. Обчисліть перевищення h_{BA}, якщо позначки висот точок H_A = 27,6 м, H_B = 22,8 м.

3. Обчисліть перевищення h_{BC}, якщо позначки висот точок H_B = 34,8 м, H_C = 36,9 м.

4. Обчисліть перевищення h_{CB}, якщо позначки висот точок H_B = 34,8 м, H_B = 36,9 м.

5. Обчисліть перевищення h_{CD}, якщо позначки висот точок H_C = 135,8 м, H_D = 124,5 м.

6. Обчисліть перевищення h_{DC}, якщо позначки висот точок H_C = 135,8 м, H_D = 124,5 м.

7. Обчисліть перевищення між точками, якщо H_A = 145,9 м, H_B = 158,2 м.

8. Обчисліть перевищення між точками, якщо H_C = 198,5 м, H_D = 201,4 м.

9. Обчисліть перевищення між точками, якщо H_A = 155,7 м, H_C = 141,6 м.

10. Обчисліть перевищення між точками, якщо H_B = 134 м, H_F = 145,2 м.

11. Обчисліть перевищення між точками, якщо H_F = 145 м, H_D = 138,6 м.

12. Визначте позначку висоти точки *B*, якщо висота точки H_A = 201,5 м, а перевищення між цими точками h = –1,45 м.

13. Визначте позначку висоти точки *A*, якщо висота точки H_B = 38,6 м, а перевищення між цими точками h = +1,24 м.

14. Визначте позначку висоти точки *D*, якщо висота точки H_A = 21,3 м, а перевищення між цими точками h = –4,85 м.

15. Визначте позначку висоти точки *C*, якщо висота точки H_D = 114,8 м, а перевищення між цими точками h = +3,67 м.

16. Перевищення між точками h = +427 мм, визначте позначку висоти точки *M*, якщо висота точки H_B = 205,6 м.

17. Перевищення між точками h = –97 мм, визначте позначку висоти точки *W*, якщо висота точки H_A = 257 м.

18. Перевищення між точками h = –127 мм, визначте позначку висоти точки *K*, якщо висота точки H_L= 54,1 м.

19. Перевищення між точками h = +197 мм, визначте позначку висоти точки *W*, якщо висота точки H_A = 36,4 м.

20. Перевищення між точками h = +275 мм, визначте позначку висоти точки *B*, якщо висота точки H_A = 145,2 м.

Питання для самоперевірки

1. Дайте визначення абсолютної та відносної висоти точки.
2. За початок відліку висот яка може бути прийнята рівнева поверхня?
3. Що таке рівнева поверхня?
4. Дати визначення поняттю «перевищення між точками»?
5. В яких одиницях вимірюються перевищення між точками?
6. За допомогою чого на топографічній карті або плані відображаються форми рельєфу?
7. Наведіть формулу вирахування перевищення між точками з відомими висотами.

8. Наведіть формулу вирахування висоти точки, якщо відомо перевищення між точками.

9. Наведіть схему розташування точок, якщо перевищення між точками позитивне.

10. Наведіть схему розташування точок, якщо перевищення між точками негативне.

ТЕМА 7 ВИЗНАЧЕННЯ НАХИЛІВ І КРУТОСТІ СКАТІВ

При проєктуванні каналів, доріг, трубопроводів необхідно мати характеристики нахилів місцевості, які характеризуються напрямком і стрімкістю скату. За напрямок скату в даній місці приймають лінію найбільшої стрімкості, по якій вільно стікає вода.

Задачі

1. Визначте нахил лінії, якщо горизонтальне прокладання 100 м, а перевищення між точками 1,75 м.

2. Визначте нахил лінії, якщо перевищення між точками 3,7 м, а горизонтальне прокладання на місцевості 128,13 м.

3. Визначте нахил лінії, якщо перевищення між точками 124 см, а горизонтальне прокладання на місцевості 35,8 м.

4. Визначте нахил лінії, якщо перевищення між точками 284 см, а горизонтальне прокладання на місцевості 204,8 м.

5. Визначте нахил лінії, якщо перевищення між точками 249 мм, а горизонтальне прокладання на місцевості 3,7 м.

6. Визначте нахил лінії, якщо перевищення між точками 1 278 мм, а горизонтальне прокладання на місцевості 59,88 м.

7. Визначте нахил та крутизну скату ділянки шосе, обмеженого горизонталями, якщо висота перетину 5 м, закладання на топографічній карті 15 мм, масштаб топографічної карти 1 : 25 000.

8. Визначте нахил та крутизну скату ділянки шосе, обмеженого горизонталями, якщо висота перетину 2,5 м, закладання на топографічній карті 3,2 см, масштаб топографічної карти 1 : 10 000.

9. Визначте нахил та крутизну скату ділянки шосе, обмеженого горизонталями, якщо висота перетину 1 м, закладання на топографічній карті 8 мм, масштаб топографічної карти 1 : 2 000.

10. Визначте нахил та крутизну скату ділянки шосе, обмеженого горизонталями, якщо висота перетину 2,5 м, закладання на топографічній карті 27 мм, масштаб топографічної карти 1 : 5 000.

11. Визначте горизонтальне прокладання лінії, якщо довжина на місцевості 218,43 м, а кут нахилу до горизонту 4° 15'.

12. Визначте горизонтальне прокладання лінії, якщо довжина на місцевості 321,85 м, а кут нахилу до горизонту 5° 55'.

13. Визначте горизонтальне прокладання лінії, якщо довжина на місцевості 128,21 м, а кут нахилу до горизонту 3° 27'.

14. Визначте довжину похилої лінії місцевості, якщо її горизонтальне прокладання 193,18 м, а кут нахилу 5° 30'.

15. Визначте довжину похилої лінії місцевості, якщо її горизонтальне прокладання 97,62 м, а кут нахилу 3° 54'.

16. Визначте довжину похилої лінії місцевості, якщо її горизонтальне прокладання 329,64 м, а кут нахилу 7° 15'.

17. Визначте довжину похилої лінії місцевості, якщо її горизонтальне прокладання 245,39 м, а кут нахилу 1° 30'.

Питання для самоперевірки

1. Дайте визначення крутизна скату.
2. В яких одиницях визначається крутизна скату?
3. Дайте визначення нахилу лінії, в яких одиницях визначається.
4. В яких одиницях виражається нахил?
5. Як на топографічній карті або плані, можна без вимірювань, оцінити крутість скату?
6. Назвіть послідовність визначення нахилу заданої лінії на топографічній карті або плані.
7. Як визначити крутизну скату на карті за допомогою циркуля-вимірника?
8. Напишіть формулу для визначення крутість скату.
9. Напишіть формулу для визначення нахилу місцевості.

10. В чому полягає відмінність між крутизною скату та нахилом лінії?

11. Що таке закладення?

12. Чи може буди нахил лінії негативним?

13. Що характеризує нахил лінії?

14. Для чого використовують нахили місцевості?

ТЕМА 8 ПОБУДОВА ПРОФІЛЮ ЗА ЗАДАНИМ НАПРЯМОМ

Проєктування споруд значної довжини (лінії електропередач, газопроводів, автомобільних шляхів, залізниць тощо) потребує знання профілю місцевості як по осі споруди так і поперек траси.

Задачі

1. На аркуші А4 формату, побудуйте профіль лінії *КМ*, яка зображена на фрагменті топографічного плану масштабу 1 : 2 000 (рис. 8.1).

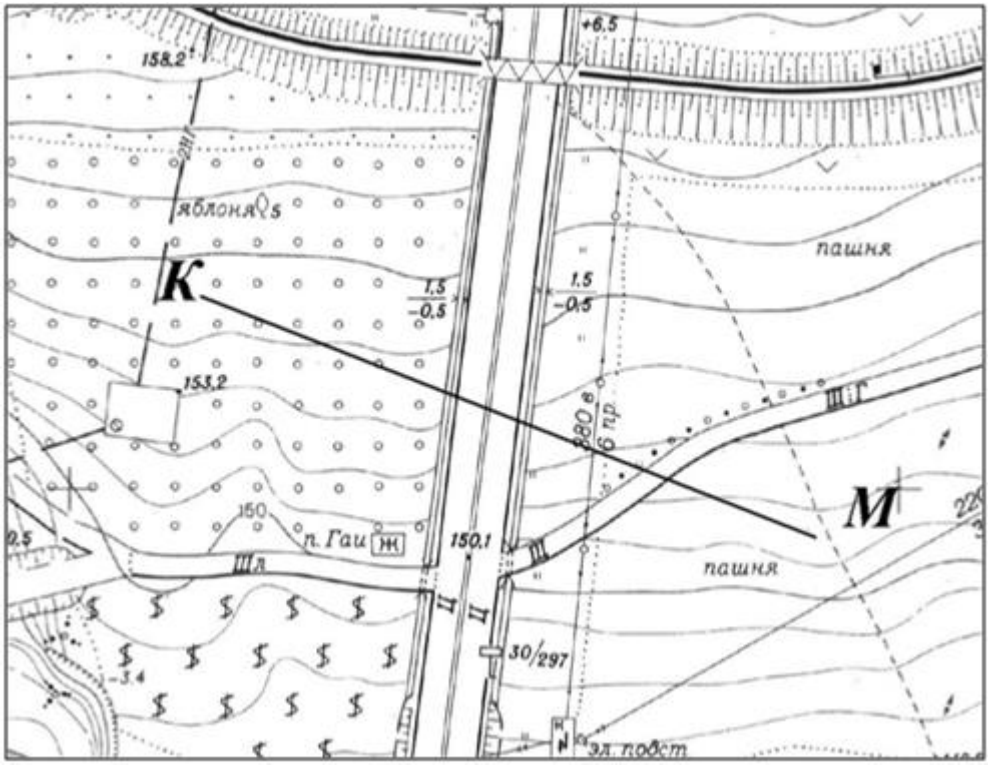


Рисунок 8.1 – Частина топографічного плану масштабу 1 : 2 000

2. На аркуші А4 формату, побудуйте профіль лінії *АВ*, яка зображена на фрагменті топографічної карти масштабу 1 : 10 000 (рис. 8.2).

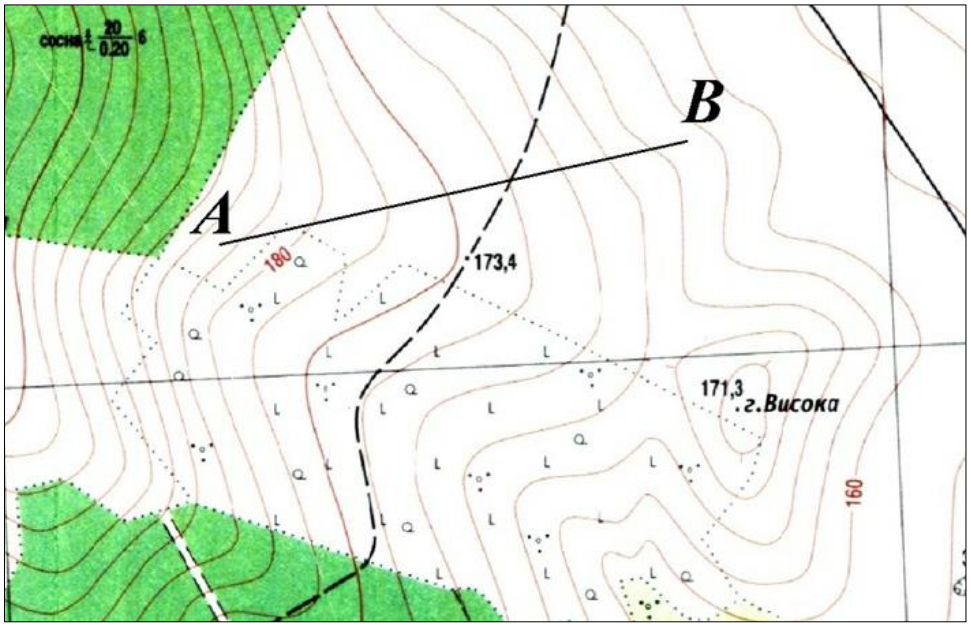


Рисунок 8.2 – Частина топографічної карти масштабу 1 : 10 000

3. На аркуші А4 формату, побудуйте профіль лінії *BC*, яка зображена на фрагменті топографічної карти масштабу 1 : 10 000 (рис. 8.3).

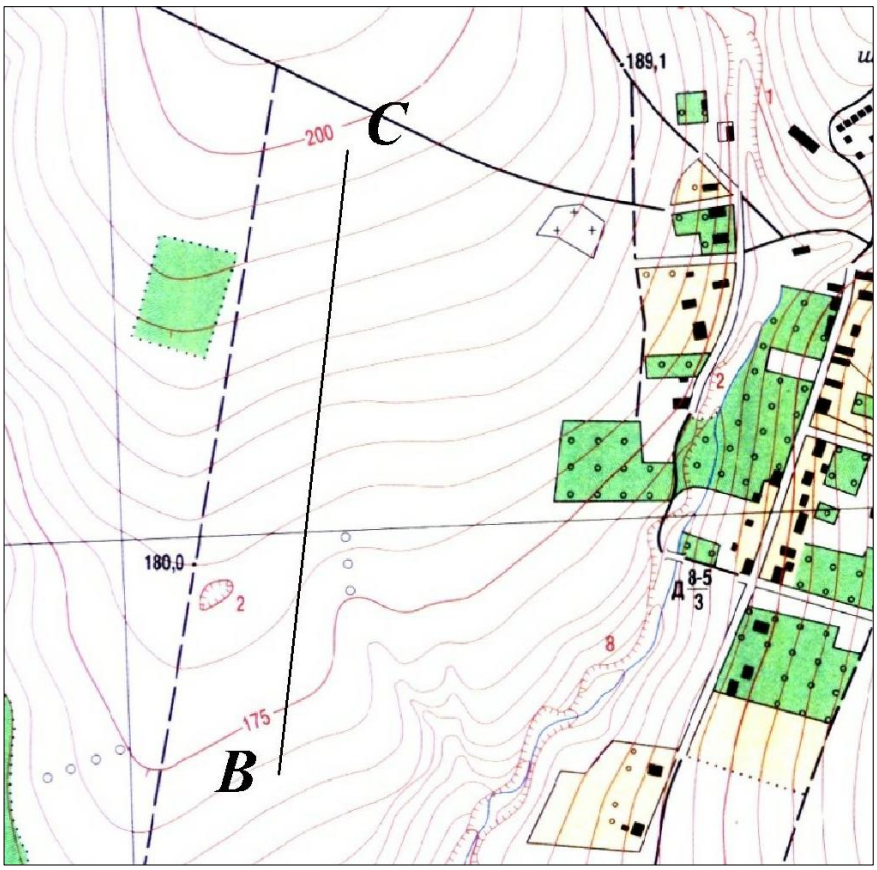


Рисунок 8.3 – Частина топографічної карти масштабу 1 : 10 000

4. На аркуші А4 формату, побудуйте профіль лінії *KL*, яка зображена на фрагменті топографічної карти масштабу 1 : 10 000 (рис. 8.4).

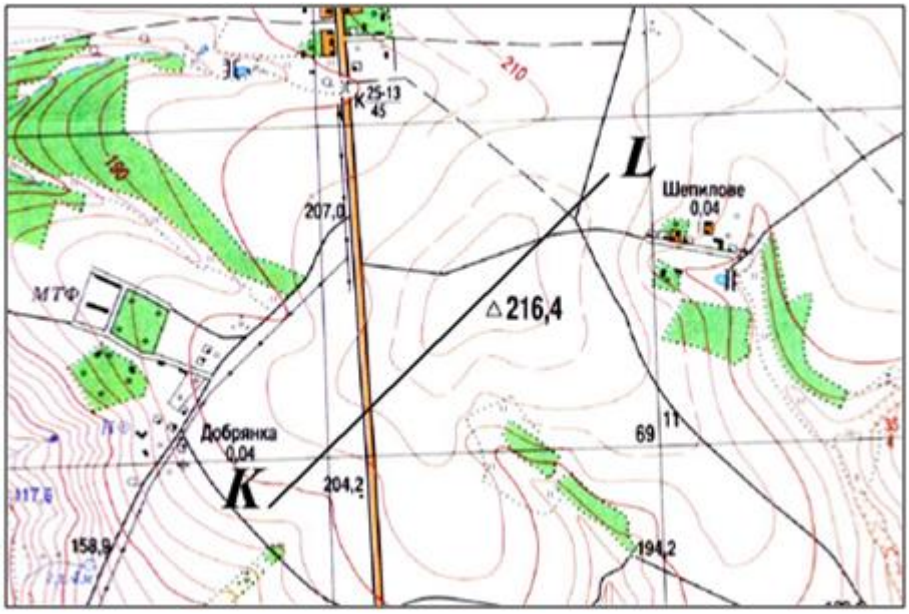


Рисунок 8.4 – Частина топографічної карти масштабу 1 : 25 000

5. На аркуші А4 формату, побудуйте профіль лінії *PF*, яка зображена на фрагменті топографічної карти масштабу 1 : 10 000 (рис. 8.5).

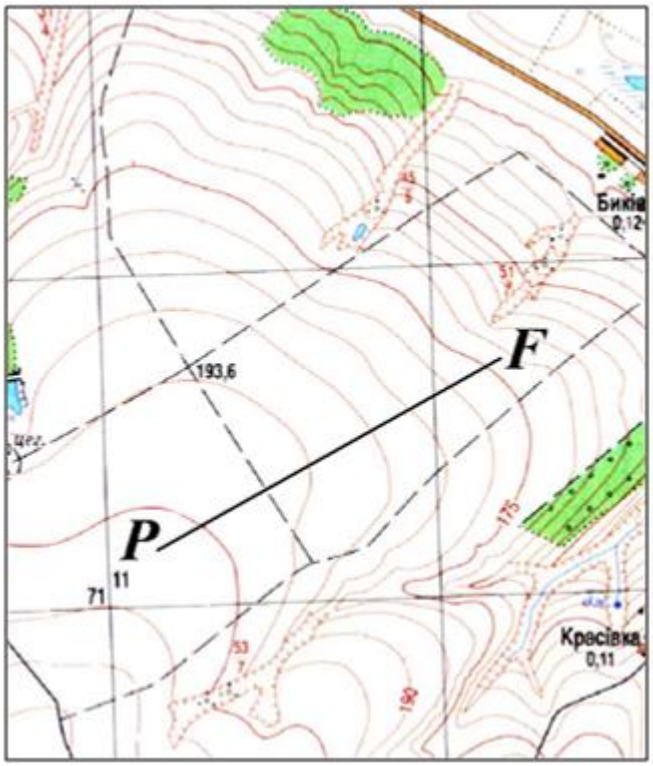


Рисунок 8.5 – Частина топографічної карти масштабу 1 : 25 000

Питання для самоперевірки

1. Що називають профілем?
2. Що таке висота перетину рельєфу?
3. Скільки масштабів використовується при побудові профілю місцевості?
4. Що називають профільної лінією?
5. Наведіть послідовність побудови профілю місцевості за заданою лінією.
6. Для чого використовуються профілі місцевості за заданою лінією?

ТЕМА 9 ВИМІРЮВАННЯ КУТІВ

Кутові вимірювання на місцевості пов’язані з прямовисною лінією, що проходить через вершину кута. Для побудови планів і карт застосовуються не самі куті між лініями, а проєкції кутів на горизонтальну і прямовисну площини.

Задачі

1. Кут заданий в секундах а = 7 673″. Визначте скільки в ньому градусів, мінут та секунд.

2. Кут заданий в секундах а = 10 569″. Визначте скільки в ньому градусів, мінут та секунд.

3. Кут заданий в секундах а = 3 658″. Визначте скільки в ньому градусів, мінут та секунд.

4. Кут заданий в секундах а = 4 367″. Визначте скільки в ньому градусів, мінут та секунд.

5. Кут заданий в секундах а = 876″. Визначте скільки в ньому градусів, мінут та секунд.

6. Кут заданий в градусах, мінутах та секундах а = 1° 45′ 27″. Виразіть його в секундах.

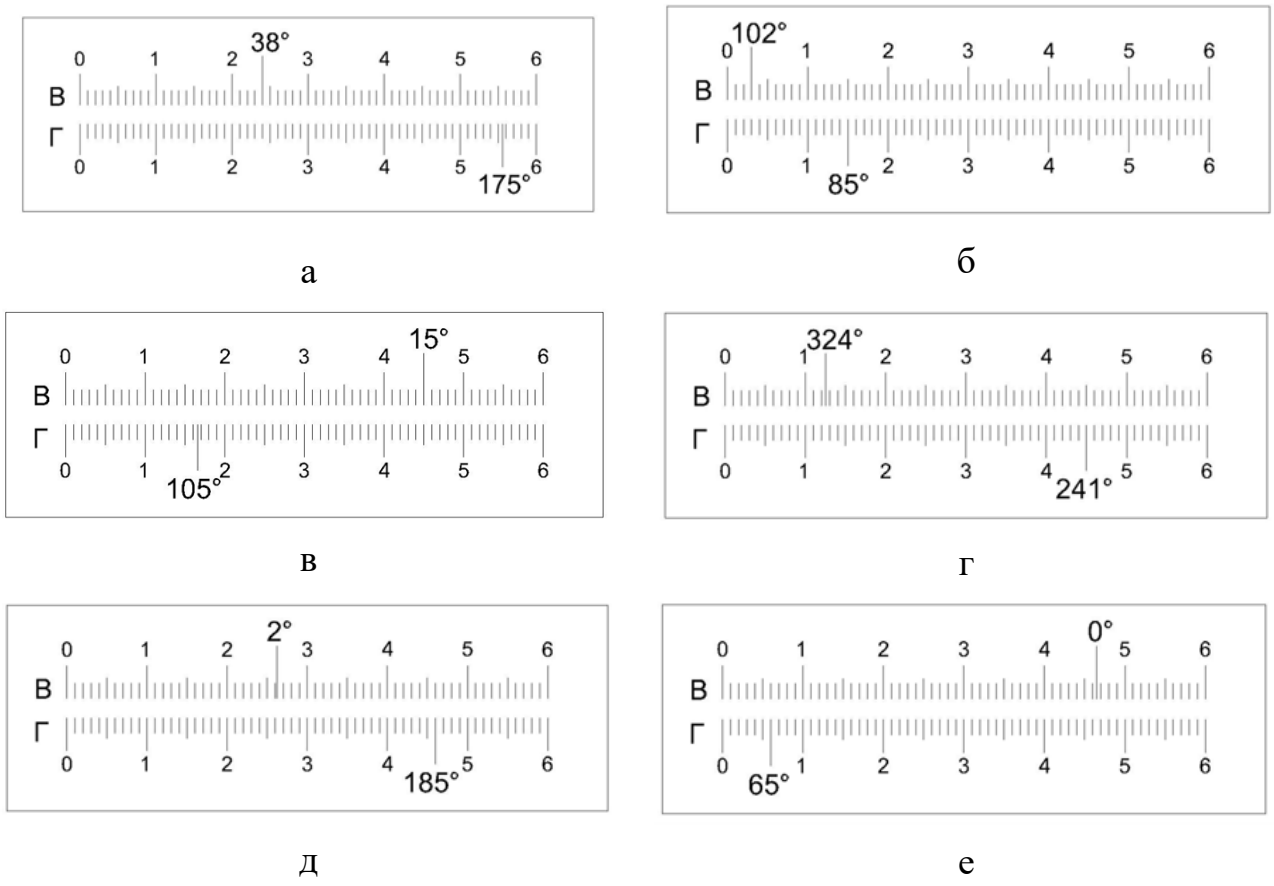
7. Кут заданий в градусах, мінутах та секундах а = 5° 16′ 58″. Виразіть його в секундах.

8. Кут заданий в градусах, мінутах та секундах а = 0° 23′ 08″. Виразіть його в секундах.

9. Кут заданий в градусах, мінутах та секундах а = 10° 43′ 51″. Виразіть його в секундах.

10. Кут заданий в градусах, мінутах та секундах а = 8° 05′ 07″. Виразіть його в секундах.

11. Визначте відлік по лімбам за допомогою шкалового мікроскопа теодоліта 2Т30М (рис. 9.1, а–е).



а б в г д е

Рисунок 9.1 – Шкаловий мікроскоп теодоліта 2Т30М

12. Вкажіть, яким номером на рисунку 9.2 позначено об’єктив і фокусуючий гвинт (кремальєра) теодоліта 2Т30М.

13. Вкажіть, яким номером на рисунку 9.2 позначені затискні гвинти горизонтального і вертикального круга та підставки теодоліта 2Т30М.

14. Вкажіть, яким номером на рисунку 9.2 позначені окуляри мікроскопу та зорової труби теодоліта 2Т30М.

15. Вкажіть, яким номером на рисунку 9.2 позначено циліндричний рівень та підйомні гвинти теодоліта 2Т30М.

16. Назвіть основні частини теодоліту, які зображені на рисунку 9.2 під номерами 1, 5, 15.

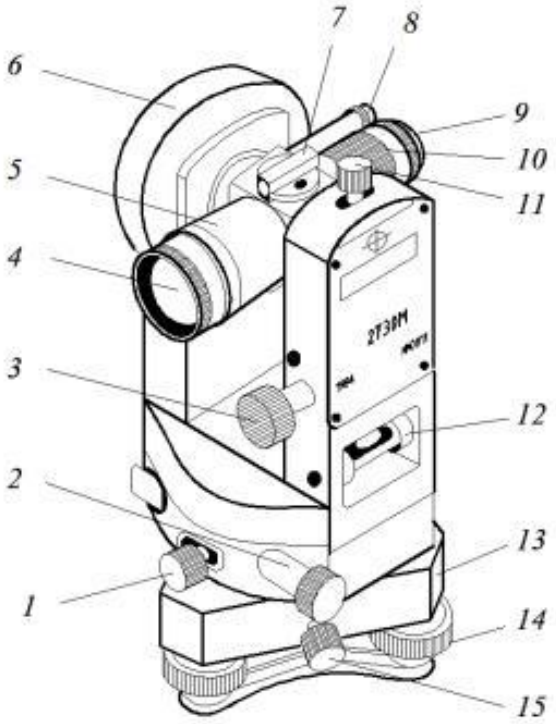


Рисунок 9.2 – Теодоліт 2Т30М

17. Назвіть основні частини теодоліту, які зображені на рисунку 9.2 під номерами 2, 7, 11.

18. Назвіть основні частини теодоліту, які зображені на рисунку 9.2 під номерами 6, 8, 13.

19. Назвіть основні частини теодоліту, які зображені на рисунку 9.2 під номерами 3, 4, 9.

20. Назвіть основні частини теодоліту, які зображені на рисунку 9.2 під номерами 10, 12, 14.

Питання для самоперевірки

1. Для чого використовують теодоліти?
2. На які види поділяються теодоліти за точністю?
3. Назвіть основні частини теодоліта 2Т30М і їх призначення.
4. Які пристрої використовують для визначення відліку по горизонтальному і вертикальному колам теодоліта?
5. Опишіть принцип взяття відліку за шкаловим мікроскопом.
6. Що називають центруванням і як його виконують?
7. З якою точністю центрують теодоліт над вершиною вимірюваного кута за допомогою ниткового виска?

8. Що називають горизонтуванням і як його виконують?

9. Що називають місцем нуля вертикального кола теодоліта?

10. Назвіть формули для визначення місця нуля вертикального кола теодоліта.

11. За якими формулами обчислюють кути нахилу?

12. Які складові теодоліту Ви знаєте?

13. Скільки мінут в одному градусі?

14. Скільки секунд в одному градусі?

15. Що таке лімб теодоліту?

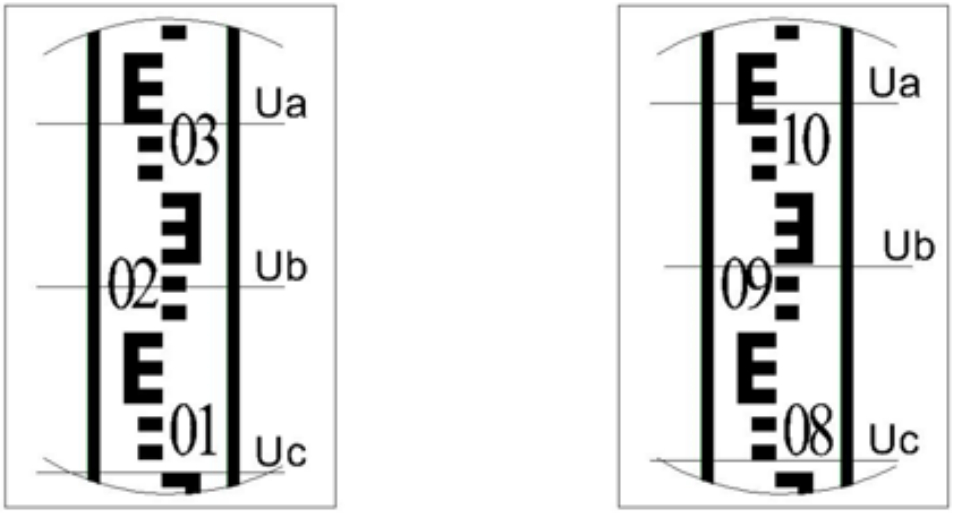
16. Назвіть принцип вимірювання кутів теодолітом.

ТЕМА 10 ВИМІРЮВАННЯ ПЕРЕВИЩЕНЬ

Нівелювання необхідне для створення висотної основи топографічних зйомок, вивчення форм рельєфу і визначення різниці висот точок під час топографічних зйомок, проєктування, будівництва та експлуатації різноманітних споруд і будівель. Результати нівелювання мають важливе значення для розв'язування наукових і практичних задач з геодезії.

Задачі

1. Користуючись рисунком 10.1, а, на якому зображено проєкцію сітки ниток нівеліра Н-10КЛ на рейку РН-3, визначте відліки: Ua; Ub; Uc.

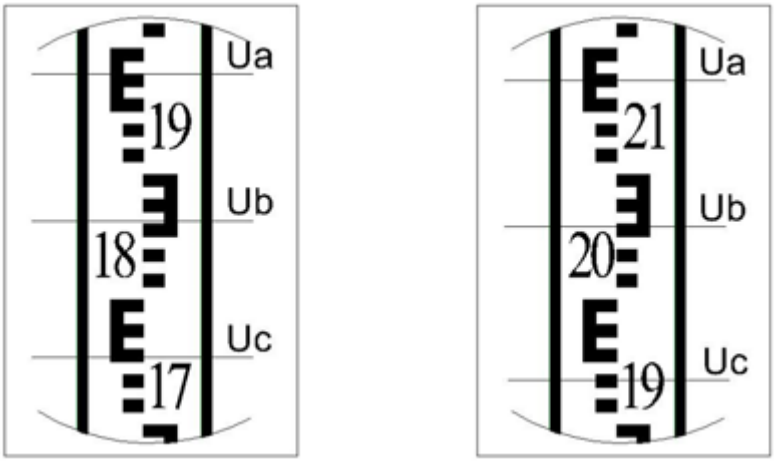


а б

Рисунок 10.1 – Проєкція сітки ниток на рейку РН-3

2. Користуючись рисунком 10.1, б, на якому зображено проєкцію сітки ниток нівеліра Н-10КЛ на рейку РН-3, визначте відліки: Ua; Ub; Uc.

3. Користуючись рисунком 10.2, а, на якому зображено проєкцію сітки ниток нівеліра Н-10КЛ на рейку РН-3, визначте відліки: Ua; Ub; Uc.



а б

Рисунок 10.2 – Проєкція сітки ниток на рейку РН-3

4. Користуючись рисунком 10.2, б, на якому зображено проєкцію сітки ниток нівеліра Н-10КЛ на рейку РН-3, визначте відліки: Ua; Ub; Uc.

5. Користуючись рисунком 10.3, а, на якому зображено проєкцію сітки ниток нівеліра Н-10КЛ на рейку РН-3, визначте відліки: Ua; Ub; Uc.

6. Користуючись рисунком 10.3, б, на якому зображено проєкцію сітки ниток нівеліра Н-10КЛ на рейку РН-3, визначте відліки: Ua; Ub; Uc.

7. Користуючись рисунком 10.3, в, на якому зображено проєкцію сітки ниток нівеліра Н-10КЛ на рейку РН-3, визначте відліки: Ua; Ub; Uc.

8. Користуючись рисунком 10.3, г, на якому зображено проєкцію сітки ниток нівеліра Н-10КЛ на рейку РН-3, визначте відліки: Ua; Ub; Uc.

9. Вкажіть, яким номером на рисунку 10.4 позначено лімб і підставка нівеліра Н-10КЛ.

10. Вкажіть, яким номером на рисунку 10.4 позначено круглий рівень і підйомні гвинти нівеліра Н-10КЛ.

11. Вкажіть, яким номером на рисунку 10.4 позначено окуляр з діоптрійним кільцем і дзеркальце нівеліра Н-10КЛ.

12. Вкажіть яким номером на рисунку 10.4 позначено об’єктив і фокусуючий гвинт (кремальєра) нівеліра Н-10КЛ.

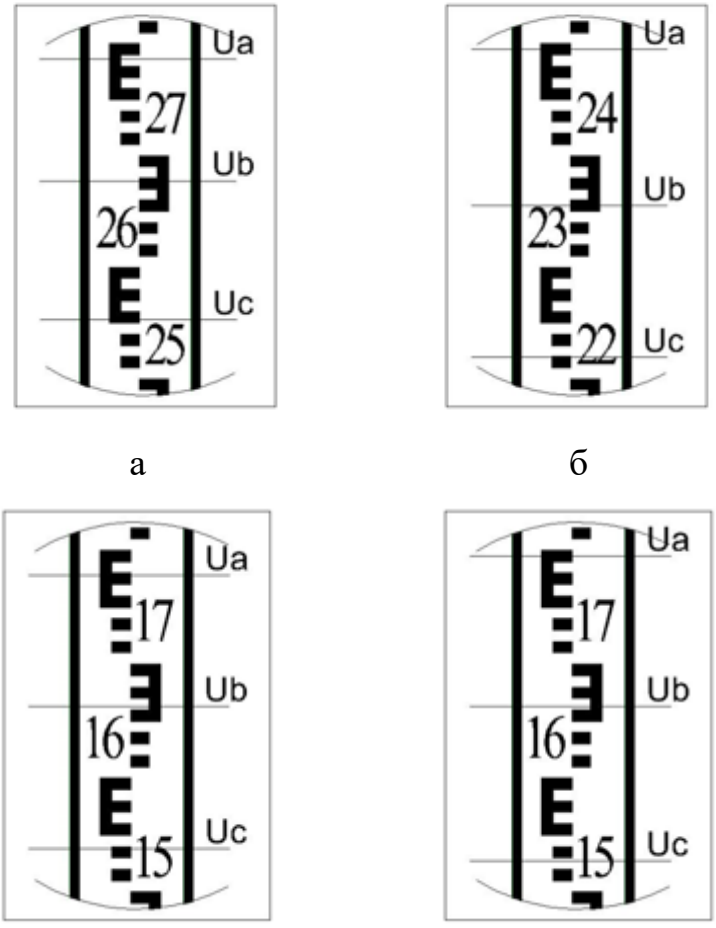


Рисунок 10.3 – Проєкція сітки ниток на рейку РН-3

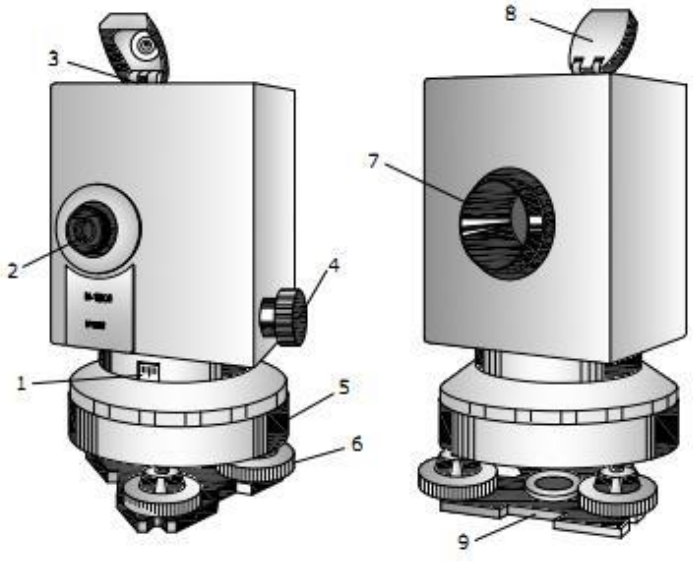


Рисунок 10.4 – Нівелір Н-10КЛ

13. Розрахуйте перевищення, якщо відлік на передню рейку 1245, а задню 1354.

14. Розрахуйте перевищення, якщо відлік на передню рейку 0145, а задню 1157.

15. Розрахуйте перевищення, якщо відлік на задню рейку 5472, а передню 4215.

16. Розрахуйте перевищення, якщо відлік на задню рейку 4756, а передню 4891.

17. Розрахуйте перевищення, якщо відлік на задню рейку 0854, а передню 1354.

18. Розрахуйте перевищення, якщо відлік на задню рейку 1111, а передню 0625.

19. Розрахуйте перевищення, якщо відлік на задню рейку 4855, а передню 5231.

20. Розрахуйте перевищення, якщо відлік на задню рейку 5608, а передню 4921.

Питання для самоперевірки

1. Які існують методи нівелювання?
2. Яким приладом виконують геометричне нівелювання?
3. Яким приладом виконують тригонометричні нівелювання?
4. На які види поділяються нівеліри по конструкції й по точності?
5. Який принцип взяття відліку по нівелірної рейки РН-3? Яка його точність?
6. На які два способи ділиться геометричне нівелювання?
7. В яких випадках застосовують спосіб нівелювання «вперед»?
8. З якою метою виконують послідовне нівелювання?
9. Що називають нівеліром?
10. Якою є головна вимога, що ставиться до нівеліру будь-якого типу?
11. Назвіть принцип тригонометричного нівелювання та прилади, якими його виконують.
12. Назвіть принцип барометричного нівелювання та прилади, якими його виконують.
13. В якій послідовності приводять в робоче положення нівелір?
14. Назвіть порядок роботи на станції геометричного нівелювання.

ТЕМА 11 МАТЕМАТИЧНА ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ У ТЕОДОЛІТНОМУ ХОДІ

Математична обробка результатів вимірювань у теодолітному ході полягає у визначенні допустимих нев'язок кутових і лінійних вимірювань, введенні поправок в результати вимірювань та обчисленні координат точок теодолітного хода.

Задачі

1. Знайдіть кутову нев'язку замкнутого теодолітного ходу, якщо виміряні внутрішні кути мають наступні значення: 34° 45' 54", 103° 12' 06", 42° 02' 19".

2. Знайдіть кутову нев'язку замкнутого теодолітного ходу, якщо виміряні внутрішні кути мають наступні значення: 109° 35' 48", 47° 13' 17", 100° 47' 05" та 102° 23' 50".

3. Знайдіть кутову нев'язку замкнутого теодолітного ходу, якщо виміряні внутрішні кути мають наступні значення: 100° 46' 48", 93° 53' 44", 115° 53' 51", 135° 54' 30" та 93° 30' 01".

4. Знайдіть кутову нев'язку замкнутого теодолітного ходу, якщо виміряні внутрішні кути мають наступні значення: 117° 04' 39", 125° 29' 27", 107° 32' 44", 142° 08' 09", 95° 44' 30" та 132° 00' 32".

5. Знайдіть кутову нев'язку замкнутого теодолітного ходу, якщо виміряні внутрішні кути мають наступні значення: 137° 52' 42", 132° 57' 34", 133° 13' 19", 129° 54' 11", 110° 39' 43", 120° 33' 11" та 134° 49' 22".

6. Розрахуйте допустиму нев'язку замкнутого теодолітного ходу, який складається з 6 точок і виконувався теодолітом 2Т30М.

7. Розрахуйте допустиму нев'язку замкнутого теодолітного ходу, який складається з 9 точок і виконувався теодолітом 2Т5К.

8. Розрахуйте допустиму нев'язку замкнутого теодолітного ходу, який складається з 11 точок і виконувався теодолітом 2Т30М.

9. Розрахуйте допустиму нев'язку замкнутого теодолітного ходу, який складається з 7 точок і виконувався теодолітом 2Т15М.

10. Розрахуйте допустиму нев'язку замкнутого теодолітного ходу, який складається з 10 точок і виконувався теодолітом Т2.

11. Розрахуйте периметр замкнутого теодолітного ходу, якщо довжини сторін полігону дорівнюють 23,67 м, 45,90 м та 97,87 м.

12. Розрахуйте периметр замкнутого теодолітного ходу, якщо довжини сторін полігону дорівнюють 22,47 м, 35,90 м, 57,37 м та 84,21 м.

13. Розрахуйте периметр замкнутого теодолітного ходу, якщо довжини сторін полігону дорівнюють 23,67 м, 45,90 м, 97,87 м, 29,56 та 61,32 м

14. Розрахуйте периметр замкнутого теодолітного ходу, якщо довжини сторін полігону дорівнюють 49,67 м, 45,90 м, 52,16,87 м та 39,66 м.

15. Розрахуйте периметр замкнутого теодолітного ходу, якщо довжини сторін полігону дорівнюють 95,08 м, 85,77 м, 101,25 м, 105,42 м, та 91,23 м.

16. Розрахуйте дирекційний кут сторони $\alpha_{2\text{-}3}$, якщо дирекційний кут сторони $\alpha_{1\text{-}2} = 128° 07' 49''$, а виправлений по ходу лівий кут дорівнює $\beta_л = 89° 03'$.

17. Розрахуйте дирекційний кут сторони $\alpha_{2\text{-}3}$, якщо дирекційний кут сторони $\alpha_{1\text{-}2} = 147° 37' 13''$, а виправлений по ходу лівий кут дорівнює $\beta_л = 43° 18'$.

18. Розрахуйте дирекційний кут сторони $\alpha_{3\text{-}4}$, якщо дирекційний кут сторони $\alpha_{2\text{-}3} = 95° 18' 08''$, а виправлений по ходу лівий кут дорівнює $\beta_л = 32° 45'$.

19. Розрахуйте дирекційний кут сторони $\alpha_{3\text{-}4}$, якщо дирекційний кут сторони $\alpha_{2\text{-}3} = 128° 07' 49''$, а виправлений по ходу правий кут дорівнює $\beta_п = 89° 03'$.

20. Розрахуйте дирекційний кут сторони $\alpha_{2\text{-}3}$, якщо дирекційний кут сторони $\alpha_{1\text{-}2} = 237° 27' 53''$, а виправлений по ходу правий кут дорівнює $\beta_п = 57° 24'$.

21. Розрахуйте виправлений горизонтальний кут у теодолітному ході, якщо виміряний горизонтальний кут 46° 00' 45", а поправка дорівнює – 12".

22. Врівноважте внутрішні кути полігону і заповніть таблицю 11.1. Напишіть усі формули для врівноваження кутів полігону.

Таблиця 11.1 – Врівноваження кутів полігону

Номер вершини полігону	Внутрішні кути полігона		
	Виміряні кути, ° ' "	Поправка, ° ' "	Виправлені кути, ° ' "
1	89° 47' 36"		
2	56° 01' 54"		
3	34° 11' 32"		

23. Врівноважте внутрішні кути полігону і заповніть таблицю 11.2. Напишіть усі формули для врівноваження кутів полігону.

Таблиця 11.2 – Частина відомості теодолітного ходу

Номер сторони	Довжина сторони полігону, м	Розраховані прирости				Виправлені прирости, м	
		ΔX, м	Поправки, мм	ΔY, м	Поправки, мм	X	Y
1-2	87,46	0,00		+87,47			
2-3	89,19	+82,44		+33,97			
3-4	119,01	−12,49		−118,42			
4-1	70,24	−69,96		−2,97			

24. Визначте виправлений горизонтальний кут у теодолітному ході, якщо виміряний горизонтальний кут 64° 15' 32", а поправка дорівнює −23".

25. Визначте виправлений горизонтальний кут у теодолітному ході, якщо виміряний горизонтальний кут 87° 06' 15", а поправка дорівнює +18".

26. Визначте виправлений горизонтальний кут у теодолітному ході, якщо виміряний горизонтальний кут 32° 21' 08", а поправка дорівнює −9".

27. Визначте виправлений горизонтальний кут у теодолітному ході, якщо виміряний горизонтальний кут 38° 18' 09", а поправка дорівнює +14".

28. Визначте внутрішні кути полігону і заповніть таблицю 11.3. Напишіть усі формули для врівноваження кутів полігону.

Таблиця 11.3 – Врівноваження кутів полігону

Номер вершини полігону	Внутрішні кути полігона		
	Виміряні кути, ° ' "	Поправка, ° ' "	Виправлені кути, ° ' "
1	89° 57' 36"		
2	112° 01' 52"		
3	97° 11' 32"		
4	153° 49' 47"		
5	87° 01' 03"		

29. Виконайте математичну обробку частини відомості теодолітного ходу. Результати занесіть до таблиці 11.4 та наведіть формули для розрахунків.

Таблиця 11.4 – Частина відомості теодолітного ходу

Сторони полігону	Довжина горизонтальної проєкції, м	Розраховані прирости				Виправлені прирости	
		ΔX	Поправки, мм	ΔY	Поправки, мм	X	Y
1-2	87,26	0,00		+87,46			
2-3	89,19	+82,42		+33,97			
3-4	118,08	−12,49		−118,42			
4-1	70,25	−69,96		−2,97			

Питання для самоперевірки

1. Що являє собою геодезична мережа?
2. На які види поділяються геодезичні мережі?
3. Що являє собою теодолітний хід?
4. Які бувають види теодолітних ходів?
5. Які вимірювання виконують в теодолітному ході?
6. Перерахуйте вимоги, які пред’являються до вибору точок теодолітного ходу в польових умовах?
7. У чому полягає суть математичної обробки результатів вимірювань в теодолітному ході?
8. Що роблять в разі, якщо фактичні нев’язки кутових і лінійних вимірювань перевищують гранично допустимі?
9. Який спосіб застосовують для зйомки віддалених і важкодоступних об’єктів, відстань до яких недоступна для безпосереднього виміру мірної стрічкою?
10. Як визначаються поправки у прирости координат?
11. Як врівноважують кути теодолітного ходу?
12. Що таке поправка?
13. Яке допустиме значення кутової нев’язки теодолітного ходу?
14. У чому полягають відмінності врівноваження замкненого и розімкненого теодолітного ходів?
15. Що таке врівноваження?
16. Який є контроль при розрахуванні приростів координат?
17. Чому дорівнює теоретична сума кутів замкнутого теодолітного ходу?
18. Чому дорівнює теоретична сума кутів розімкненого теодолітного ходу?

ТЕМА 12 МАТЕМАТИЧНА ОБРОБКА ЖУРНАЛУ НІВЕЛЮВАННЯ

Висотні ходи зйомочної основи проєктують за точками теодолітного ходу з прив'язкою кінцевих точок до марок і реперів державної геодезичної мережі або мережі згущення. Вимірювання перевищень між точками виконують методом геометричного або тригонометричного нівелювання

Задачі

1. Використовуючи дані журналу нівелювання, визначте перевищення між точками А і В, горизонт прибору на станції 1, абсолютні позначки висот точок В та С. Заповніть таблицю 12.1.

Таблиця 12.1 – Журнал нівелювання

Номер станції	Точки нівелювання	Відліки по рейках, мм			Перевищення, мм		Середнє перевищення, мм		Горизонт приборy, м	Абсолютні відмітки точок, м
		задня	передня	проміжна	+	−	+	−		
1	А	0522								110,357
		5307								
	В		1447							
			6232							
	С			1920						

2. Використовуючи дані журналу нівелювання, визначте перевищення між точками А і В, горизонт прибору на станції 1, абсолютні позначки висот точок В та С. Заповніть таблицю 12.2.

3. Використовуючи дані журналу нівелювання, визначте перевищення між точками А і В, горизонт прибору на станції 1, абсолютні позначки висот точок В та С. Заповніть таблицю 12.3.

4. Використовуючи дані журналу нівелювання, визначте перевищення між точками А і В, горизонт прибору на станції 1, абсолютні позначки висот точок В та С. Заповніть таблицю 12.4.

5. Використовуючи дані журналу нівелювання, визначте перевищення між точками А і В, горизонт прибору на станції 1, абсолютні позначки висот точок В та С. Заповніть таблицю 12.5.

Таблиця 12.2 – Журнал нівелювання

Номер станції	Точки нівелювання	Відліки по рейках, мм			Перевищення, мм		Середнє перевищення, мм		Горизонт приборy, м	Абсолютні відмітки точок, м
		задня	передня	проміжна	+	−	+	−		
11	A	0522								145,365
		5307								
	B		1447							
			6232							
	C			2108						

Таблиця 12.3 – Журнал нівелювання

Номер станції	Точки нівелювання	Відліки по рейках, мм			Перевищення, мм		Середнє перевищення, мм		Горизонт приборy, м	Абсолютні відмітки точок, м
		задня	передня	проміжна	+	−	+	−		
1	A	0522								132,845
		5307								
	B		1447							
			6232							
	C			1234						

Таблиця 12.4 – Журнал нівелювання

Номер станції	Точки нівелювання	Відліки по рейках, мм			Перевищення, мм		Середнє перевищення, мм		Горизонт приборy, м	Абсолютні відмітки точок, м
		задня	передня	проміжна	+	−	+	−		
1	A	0622								103,251
		5409								
	B		1447							
			6232							
	C			1891						

Таблиця 12.5 – Журнал нівелювання

Номер станції	Точки нівелювання	Відліки по рейках, мм			Перевищення, мм		Середнє перевищення, мм		Горизонт приладу, м	Абсолютні відмітки точок, м
		задня	передня	проміжна	+	−	+	−		
1	A	1447								102,203
		6232								
	B		0522							
			5307							
	C			1367						

Питання для самоперевірки

1. Як обчислюють висоту осі візування при геометричному нівелюванні з середини?

2. За якою формулою обчислюють перевищення між точками при геометричному нівелюванні з середини?

3. Чому дорівнює теоретична сума перевищень в замкнутому нівелірному ході?

4. Які бувають види нівелірних ходів?

5. Що мають на увазі під визначенням «камеральні роботи»?

6. Що таке горизонт прибору?

7. У чому полягає відмінність між передньою, заднею і проміжною точками при нівелюванні?

8. Для чого використовують горизонт прибору?

ТЕСТОВІ ПИТАННЯ

№ з/п	Текст завдання	Варіанти відповідей
1	2	3
1	Геодезія – наука, що:	1. Вивчає будову і склад Землі. 2. Вивчає природу магнітних полів Землі. 3. Вивчає природу гравітаційних полів Землі. 4. Вивчає форму і розміри Землі або окремих її частин і методи вимірювань на Земній поверхні з метою відображення її на планах і картах, для виконання різних завдань інженерної діяльності людини. 5. Вивчає еволюцію розвитку Землі, як небесного тіла
2	Тіло, утворене поверхнею світового океану в стані спокою і рівноваги та продовжене під материками, утворює фігуру Землі має назву:	1. Еліпсоїд. 2. Куля. 3. Геоїд. 4. Сфероїд
3	Розміри земного еліпсоїда характеризуються:	1. Висотою і шириною. 2. Довжинами його великої і малої півосей, а також стисненням. 3. Розтягуванням і стисненням. 4. Кривизною поверхні і розтягуванням. 5. Кривизною і радіусом кривизни
4	Площина, що проходить через центр Землі перпендикулярно до осі обертання, називається:	1. Центральною площиною. 2. Головною площиною. 3. Площиною земного екватора. 4. Площиною географічного меридіана. 5. Площиною магнітного меридіана
5	Площина, що проходить через прямовисну лінію і вісь обертання Землі, називається:	1. Площиною земного екватора. 2. Площиною географічного (астрономічного) меридіана. 3. Площиною магнітного меридіана. 4. Площиною гіроскопічного меридіана. 5. Осьовою площиною
6	Лінії перетину площин географічних меридіанів із земною поверхнею називаються:	1. Евольвентами. 2. Ізобарами. 3. Ізогіпсами. 4. Паралелями. 5. Меридіанами
7	Лінії, утворені при перетині площин, що проходять перпендикулярно до осі обертання Землі із земною поверхнею називаються:	1. Евольвентами. 2. Ізобарами. 3. Ізогіпсами. 4. Паралелями. 5. Меридіанами

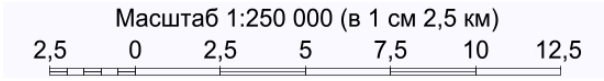
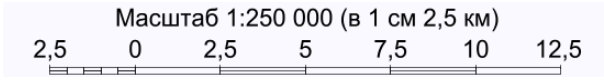
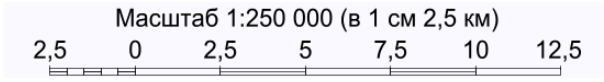
1	2	3
8	Мережа меридіанів і паралелей, заданих деяким чином на земну поверхню, являє собою координатні осі:	1. Декартової системи координат. 2. Полярної системи координат. 3. Географічної системи координат. 4. Системи плоских прямокутних координат. 5. Системи координат Гельмерта
9	Положення точок на сфері в географічній системі координат визначається:	1. Широтою і довготою. 2. Кутом та відстанню. 3. Координатами х, у. 4. Висотою над рівнем море. 5. Відстанню щодо екватора
10	Початком відліку географічних координат є:	1. Точка перетину осей у і х. 2. Площина екватора і Грінвічського (нульового) меридіана. 3. Центр Землі. 4. Південний полюс Землі. 5. Північний полюс Землі
11	Під довготою розуміють:	1. Кут, утворений прямовисною лінією обумовленої точки з площиною екватора. 2. Двогранний кут між площиною Грінвічського (нульового) меридіана і площиною меридіана, що проходить через визначувану точку. 3. Кут щодо напрямку на північ. 4. Кут щодо направлення на південь. 5. Кут щодо направлення на схід
12	Під широтою розуміють:	1. Кут, утворений прямовисною лінією обумовленої точки з площиною екватора. 2. Двогранний кут між площиною Грінвічського (нульового) меридіана і площиною меридіана, що проходить через визначувану точку. 3. Кут щодо напрямку на північ. 4. Кут щодо направлення на південь. 5. Кут щодо направлення на схід
13	У географічних координатах довготи можуть відраховуватися:	1. Від центру Землі на схід і захід. 2. Від північного полюса Землі на південь. 3. Від південного полюса Землі на північ. 4. Від екватора на північ і на південь. 5. На схід і захід від Грінвічського меридіана
14	У тому випадку, коли довготи відлічуються на схід і захід від Гринвіцького меридіана, вони змінюються:	1. Від 0 до 180º, при цьому східні довготи вважаються додатніми, західні – від'ємними. 2. Від 0 до 90º, при цьому східні довготи вважаються додатніми, західні – від'ємними

1	2	3
		3. Від 0 до 270º, при цьому східні довготи вважаються додатніми, західні – від'ємними. 4. Від 0 до 90º, при цьому західні довготи вважаються додатніми, східні – від'ємними. 5. Від 0 до 190º, при цьому західні довготи вважаються додатніми, східні – від'ємними
15	Широти відлічуються:	1. Від центру Землі. 2. Від північного полюса Землі на південь. 3. Від південного полюса Землі на північ. 4. Від екватора на північ (додатніми) і на південь (від'ємними). 5. На схід і захід від Гринвіцького меридіана
16	Широти змінюються:	1. Від 0 до 180º. 2. Від 0 до 360º. 3. Від 0 до 90º. 4. Від 0 до 270º. 5. Від 0 до 300º
17	Положення точки на місцевості в плоскій прямокутній системі координат визначається:	1. Широтою і довготою. 2. Кутом та відстанню. 3. Координатами x і y. 4. Відстанню щодо екватора і Гринвіцького меридіана. 5. Відстанню від північного полюса і висотою відносно рівня моря
18	У геодезичній системі плоских прямокутних координат:	1. Вісь абсцис (вісь x) на кресленні розташовується вертикально і співпадає з напрямком меридіана північ. 2. Вісь абсцис (вісь x) на кресленні розташовується горизонтально і співпадає з екватором. 3. Вісь абсцис (вісь x) на кресленні розташовується горизонтально і співпадає з паралеллю. 4. Вісь абсцис (вісь x) співпадає з великої півосею еліпсоїда обертання. 5. Вісь абсцис (вісь x) на кресленні розташовується вертикально і співпадає з напрямком меридіана на південь
19	Для орієнтування ліній щодо осьового меридіана (осі абсцис прямокутної системи координат) використовуються:	1. Магнітні азимути. 2. Географічні азимути. 3. Геодезичні азимути. 4. Астрономічні азимути. 5. Дирекційний кути

1	2	3
20	Одна хвилина (1’) має:	1. 50". 2. 60". 3. 100". 4. 120". 5. 160"
21	Один градус (1°) містить:	1. 2 400". 2. 3 060". 3. 3 600". 4. 6 000". 5. 360"
22	Двогранний кут між площинами геодезичного меридіана даної точки і початкового геодезичного меридіана – це:	1. Геодезична довгота. 2. Геодезична широта. 3. Астрономічна довгота. 4. Астрономічна широта. 5. Географічний кут
23	Кут між площиною екватора і прямовисною лінією в даній точці – це:	1. Геодезична довгота. 2. Геодезична широта. 3. Астрономічна довгота. 4. Астрономічна широта. 5. Географічний кут
24	Двогранний кут між площинами астрономічного меридіана даної точки і початкового астрономічного меридіана – це:	1. Геодезична довгота. 2. Геодезична широта. 3. Астрономічна довгота. 4. Астрономічна широта. 5. Географічний кут
25	В Україні абсолютні висоти визначаються в системі:	1. Дніпровській. 2. Балтійській. 3. Чорноморській. 4. Азовській. 5. Державній
26	Різниця висот двох точок – це:	1. Перевищення. 2. Прирости аплікат. 3. Прирости абсцис. 4. Прирости ординат. 5. Величина
27	Орієнтувати лінію – значить:	1. Визначити її нахил. 2. Визначити її довжину. 3. Визначити її напрямок щодо іншого, прийнятого за вихідне. 4. Визначити її положення щодо точки. 5. Визначити її положення щодо спостерігача
28	Магнітне схилення – це:	1. Розбіжність між вертикальним кутом і магнітним азимутом. 2. Розбіжність між астрономічним і геодезичним азимутами

1	2	3
		3. Розбіжність між астрономічним і географічним азимутами. 4. Розбіжність між магнітним і географічним азимутами орієнтуємого напрямку. 5. Д. Схильність до намагнічування
29	Оскільки дирекційний кут однієї й тієї ж лінії в різних її точках залишається постійним, тому прямий і зворотний дирекційний кути відрізняються один від одного на:	1. 180º. 2. 90º. 3. 360º. 4. 270º. 5. 45º
30	Кут γ в даній точці між її географічним меридіаном і лінією, паралельній осі абсцис (осьовому меридіану), називається:	1. Міжмеридіанальним кутом. 2. Зближенням меридіанів. 3. Магнітною відмінністю. 4. Меридіанальной відмінністю. 5. Кутом девіації
31	Задача визначення координат точки за координатами вихідної точки, горизонтальному прокладенню між вихідною та обумовленою точками і дирекційному куту цієї лінії має назву:	1. Основного завдання геодезії. 2. Директивного завдання геодезії. 3. Завдання детермінації. 4. Прямої геодезичної задачі. 5. Зворотної геодезичної задачі
32	Задача визначення дирекційного кута і горизонтальної відстані між точками лінії по відомим координатам двох точок має назву:	1. Основного завдання геодезії. 2. Директивного завдання геодезії. 3. Завдання детермінації. 4. Прямої геодезичної задачі. 5. Зворотної геодезичної задачі
33	На відміну від азимута А дирекційний кут однієї й тієї ж лінії в різних її точках:	1. Непостійний. 2. Закономірно змінюється. 3. Залишається постійним. 4. Змінюється пропорційно висотному положенню точок. 5. Змінюється пропорційно відстані між визначеними точками
34	Дирекційний кут – це:	1. Вертикальний кут між осьовим меридіаном і даною стороною визначається за годинниковою стрілкою. 2. Горизонтальний кут між осьовим меридіаном і даною стороною визначається за годинниковою стрілкою. 3. Горизонтальний кут між осьовим меридіаном і даною стороною визначається проти годинникової стрілки. 4. Вертикальний кут між осьовим меридіаном і даною стороною визначається проти годинникової стрілки. 5. Гострий кут між осьовим меридіаном і даною стороною

1	2	3
35	Румб – це:	1. Вертикальний кут між осьовим меридіаном і даною стороною визначається за годинниковою стрілкою. 2. Горизонтальний кут між осьовим меридіаном і даною стороною визначається за годинниковою стрілкою. 3. Горизонтальний кут між осьовим меридіаном і даною стороною визначається проти годинникової стрілки. 4. Вертикальний кут між осьовим меридіаном і даною стороною визначається проти годинникової стрілки. 5. Гострий кут між осьовим меридіаном і даною стороною
36	Ступінь зменшення лінії на плані (карті) визначається:	1. Кратністю. 2. Коефіцієнтом зменшення. 3. Масштабом. 4. Коефіцієнтом стиснення. 5. Коефіцієнтом редукування
37	Під рельєфом розуміють:	1. Сукупність опуклих частин поверхні. 2. Сукупність увігнутих частин поверхні. 3. Рівнинні, плоскі ділянки. 4. Ділянки між ярами. 5. Сукупність нерівностей земної поверхні. різноманітних за обрисами, розмірами
38	Горизонталь – це:	1. Слід, що виходить від перетину земної поверхні рівної поверхнею (також розуміють лінію земної поверхні, всі точки якої мають рівні висоти). 2. Лінія земної поверхні, всі точки якої мають висоту, що закономірно змінюються. 3. Сліди, що виходять від перетинів земної поверхні перпендикулярними площинами. 4. Умовна площина з кутом нахилу 0. 5. Горизонтальна площина, що має нульову висотну відмітку
39	Відстань на карті (плані) між двома послідовними горизонталями називається:	1. Роздільною здатністю горизонталей. 2. Заставлянням. 3. Висотою перерізу рельєфу. 4. Шириною перерізу рельєфу. 5. Довжиною перерізу рельєфу
40	Найчастіше в геодезії використовують такі види масштабів:	1. Іменований, чисельний, лінійний. 2. Дрібний, чисельний, лінійний. 3. Іменований, крупний, дрібний. 4. Дрібний, середній, лінійний. 5. Дрібний, середній, чисельний

1	2	3
41	Іменований масштаб має вигляд:	1. 1 : 25000. 2.  3. В 1 сантиметрі 250 метрів. 4. 1 : 200. 5. В 1 см: 250 м
42	Чисельний масштаб має вигляд:	1. 1 : 25000. 2.  3. В 1 сантиметрі 250 метрів. 4. 1 : 200. 5. В 1 см: 250 м
43	Лінійний масштаб має вигляд:	1. 1 : 25000. 2.  3. В 1 сантиметрі 250 метрів. 4. 1 : 200. 5. В 1 см: 250 м
44	Яких з перерахованих нижче видів умовних знаків не існує:	1. Поза масштабні. 2. Лінійні. 3. Контурні. 4. Пояснювальні. 5. Поза лінійні
45	Скільки метрів в дійсності буде становити лінія на папері довжиною 1 см в М 1:1000:	1. 0,1 м. 2. 1 м. 3. 10 м. 4. 100 м. 5. 1 км
46	Зменшене подібне зображення горизонтальної проєкції невеликої ділянки місцевості, в межах якого не враховується кривизна Землі – це:	1. Карта. 2. План. 3. Профіль. 4. Абрис. 5. Ескіз
47	Зменшене узагальнене зображення місцевості на площині всієї або значної частини земної поверхні, складене в прийнятій картографічній проєкції з урахування кривизни Землі – це:	1. Карта. 2. План. 3. Профіль. 4. Абрис. 5. Ескіз
48	Зображення на площині вертикального перетину поверхні місцевості в заданому напрямі – це:	1. Карта. 2. План. 3. Профіль. 4. Абрис. 5. Ескіз
49	Сукупність контурів і нерухомих предметів місцевості – це:	1. Рельєф. 2. Ситуація. 3. Профіль

1	2	3
		4. Абрис. 5. Ескіз
50	Нерівності земної поверхні природного походження місцевості – це:	1. Рельєф. 2. Ситуація. 3. Профіль. 4. Абрис. 5. Ескіз
51	Для вимірювання горизонтальних кутів і кутів нахилу (вертикальних кутів) служить прилад, який називається:	1. Транспортир. 2. Градусник. 3. Нівелір. 4. Теодоліт. 5. Кутомір
52	До аналогових інструментів для вимірювання довжин належать:	1. Оптичні далекоміри з постійним паралактичним кутом. 2. Оптичні далекоміри з постійним базисом. 3. Оптичні далекоміри подвійного зображення. 4. Світлодалекоміри. 5. Рулетки
53	Геометричне нівелювання виконується за допомогою:	1. Теодоліта і нівелірних рейок. 2. Бусолі і рейок. 3. Тахеометра. 4. Нівеліра і нівелірних рейок. 5. Теодоліта і геометричних залежностей в прямокутних трикутниках
54	Під зйомкою місцевості розуміють:	1. Фотографування. 2. Створення фільму. 3. Замальовка предметів місцевості «на око». 4. Зйомка місцевості на відеокамеру. 5. Сукупність вимірів, що виконуються на місцевості з метою створення карти (плану)
55	При організації геодезичних робіт пов’язаних зі зйомками застосовується принцип:	1. Паулі. 2. Від загального до конкретного. 3. Суперпозиції. 4. Диференціального позиціонування. 5. Від кожного за здібностями, кожному по праці
56	Глобальна позиційна система GPS складається з 3-х сегментів:	1. Основного, допоміжного і приватного. 2. 1-го, 2-го і 3-го. 3. Астрономічного, геодезичного та маркшейдеркого. 4. Атмосферного, стратосферного і іносферного. 5. Космічного, керуючого і користувальницького

1	2	3
57	Зйомка подробиць, що являє собою сукупність полярного способу зйомки і тригонометричного нівелювання, називається:	1. Способом кутових засічок. 2. Способом лінійних засічок. 3. Способом ординат і перпендикулярів. 4. Полярним способом. 5. Тахеометричної зйомкою
58	При оберненій кутовій засічці прилад для вимірювання кутів встановлюють:	1. На точці, координати якої визначаються. 2. На вихідних точках. 3. На допоміжній точці. 4. На двох будь-яких точках. 5. На трьох будь-яких точках
59	Порядок спостережень на станції при технічному нівелюванні такий:	1. Чорна задня, червона задня, чорна передня, червона передня. 2. Червона задня, чорна задня, червона передня, чорна передня. 3. Червона задня, чорна передня, чорна задня, червона передня. 4. Червона задня, червона передня, чорна задня, чорна передня. 5. Червона задня, чорна передня, червона задня, червона передня
60	При прямій кутовій засічці прилад для вимірювання кутів встановлюють:	1. На точці, координати якої визначаються. 2. На вихідних точках. 3. На допоміжній точці. 4. На двох будь-яких точках. 5. На будь-якій точці
61	При технічному нівелюванні розходження перевищень на станції, що визначені по чорній та червоній сторонах рейок, допускається до:	1. 3 мм. 2. 5 мм. 3. 2 мм. 4. 4 мм. 5. 10 мм
62	Для виконання тахеометричної зйомки потрібні такі прилади:	1. Нівелір, штатив, рейка. 2. Теодоліт, 2 штативи, нівелір. 3. Теодоліт, рейка, штатив. 4. Мензула, кіпрегель, штатив. 5. Теодоліт, мензула, штатив
63	Державні опорні планові мережі створюються:	1. Тільки методом тріангуляції. 2. Тільки методом трилатерації. 3. Тільки методом полігонометрії. 4. Методами тріангуляції, трилатерації і полігонометрії. 5. Методами геодезичних засічок
64	Геодезична мережа, що забезпечує поширення координат на всю територію держави і є вихідною для побудови інших геодезичних мереж – це:	1. Державна геодезична мережа. 2. Геодезична мережа згущення. 3. Знімальна мережа. 4. Геодезична мережа спеціального призначення. 5. Висотно-планова мережа

1	2	3
65	Головною геодезичною основою топографічних знімань є:	1. Державна геодезична мережа. 2. Розрядна геодезична мережа згущення. 3. Знімальна геодезична мережа. 4. Висотна геодезична мережа. 5. Висотно-планова мережа
66	Прокладанням теодолітних ходів визначають планові координати пунктів:	1. Державної геодезичної мережі. 2. Розрядної геодезичної мережі згущення. 3. Знімальної геодезичної мережі. 4. Геодезичної мережі спеціального призначення. 5. Висотні мережі
67	Нівелювання – це польові роботи, в результаті яких визначають:	1. Перевищення між окремими точками. 2. Прямокутні координати точок. 3. Полярні координати точок. 4. Геодезичні координати точок. 5. Зйомка астрономічних координат
68	Якщо при виконанні геометричного нівелювання при наведенні нівеліра на задню рейку був отриманий відлік «*a*», а при наведенні на передню рейку – «*b*», то перевищення між точками установки рейок «*h*» визначається за формулою:	1. h = a – b. 2. h = a + b. 3. h = a/b. 4. h = b/a. 5. h = (a-b)/(a+b)
69	Нев'язки нівелірних ходів або замкнутих полігонів при технічному нівелюванні не повинні перевищувати величин, що обчислені за формулою, де L – довжина ходу (полігону) в км:	1. $f_h = 10\sqrt{L}$ (мм). 2. $f_h = 20\sqrt{L}$ (мм). 3. $f_h = 40\sqrt{L}$ (мм). 4. $f_h = 50\sqrt{L}$ (мм). 5. $f_h = 80\sqrt{L}$ (мм)
70	Висота візирного променю відносно рівневої поверхні – це:	1. Абсолютна відмітка точки. 2. Горизонт приладу. 3. Відносна відмітка точки. 4. Висота приладу. 5. Висота взяття відліку
71	Теоретична сума кутів у замкнутому теодолітному ході обраховується за формулою:	1. $\beta_{теор} = (n-2)\cdot 180°$. 2. $\beta_{теор} = (n-4)\cdot 180°$. 3. $\beta_{теор} = \alpha_{поч} - \alpha_{кінц} + 180°n$. 4. $\beta_{теор} = \alpha_{поч} - \alpha_{кінц} + 180°(n-2)$. 5. $\beta_{теор} = \alpha_{кінц} - \alpha_{поч} + 180°n$
72	Теоретична сума кутів у розімкнутому теодолітному ході обраховується за формулою (кути ліві за ходом):	1. $\beta_{теор} = (n-2)\cdot 180°$. 2. $\beta_{теор} = (n-4)\cdot 180°$. 3. $\beta_{теор} = \alpha_{поч} - \alpha_{кінц} + 180°n$. 4. $\beta_{теор} = \alpha_{поч} - \alpha_{кінц} + 180°(n-2)$

1	2	3
		5. $\beta_{теор} = \alpha_{кінц} - \alpha_{поч} + 180°n$
73	Кутова практична нев'язка у замкнутому теодолітному ході обраховується за формулою:	1. $f_{\beta_{доп.}} = \pm 1'\sqrt{n} = \pm 60''\sqrt{n}$; 2. $f_\beta = \sum \beta_{пр.} - \sum \beta_{теор.}$. 3. $\beta_{теор} = \alpha_{поч} - \alpha_{кінц} + 180°n$. 4. $\alpha_n = \alpha_{n-1} + \beta_л - 180°$. 5. $\beta_{теор} = \alpha_{кінц} - \alpha_{поч} + 180°n$
74	Кутова допустима нев'язка у теодолітному ході може обчислюватися за формулою:	1. $f_{\beta_{доп.}} = \pm 1'\sqrt{n} = \pm 60''\sqrt{n}$.. 2. $f_\beta = \sum \beta_{пр.} - \sum \beta_{теор.}$. 3. $\beta_{теор} = \alpha_{поч} - \alpha_{кінц} + 180°n$. 4. $\alpha_n = \alpha_{n-1} + \beta_л - 180°$. 5. $\beta_{теор} = \alpha_{кінц} - \alpha_{поч} + 180°n$
75	Абсолютна лінійна нев'язка в теодолітному ході обчислюється за формулою:	1. $f_{\beta_{доп.}} = \pm 1'\sqrt{n} = \pm 60''\sqrt{n}$. 2. $f_\beta = \sum \beta_{пр.} - \sum \beta_{теор.}$. 3. $f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$. 4. $\upsilon_{\Delta x_i} = -\frac{f_x}{\sum S} \cdot S_i$. 5. $f = \frac{f_{абс.}}{\Sigma S}$
76	Відносна лінійна нев'язка в теодолітному ході обчислюється за формулою:	1. $f_{\beta_{доп.}} = \pm 1'\sqrt{n} = \pm 60''\sqrt{n}$. 2. $f_\beta = \sum \beta_{пр.} - \sum \beta_{теор.}$. 3. $f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$. 4. $\upsilon_{\Delta x_i} = -\frac{f_x}{\sum S} \cdot S_i$. 5. $f = \frac{f_{абс.}}{\Sigma S}$
77	Прирости координат пунктів у теодолітному ході обчислюються за формулами:	1. $\Delta x_i = S_i \cos\alpha_i$; $\Delta y_i = S_i \sin\alpha_i$. 2. $\Delta x_{i(випр.)} = \Delta x_i + \upsilon_{\Delta x_i}$; $\Delta y_{i(випр.)} = \Delta y_i + \upsilon_{\Delta y_i}$. 3. $f_x = \sum \Delta x_{пр.} - \sum \Delta x_{теор.}$; $f_y = \sum \Delta y_{пр.} - \sum \Delta y_{теор.}$. 4. $\sum \beta_{теор.} = \alpha_{кінц.} - \alpha_{поч.} + 180° \cdot n$; 5. $\upsilon_{\Delta x_i} = -\frac{f_x}{\sum S} \cdot S_i$; $\upsilon_{\Delta y_i} = -\frac{f_y}{\sum S} \cdot S_i$
78	Поправки в прирости абсцис та ординат в теодолітному ході обчислюють за формулами:	1. $\Delta x_i = S_i \cos\alpha_i$; $\Delta y_i = S_i \sin\alpha_i$. 2. $\Delta x_{i(випр.)} = \Delta x_i + \upsilon_{\Delta x_i}$; $\Delta y_{i(випр.)} = \Delta y_i + \upsilon_{\Delta y_i}$. 3. $f_x = \sum \Delta x_{пр.} - \sum \Delta x_{теор.}$; $f_y = \sum \Delta y_{пр.} - \sum \Delta y_{теор.}$. 4. $\sum \beta_{теор.} = \alpha_{кінц.} - \alpha_{поч.} + 180° \cdot n$;. 5. $\upsilon_{\Delta x_i} = -\frac{f_x}{\sum S} \cdot S_i$; $\upsilon_{\Delta y_i} = -\frac{f_y}{\sum S} \cdot S_i$

1	2	3
79	Теодолітні ходи належать до:	1. Планової розрядної геодезичної мережі згущення. 2. Знімальної геодезичної мережі. 3. Планової державної геодезичної мережі. 4. Висотної державної геодезичної мережі. 5. Географічної мережі
80	Під час прокладання теодолітних ходів на місцевості вимірюють:	1. Довжини ліній, горизонтальні кути та вертикальні кути. 2. Горизонтальні та вертикальні кути. 3. Горизонтальні кути та перевищення. 4. Довжини ліній та вертикальні кути. 5. Координати базисних сторін
81	Під час камерального опрацювання теодолітних ходів отримують:	1. Координати точок ходу. 2. Довжини ліній. 3. Горизонтальні кути. 4. Перевищення. 5. Астрономічні координати
82	Нівелір – це прилад, основна властивість якого створювати:	1. Горизонтальність лінії візування зорової труби приладу. 2. Вертикальність оптичної осі зорової труби. 3. Вертикальність лімба вертикального кола приладу. 4. Горизонтальності осі обертання зорової труби. 5. Прямий кут між віссю обертання зорової труби і її оптичною віссю
83	Основним кутомірним приладом є:	1. Мензула. 2. Теодоліт. 3. Нівелір. 4. Мірна стрічка. 5. Рівень
84	Вертикальні кути вимірюють за допомогою:	1. Мірної стрічки. 2. Нівеліра. 3. Теодоліта. 4. Мензули. 5. Компаса
85	У скільки разів вертикальний масштаб профілю прийнято брати крупніше горизонтального?	1. 5. 2. 7. 3. 10. 4. 15. 5. 20

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Войтенко С. П. Інженерна геодезія : підручник / С. П. Войтенко. – Київ : Знання, 2009. – 574 с.

2. Геодезія : підручник / [за заг. ред. С. Г. Могильного і Ю. М. Гавриленка], – 3-тє вид., виправл. та доп. – Донецьк : Технопарк ДонНТУ «УНІТЕХ», 2009. – 514 с.

3. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1 : 5 000, 1 : 2 000, 1 : 1 000, 1 : 500. – Чинний від 2002.01.01. – Київ : Міністерство екології та природних ресурсів України, 2001. – 221 с.

4. ДСТУ 2756-94. Геодезія. Терміни та визначення. – Чинний від 1995.01.01. – Київ : Держстандарт України, 1994. – 65 с.

5. Інструкція з топографічних знімань для масштабів 1 : 5000, 1 : 2000, 1:1000, 1:500. ГКНТА-2.04-02-98. – Чинний від 1998.06.23. – Київ : Головне управління геодезії, картографії та кадастру України, 1999. – 156 с.

6. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальних дисциплін «Інженерна геодезія (загальний курс)», «Геодезія» (для студентів 1 курсу денної і заочної форм навчання напряму підготовки 6.060101 – Будівництво, напряму підготовки 6.060103 – Гідротехніка (водні ресурси) та для студентів 2 курсу денної і 3 курсу заочної форм навчання напряму підготовки 6.080101 – Геодезія, картографія та землеустрій) [Електронний ресурс] / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. В. О. Пеньков. – Електронні текстові дані. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 45 с. – Режим доступу: https://eprints.kname.edu.ua/42235/, вільний (дата звернення: 14.01.2023). – Назва з екрана.

7. Пеньков В. О. Геодезія (модуль 4 «Інженерна геодезія») : конспект лекцій для бакалаврів спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій [Електронний ресурс] / В. О. Пеньков ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Електронні текстові дані. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 95 с. – Режим доступу: https://eprints.kname.edu.ua/52188/, вільний (дата звернення: 14.01.2023). – Назва з екрана.

8. Шаульський Д. В. Конспект лекцій з дисципліни «Інженерна геодезія» (для студентів 1 курсу денної форми навчання, напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» спеціальності «Теплогазопостачання і вентиляція»)

[Електронний ресурс] / Д. В. Шаульський ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Електронні текстові дані. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2013. – 64 с. – Режим доступу : https://eprints.kname.edu.ua/35283/, вільний (дата звернення: 14.01.2023). – Назва з екрана.

9. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та самостійної роботи з дисципліни «Інженерна геодезія» (для студентів 1 курсу денної форми навчання напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» спеціальності «Теплогазопостачання і вентиляція») [Електронний ресурс] / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. Д. В. Шаульський. – Електронні текстові дані. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2013. – 34 с. – Режим доступу: https://eprints.kname.edu.ua/35282/, вільний (дата звернення: 14.01.2023). – Назва з екрана.

10. Пілічева М. О. Основи геодезії : конспект лекцій для бакалаврів за спеціальністю 191 – Архітектура та містобудування [Електронний ресурс] / М. О. Пілічева, Л. О. Маслій ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Електронні текстові дані. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 89 с. – Режим доступу: http://eprints.kname.edu.ua/50204/, вільний (дата звернення: 14.01.2023). – Назва з екрана.

11. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Основи геодезії» (для студентів 1 курсу денної форми навчання спеціальності 191 – Архітектура та містобудування) [Електронний ресурс] / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : М. О. Пілічева, Л. О. Маслій. – Електронні текстові дані. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 75 с. – Режим доступу : http://eprints.kname.edu.ua/50203/, вільний (дата звернення: 14.01.2023). – Назва з екрана.

Виробничо-практичне видання

Методичні рекомендації
до виконання самостійної роботи
з навчальної дисципліни

«ІНЖЕНЕРНА ГЕОДЕЗІЯ»

(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія)

Укладачі: **ПІЛІЧЕВА** Марина Олегівна,
МАСЛІЙ Любов Олексіївна

Відповідальний за випуск *О. Є. Поморцева*
За авторською редакцією
Комп'ютерне верстання *М. О. Пілічева*

План 2020, поз. 23М

Підп. до друку 23.01.2023. Формат 60 × 84/16.
Електронне видання. Ум. друк. арк. 3,2.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.