

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ГЕОДЕЗІЇ ТА БУДІВНИЦТВА ПІДЗЕМНИХ СПОРУД

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсової роботи з дисципліни «Вища геодезія»
для студентів освітнього ступеню «бакалавр»
денної та заочної форм навчання
за спеціальністю 193 Геодезія та землеустрій

Покровськ 2021

УДК 528(072)
М 54

Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Вища геодезія» для студентів освітнього ступеню «бакалавр» за спеціальністю 193 Геодезія та землеустрій [Електронний ресурс] / Б.О. Кодунов, І.Л. Ситник. – Покровськ : ДонНТУ, 2021. – 35 с.

У методичних вказівках представлені рекомендації щодо організації, послідовності виконання та оформлення курсової роботи, наведені варіанти завдань, теоретичні та довідкові матеріали для їх виконання

Укладачі: Кодунов Б.О., доц., к. т. н., доцент кафедри ГБПС ДВНЗ
Ситник І.Л., ст. викл. кафедри ГБПС ДВНЗ

Рецензент: Альохін В. І., доцент, д.г.н., зав. каф. ГРЗКК

Відповідальний за випуск: Каменець В. І., доцент, к. т. н., зав. каф. ГБПС

Затверджено навчально-методичним відділом ДонНТУ,
протокол № 7 від 23.03.2021 р.

Розглянуто на засіданні кафедри геодезії та будівництва підземних споруд,
протокол № 2 від 01.03. 2021 р.

©Донецький національний технічний університет, 2021

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ З ПІДГОТОВКИ КУРСОВОЇ РОБОТИ	6
2. ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	7
2.1 Рівнокутна поперечно-циліндрична проекція Гауса-Крюгера.....	7
2.2 Хід дій при розв’язуванні прямої задачі Гауса – Крюгера.....	11
2.2.1 Розрахунок номера зони n , довготи її осьового меридіану L_0 та геодезичної довготи λ початкового пункту A , віднесеної до зони його розташування.....	11
2.2.2 Розрахунок прямокутних координат x_A , y_A початкового пункту A за його геодезичними координатами в зоні B_A , λ	11
2.2.3 Розрахунок зближення меридіанів γ на площині у пункті A за геодезичними координатами B_A , λ	13
2.2.4 Розрахунок масштабу зображення m в пункті A на площині за геодезичними координатами B_A , λ	13
2.2.5 Розрахунок наближених довжин сторін геодезичної мережі на площині за вимірними сферичними кутами і довжиною геодезичної лінії вихідної сторони мережі.....	13
2.2.6 Розрахунок наближених значень x' , y' плоских прямокутних координат пунктів геодезичної мережі.....	14
2.2.7 Редукція довжини геодезичної лінії s вихідної сторони AB з еліпсоїду на площину.....	14
2.2.8 Редукція напрямів з еліпсоїду на площину.....	15
2.2.9 Зрівноважування мережі і розрахунок остаточних значень x , y плоских прямокутних координат пунктів геодезичної мережі.....	15
2.3 Розрахунок геодезичних координат пункту за плоскими прямокутними координатами.....	16
3 ПРИКЛАД ПРОВЕДЕННЯ РОЗРАХУНКІВ ПРИ ВИКОНАННІ КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	18
4 СТРУКТУРА І ЗМІСТ РОЗДІЛІВ КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	28
5 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ ТА ПОРЯДОК ЇЇ	

ЗАХИСТУ.....	30
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	32
Додаток А Форма титульної сторінки курсової роботи.....	33
Додаток Б Форма сторінки завдання на виконання курсової роботи.....	34
Додаток В Приклад побудови плану геодезичної мережі у масштабі 1:500000.....	35

ВСТУП

Курсова робота є одним з основних видів навчальних занять і формою контролю навчальної роботи студентів.

Навчальним планом підготовки студентів освітнього ступеню «бакалавр» за спеціальністю 193 Геодезія та землеустрій з дисципліни «Вища геодезія» передбачено виконання курсової роботи.

Метою методичних вказівок є організація самостійності роботи при підготовці студентами курсової роботи.

Вказівки містять основні вимоги до змісту та оформлення курсової роботи та методику виконання її окремих розділів.

Метою курсової роботи з дисципліни «Вища геодезія» є систематизація і закріплення теоретичних знань, формування умінь застосовувати здобуті теоретичні знання до виконання завдань з обробки вимірювань у геодезичних мережах.

У процесі виконання курсової роботи студент вирішує наступні задачі:

- визначення прямокутних координат пунктів геодезичної мережі в проекції Гауса-Крюгера за вихідними геодезичними координатами початкового пункту, довжиною початкової сторони та її азимутом (перехід з поверхні еліпсоїду на площину);
- розрахунок геодезичних координат пункту за плоскими прямокутними координатами.

Виконання курсової роботи направлено на формування у студента здатності обробляти результати лінійних та кутових вимірювань в геодезичних мережах у проекції Гауса-Крюгера.

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ З ПІДГОТОВКИ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Курсова робота виконується кожним студентом самостійно. Тема курсової роботи: «Редукування вимірювань та розрахунок координат в геодезичній мережі».

Зміст курсової роботи полягає в обробці результатів вимірювань у геодезичній мережі з метою отримання редукованих координат пунктів у системі плоских геодезичних координат Гауса-Крюгера.

У процесі виконання курсової роботи студент повинен на основі вихідних даних, що містять геодезичні координати початкового пункту та довжину початкової сторони і її азимут, визначити плоскі координати всіх пунктів геодезичної мережі з урахуванням редукції вимірювань з еліпсоїду на площину.

Для контролю правильності перерахунку геодезичних координат на плоскі виконується і обернена задача – перерахунок плоских координат на геодезичні.

Геодезична мережа складається з двох сполучених сферичних трикутників, у яких виміряні внутрішні горизонтальні кути і вихідна сторона.

Кожен студент виконує курсову роботу за індивідуальним варіантом, номер якого відповідає номеру в журналі групи. Вихідні дані для виконання курсової роботи наведено у додатку Б.

Курсова робота повинна містити текстову частину, графічну і додатки. Приблизний зміст курсової роботи представлено в розділі 4.

Графічна частина повинна містити план геодезичної мережі у масштабі 1:500000 (додаток В).

2 ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

Визначення параметрів земного еліпсоїда і форми земної поверхні становить велику наукову зацікавленість та має важливе значення для практичної і інженерної геодезії, для топографії і картографії, а також для багатьох суміжних наук: астрономії, геофізики, геодинаміки тощо.

Вища геодезія, в тому числі її частини - сфероїдна геодезія та теоретична геодезія, є однією із основних дисциплін, що забезпечує необхідну теоретичну і практичну спеціальну підготовку фахівців геодезичного профілю.

Вивчення геометрії земного еліпсоїда та методів розв'язування задач на його поверхні складає вагомую частину змісту курсу "Вища геодезія". Ці питання, а також питання зображення поверхні еліпсоїда на площині відносяться до частини вищої геодезії, яка історично отримала назву "сфероїдна геодезія".

Завдання вивчення фігури та гравітаційного поля Землі, як основної задачі вищої геодезії, розв'язується за результатами вимірів на земній поверхні. Це геодезичні виміри в мережах триангуляції, трилатерації, полігонометрії та нівелювання 1 класу, а також супутниково-навігаційні спостереження з метою визначення координат точок земної поверхні.

У даній курсовій роботі розглядаються питання обробки вимірів у геодезичній мережі з метою побудови карт та планів у проекції Гауса-Крюгера.

2.1 Рівнокутна поперечно-циліндрична проекція Гауса-Крюгера

Для зменшення неминучих спотворень, що виникають при зображенні значних територій на площині, вдаються до картографування територій по частинах. При створенні топографічних карт (окрім карти в масштабі 1 : 1 000 000) в Україні і низці інших країн застосовується рівнокутна поперечна циліндрична проекція Гауса-Крюгера. Карл Фрідріх (1777-1855) Гаус в 1825 р. розробив теорію відображення поверхні еліпсоїду обертання на площині із збереженням подібності в нескінченно малих частинах. В 1912 р. А. Крюгер вивів робочі формули цієї проекції. Утворюється проекція перенесенням поверхні

еліпсоїда на бічну поверхню еліптичного циліндра, вісь якого перпендикулярна вісі обертання Землі (рис. 2.1).

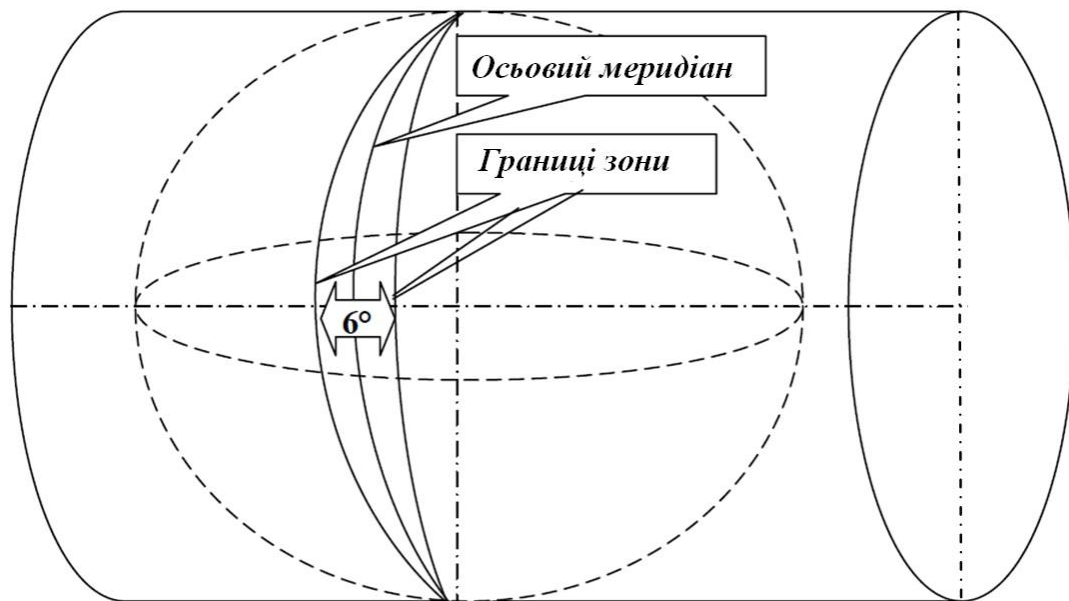


Рисунок 2.1 - Проекція Гауса

Отже, проекція Гауса складається з урахуванням стиснення Землі. На один циліндр переноситься вузька смуга земної поверхні, що займає по довготі 6°

Циліндр торкається глобуса по середньому меридіану зони. Кожна зона відповідає колонці листів карти масштабу 1 : 1 000 000 в міжнародній розграфці, тобто кожна зона обмежується меридіанами, кратними 6° довготи. Зони нумеруються від Грінвічського меридіана на схід. Перша зона розташована між меридіанами 0 і 6° . Всього зон – 60.

Поверхня глобуса на бічну поверхню циліндра переноситься із збереженням рівності кутів на місцевості і на карті. Отже, проекція Гауса рівнокутна.

Спотворення довжин зростатимуть у міру віддалення від екватора і меридіана торкання.

В кожній зоні осьовий меридіан (як меридіан торкання) зображається прямою лінією у натуральну величину. Решта меридіанів зони зображається

кривими лініями, причому кривизна їх збільшується у міру віддалення від осьового меридіану (рис. 2.2).

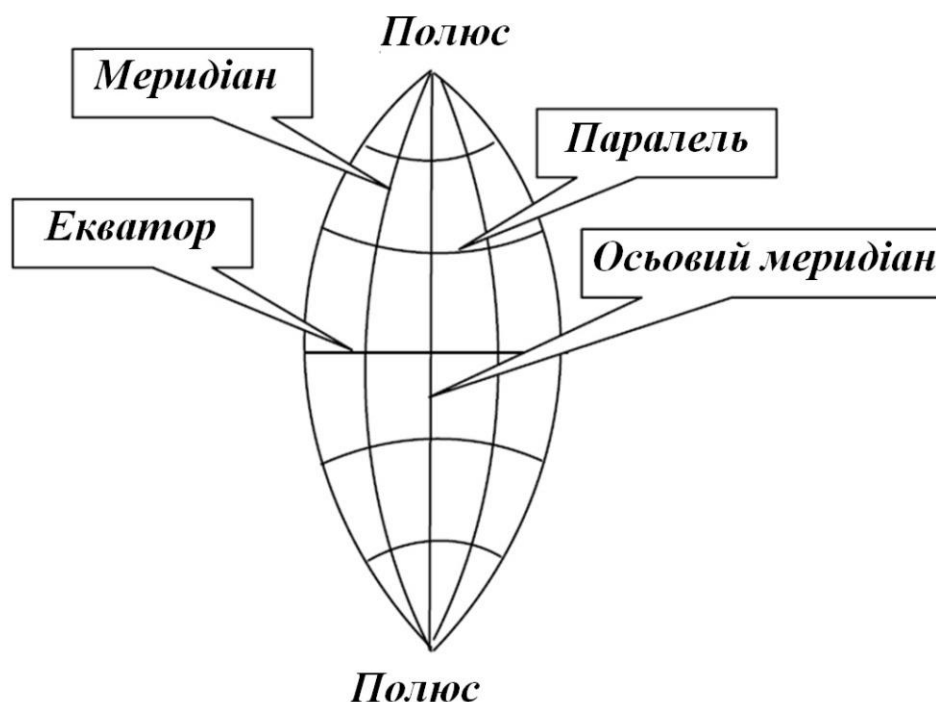


Рисунок 2.2 - Зображення зони Гауса на площині

На глобусі всі меридіани мають однакову довжину. Отже, всі меридіани в зоні на площині, окрім середнього, витягнуті в порівнянні з відповідними меридіанами на глобусі. Екватор зображується прямою лінією, а решта паралелей — кривими. Всі паралелі, у тому числі і екватор, розтягнуті пропорційно розтягання меридіанів.

В проекції Гауса максимальні спотворення довжин на екваторі на межі кожної зони рівні 0,137% (137 м на 100 км відстані).

При рішенні багатьох задач геодезії такими спотвореннями нехтують і проекцію вважають не тільки рівнокутною, але і рівнопроміжковою, та рівновеликою, тобто в ній практично відсутні спотворення кутів, відстаней і площ. Карти цієї проекції приймають за план.

Кожна зона Гауса по меридіанах і паралелях ділиться на окремі листи карт.

Рамками листів карт є меридіани і паралелі.

В проекції Гауса складаються топографічні карти масштабу 1 : 500 000 і крупніше.

На картах масштабу 1 : 500 000 нанесена сітка геодезичних координат, а на рамках цієї карти дані виходи кілометрової сітки.

На картах масштабу 1 : 200 000 і крупніше нанесена кілометрова сітка системи прямокутних координат Гауса.

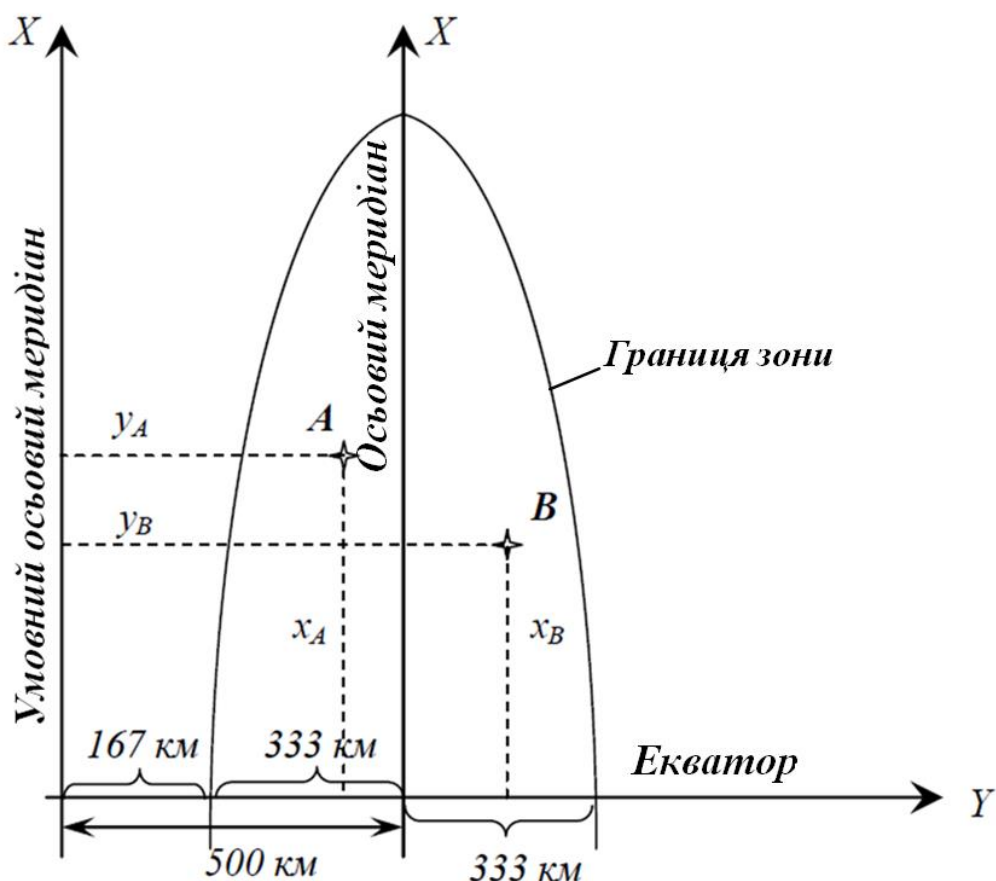


Рисунок 2.3 - Система плоских прямокутних координат Гауса-Крюгера

Координата "х" визначає відстань точки від екватору, а координата "у" – відстань від осьового меридіану зони.

З метою уникнення від'ємних значень координат "у" в кожній зоні вісь абсцис, тобто осьовий меридіан, переносять на 500 км на захід. Крім того, для ідентифікації координати "у" до неї зліва дописують відповідний номер зони.

2.2 Хід дій при розв'язуванні прямої задачі Гауса – Крюгера

Прямою задачею Гауса – Крюгера називають розв'язування завдання переходу з поверхні еліпсоїду на площину з метою визначення прямокутних координат пунктів, якщо вихідними даними є геодезичні координати B_A , L_A початкового пункту A , довжина геодезичної лінії s сторони AB та азимуту A_{AB} вихідної сторони AB мережі геодезичних пунктів.

2.2.1 Розрахунок номера зони n , довготи її осьового меридіану L_0 та геодезичної довготи λ початкового пункту A , віднесеної до зони його розташування

Номер зони, довготу осьового меридіану та довготу початкового пункту в зоні його розташування розраховують за формулами:

$$n = 1 + \text{цїла частина} \frac{L^\circ}{6^\circ} \quad (1)$$

$$L_0 = 6n - 3 \quad (2)$$

$$\lambda = L - L_0 \quad (3)$$

2.2.2 Розрахунок прямокутних координат x_A , y_A початкового пункту A за його геодезичними координатами в зоні B_A , λ

Прямокутні координати точки розраховують за формулами:

$$x_A = X + \frac{\lambda^2}{2\rho^2} N \sin B_A \cos B_A \left(1 + \frac{\lambda^2 \cos^2 B_A}{12\rho^2} (5 - tg^2 B_A + 9 e'^2 \cos^2 B_A + 4 e'^4 \cos^4 B_A) \right) \quad (4)$$

$$y_A = \frac{\lambda}{\rho} N \cos B_A \left(1 + \frac{\lambda^2 \cos^2 B_A}{6\rho^2} (1 - tg^2 B_A + e'^2 \cos^2 B_A) \right), \quad (5)$$

де e'^2 – квадрат другого ексцентриситету еліпсу;

$N = \frac{c}{V_A}$ - радіус кривизни перерізу першого вертикалу;

$V_A = \sqrt{1 + e'^2 \cos^2 B_A}$ - друга функція геодезичної широти точки А;

$c = a\sqrt{1 + e'^2}$ - радіус кривизни меридіанного перерізу при широті $B = 90^\circ$ (полярний радіус);

a – велика піввісь еліпсоїда;

X - довжина дуги осьового меридіану від екватора до паралелі з широтою B_A .

Довжини дуги меридіану X визначається наступним чином (рис. 2.4).

A_1 – точка на меридіанному еліпсі з широтою B_1 . A_2 – точка на меридіанному еліпсі з широтою B_2 .

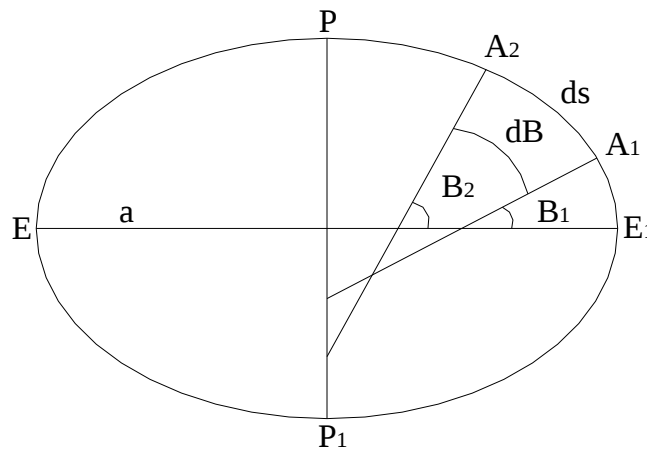


Рисунок 2.4 - Схема до визначення довжини дуги меридіану

Загальна формула для дуги меридіану довільної довжини:

$$s = a(1 - e^2) \left(A \frac{B_2 - B_1}{\rho} - B \sin(B_2 - B_1) \cos 2B_m + \right. \\ \left. + \frac{C}{2} \sin 2(B_2 - B_1) \cos 4B_m - \frac{D}{3} \sin 3(B_2 - B_1) \cos 6B_m \right) \quad (6)$$

де e^2 – квадрат першого ексцентриситету еліпсу;

A, B, C, D – сталі коефіцієнти прийнятого референт-еліпсоїду;

ρ – число кутових одиниць в одному радіані;

$B_m = \frac{B_1 + B_2}{2}$ - середня широта дуги A_1, A_2 .

X знаходимо за вказаною формулою (6), враховуючи, що $X = s$, $B_1 = 0$, $B_2 = B_A$, $B_m = B_A / 2$ і отримуємо формулу (7).

$$X = a(1 - e^2) \left(A \frac{B_A}{\rho} - \frac{B}{2} \sin 2B_A + \frac{C}{4} \sin 4B_A - \frac{D}{6} \sin 6B_A \right) \quad (7)$$

2.2.3 Розрахунок зближення меридіанів γ на площині у пункті А за геодезичними координатами B_A, λ

Зближення меридіанів розраховується за формулою

$$\gamma = \lambda \sin B_A + \frac{\lambda^3}{3\rho^2} \sin B_A \cos^2 B_A (1 + 3e'^2 \cos^2 B_A + 2e'^4 \cos^4 B_A). \quad (8)$$

2.2.4 Розрахунок масштабу зображення m в пункті А на площині за геодезичними координатами B_A, λ

Масштаб зображення розраховується за формулою:

$$m = 1 + \frac{\lambda^2 \cos^2 B_A}{2\rho^2} (1 + e'^2 \cos^2 B_A) \quad (9)$$

2.2.5 Розрахунок наближених довжин сторін геодезичної мережі на площині за виміряними сферичними кутами і довжиною геодезичної лінії вихідної сторони мережі

Наближені значення довжин на площині обчислюються з розв'язування трикутників за теоремою Лежандра чи способом аддитаментів.

Теорема Лежандра: Малий сферичний трикутник ABC можна розв'язувати як плоский, якщо кожний з його кутів A, B, C зменшити на третину сферичного надлишку.

Порядок дій та формули для розв'язання сферичних трикутників наведено у розділі 3, формули (15) – (19) .

2.2.6 Розрахунок наближених значень x' , y' плоских прямокутних координат пунктів геодезичної мережі

Розрахунок наближених значень x' , y' плоских прямокутних координат пунктів за координатами x_A , y_A початкового пункту A, наближеним значенням α'_{AB} дирекційного кута вихідної сторони AB, виправленими кутами та наближеними довжинами сторін трикутників на площині виконується за звичайною схемою розрахунку координат у теодолітному ході.

2.2.7 Редукція довжини геодезичної лінії s вихідної сторони AB з еліпсоїду на площину

Редукована довжина геодезичної лінії S сторони AB визначається за формулою

$$S = s \left(1 + \frac{y_m^2}{2R_m^2} + \frac{(\Delta y)^2}{24R_m^2} - \frac{y_m^4}{12R_m^4} \right), \quad (10)$$

де s – виміряна довжина геодезичної лінії AB;

y_m – середня ордината точок геодезичної лінії,

$$y_m = \frac{y_A + y'_B}{2}$$

$$\Delta y = y'_B - y_A ;$$

R_m – середній радіус кривизни еліпсоїду у даній точці,

$$R_m = \frac{c}{V_A^2},$$

де c - радіус кривизни меридіанного перерізу при широті $B = 90^\circ$ (полярний радіус) $c = a\sqrt{1+e'^2}$;

V_A - друга функція геодезичної широти точки A , $V_A = \sqrt{1+e'^2 \cos^2 B_A}$.

2.2.8 Редукція напрямів з еліпсоїду на площину

Поправки до напрямів розраховують за формулами (20), (21). Для редукції напрямку з еліпсоїду на площину поправку δ завжди віднімають від виміряного напрямку. Наприклад, остаточне значення дирекційного кута α'_{AB} вихідної сторони AB на площині розраховують з виразу:

$$\alpha_{AB} = \alpha'_{AB} - \delta_{ab} = A_{AB} - \gamma - \delta_{ab}. \quad (11)$$

За поправками δ і виміряними сферичними кутами розраховують значення вимірних кутів у вершинах трикутників, редуковані на площину.

2.2.9 Зрівноважування мережі і розрахунок остаточних значень x , y плоских прямокутних координат пунктів геодезичної мережі

Зрівноважування мережі і розрахунок остаточних значень x , y плоских прямокутних координат пунктів за координатами x_A , y_A початкового пункту, дирекційним кутом α_{AB} та довжиною S вихідної сторони і зрівноваженими кутами та довжинами сторін трикутників на площині виконується з використанням значень редукованих вимірювань. Координати пунктів мережі розраховують за схемою теодолітного ходу.

2.3 Розрахунок геодезичних координат пункту за плоскими прямокутними координатами

За своїм змістом поставлене завдання є частиною оберненої задачі проєкції Гауса - Крюгера, яка має на меті здійснення переходу з площини на поверхню еліпсоїду з обчисленням геодезичних координат B, L , якщо вихідними даними є прямокутні координати x, y геодезичних пунктів.

Абсциса x_A точки A на площині виражається відрізком, який відповідає довжині дуги осьового меридіану від екватора до точки A_1 з широтою B_1 (рис. 2.5).

Широту B_1 можна обчислити за довжиною дуги меридіану, що відповідає x_A . Тут можна скористатись формулами (6), (7) обчислення довжини дуги меридіану і виразити з них потрібну широту B_1 , прийнявши $s = x_A$.

Отже, B_1 - широта основи ординати точки A при $y_A = 0$:

$$B_1 = \frac{\rho}{A} \left(\frac{x}{a(1-e^2)} + \frac{B}{2} \sin 2B_1 - \frac{C}{4} \sin 4B_1 + \frac{D}{6} \sin 6B_1 \right) \quad (12)$$

де A, B, C, D – коефіцієнти даного референц-еліпсоїду.

Дану широту можна обчислити методом послідовних наближень, приймаючи у першому наближенні $B_1 = 0$, а потім послідовно підставляючи у формулу (12) отримані значення B_1 ¹¹ (див. «Відомість обчислення широти B_1 , формула (12)»). Як правило, достатньо 5-ти наближень для досягнення необхідної точності.

Широті B відповідає довжина дуги X осьового меридіану від екватора до паралелі точки A . Тому остаточно потрібна широта точки A залежатиме від B_1 та ординати y_A точки в зоні проєкції Гауса — Крюгера.

З ПРИКЛАД ПРОВЕДЕННЯ РОЗРАХУНКІВ ПРИ ВИКОНАННІ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Згідно з поставленим завданням необхідно розв'язати пряму задачу проекції Гауса – Крюгера (перехід з поверхні еліпсоїду на площину) для мережі двох трикутників, зображених на схемі (рис. 3.1).

Геодезичні координати початкового пункту B_A , L_A , азимут вихідної сторони A_{AB} , довжина геодезичної лінії вихідної сторони AB , надані у завданні на курсову роботу (додаток Б).

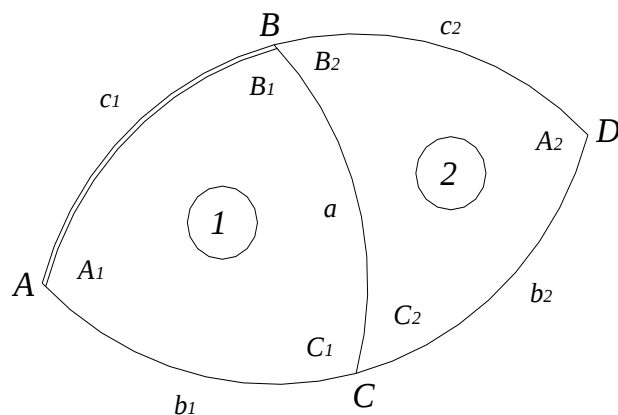


Рисунок 3.1 - Схема трикутників триангуляції

Приведено приклад проведення розрахунків при виконанні курсової роботи для варіанту $n = 0$.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунків

Алгоритм визначення	Результат визначення за варіантом	
$B_A = 48^{\circ}01'01.1111'' + 7'' \cdot 0$	$48^{\circ}01'01.1111''$	$48,01697531^{\circ}$
$L_A = 21^{\circ}11'11.1111'' + 3'' \cdot 0$	$21^{\circ}11'11.1111''$	$21,18641975^{\circ}$
$A_{AB} = 4^{\circ}01'01.111'' + 2'' \cdot 0$	$4^{\circ}01'01.111''$	$4,016975278^{\circ}$
$s = (60000 - 500 \cdot 0)$	60000 м	

Таблиця 3.2 – Сталі величини

Символ	Значення	Символ	Значення	Символ	Значення	Символ	Значення
a	6378245 м	b	6356863,019 м	e^2	0,00669342	e'^2	0,00673853
A	1,00505177	B	0,00506238	C	0,00001062	D	0,00000002
ρ''	57,29577951					ρ''	206264,8062

1. Обчислення номера зони, довгот осьового меридіану та початкового пункту А в зоні, формули (1) – (3).

Таблиця 3.3 – Обчислення за формулами (1) – (3)

Позначення дій	Результати	Позначення дій	Результати
$n = 1 + \text{ціла частина} \frac{L^\circ}{6^\circ}$	4	$\lambda = L - L_0$	0°11'11,1111"
$L_0 = 6n - 3$	21		0,18641975

2. Обчислення прямокутних координат початкового пункту, масштабу зображень та зближення меридіанів за геодезичними координатами пункту в зоні і наближеного дирекційного кута вихідної сторони на площині, формули (4) – (9).

Таблиця 3.4 – Обчислення за формулами (4) – (9)

Позначення дій	Результати	Позначення дій	Результати
$a(1 - e^2)$	6335552,727352	$\frac{\lambda}{\rho} N \cos B_A$	13907,30712
$A \frac{B_A}{\rho}$	0,842287973627	$\frac{\lambda^2}{2\rho^2} N \sin B_A \cos B_A$	16,81789427
$\frac{B}{2} \sin 2B_A$	0,002517166657	$\frac{\lambda^2 \cos^2 B_A}{\rho^2}$	0,00000474
$\frac{C}{4} \sin 4B_A$	-0,000000555083	$\lambda \sin B_A$	0,13857382
$\frac{D}{6} \sin 6B_A$	-0,000000003168	$\frac{\lambda^3}{3\rho^2} \sin B_A \cos^2 B_A$	0,00000022
X	5320408,73	m	1,00000238
$c = a\sqrt{1 + e'^2}$	6399698,901736	x _A	5320425,548
$V_A = \sqrt{1 + e'^2 \cos^2 B_A}$	1,0015064121	y _A	4513907,305
$N = \frac{c}{V_A}$	6390072,819	γ	0,13857404
$tg^2 B_A$	1,23493091		0°08'18,87"
$e'^2 \cos^2 B_A$	0,00301509	$\alpha'_{AB} = A_{AB} - \gamma$	3,87840123
$e'^4 \cos^4 B_A$	0,00000909		3°52'42,244"

3. Обчислення наближених довжин сторін трикутників на площині виконуємо за теоремою Лежандра.

Після визначення кінцевих значень вимірних кутів або напрямів у тріангуляції на поверхні еліпсоїду розпочинають розв'язування трикутників, яке зводиться до послідовного обчислення довжин їх сторін за одним вимірним базисом і кутами трикутників. При довжинах сторін до 90 км розбіжностями між поверхнею еліпсоїду і сферою можна нехтувати, а трикутники вважати сферичними. Довжину сторін у плоских трикутниках знаходять за теоремою синусів.

Необхідно знайти довжини сторін та кути у двох малих сферичних трикутників, зображених на схемі (рис. 3.1), якщо:

- довжина вихідної сторони $c_1 = s = (60000 - 500 \cdot n)$, м;
- середня широта $B_m = B_A = 48^\circ 01' 01,1111'' + 7'' \cdot n$.

Вимірні сферичні кути трикутників приведено в таблиці на завдання до курсової роботи.

Номер варіанту $n = 0$.

Довжина вихідної сторони $c_1 = s = 60000$ м.

Середня широта $B_m = 48^\circ 01' 01,1111''$.

Робочі формули:

Радіус сфери у місці розташування трикутників:

$$R_m = \frac{b}{1 - e^2 \sin^2 B_m} = 6380461,210 \text{ м}, \quad (15)$$

де b – мала піввісь еліпсоїда.

Трикутник №1:

$$\varepsilon_1 = \rho \frac{c_1^2}{2R_m^2} \frac{\sin A_1 \sin B_1}{\sin C_1}; \quad w_1 = A_1 + B_1 + C_1 - 180^\circ - \varepsilon_1; \quad (16)$$

де ε_1 – сферичний надлишок трикутника №1;

A_1, B_1, C_1 – вимірні кути у трикутнику №1;

w_1 – нев’язка суми виміряних кутів у трикутнику №1.

$$b_1 = c_1 \frac{\sin B'_1}{\sin C'_1}; \quad a = c_1 \frac{\sin A'_1}{\sin C'_1}, \quad (17)$$

де b_1, a – розраховані сторони трикутника №1;

A'_1, B'_1, C'_1 – виправлені кути у трикутнику №1.

Трикутник №2:

$$\varepsilon_2 = \rho \frac{a_1^2}{2R_m^2} \frac{\sin C_2 \sin B_2}{\sin A_2}; \quad w_2 = A_2 + B_2 + C_2 - 180^\circ - \varepsilon_2; \quad (18)$$

$$b_2 = a \frac{\sin B'_2}{\sin A'_2}; \quad c_2 = a \frac{\sin C'_2}{\sin A'_2}. \quad (19)$$

Таблиця 3.5 - Відомість наближеного розв’язування трикутників, формули
(15) – (19)

Верш Кути	Виміряні сферичні кути	– $w/3$	Виправлені сферичні кути	– $\varepsilon/3$	Виправлені плоскі кути	Синуси кутів	Довжини Сторін, м
C, C ₁	49,99755556	0,000578271	49,99813383	-0,0008458	49,9972879	0,7660140	60000
B, B ₁	51,55069722	0,000578271	51,55127549	-0,0008458	51,5504296	0,7831557	61342,671
A, A ₁	78,45255000	0,000578271	78,45312827	-0,0008458	78,4522824	0,9797583	76742,068
Σ_1	180,00080278	0,001734814	180,00253759	-0,0025375	180,000000		
ε_1	0,002537592						
w ₁	-0,00173481						
D, A ₂	59,42197222	0,000994748	59,42296697	-0,0011753	59,4217916	0,8609355	76742,068
B, B ₂	51,78014444	0,000994748	51,78113919	-0,0011753	51,7799638	0,7856405	70030,424
C, C ₂	68,79842500	0,000994748	68,79941975	-0,0011753	68,7982444	0,9323127	83104,483
Σ_2	180,00054167	0,002984243	180,00352591	-0,0035259	180,000000		
ε_2	0,003525909						
w ₂	-0,00298424						

4. Прямокутні координати пунктів геодезичної мережі розраховуємо за стандартною схемою обчислення координат у теодолітному ході (табл. 3.6.).

Таблиця 3.6 – Відомість обчислення наближених прямокутних координат пунктів геодезичної мережі

Вершини	Виправлені кути	Наближені дирекційні кути	Наближені довжини сторін	Наближені прямокутні координати вершин	
				x'_i	y'_i
В		183,87840123			
А	78,45228241			5320425,548	4513907,305
		82,33068364	61342,671		
С	118,79553241			5328612,062	4574701,254
		21,12621605	70030,424		
Д	59,42179167			5393935,652	4599941,875
		260,54800771	83104,483		
В	103,33039352			5380288,139	4517965,656
		183,87840123	60000		
А				5320425,548	4513907,305

5. Редукція довжини вихідної сторони з еліпсоїду на площину, формула (10).

Початкова (виміряна) довжина сторони АВ – 60000 м; редукована довжина сторони АВ – 60000,18817 м.

Таблиця 3.7 – Відомість обчислення редукованого значення виміряної довжини вихідної сторони на площину в проекції Гауса - Крюгера

Позначення дій	Результати	Позначення дій	Результати	Позначення дій	Результати
$R_m = \frac{c}{V_A^2}$	6380461,215	$y_m = \frac{y_A + y'_B}{2}$	15936,48025	$\frac{(\Delta y)^2}{24R_m^2}$	0,00000002
$\Delta y = y'_B - y_A$	4058,351	$\frac{y_m^2}{2R_m^2}$	0,00000312	$\frac{y_m^4}{12R_m^4}$	0,00000000
Довжина вихідної сторони на площині S (м)					60000,18817

Збільшення фактичного значення довжини пояснюється умовами проектування з поверхні еліпсоїду на площину. Таке збільшення не впливає на точність побудови карт та планів.

Відносна різниця між фактичним та редукованим значеннями становить $(60000 - 60000,18817)/60000 = 1/3136167$, що набагато менше у порівнянні з найбільш крупними масштабами планів (1:500, 1:200).

6. Редукція напрямів з еліпсоїду на площину виконується за формулами

$$\delta_{12}'' = -\rho \frac{x_2' - x_1'}{2R_m^2} \left(y_m - \frac{y_2' - y_1'}{6} \right) + \rho \frac{x_2' - x_1'}{6R_m^4} y_m'^3 - \rho \frac{y_2' - y_1'}{R_m^3} y_m'^2 e'^2 \cos^2 B_m \operatorname{tg} B_m \quad (20)$$

$$\delta_{21}'' = \rho \frac{x_2' - x_1'}{2R_m^2} \left(y_m + \frac{y_2' - y_1'}{6} \right) - \rho \frac{x_2' - x_1'}{6R_m^4} y_m'^3 + \rho \frac{y_2' - y_1'}{R_m^3} y_m'^2 e'^2 \cos^2 B_m \operatorname{tg} B_m \quad (21)$$

Таблиця 3.8 – Відомість обчислення поправок до напрямів за кривизну зображення геодезичних ліній на площині, формули (20), (21).

Напрями Дії	1: A 2: B	1: B 2: C	1: C 2: A	1: B 2: D	1: D 2: C
R_m	6380461,215	6380461,215	6380461,215	6380461,215	6380461,215
x_1'	5320425,548	5380288,139	5328612,062	5380288,139	5393935,652
x_2'	5380288,139	5328612,062	5320425,548	5393935,652	5328612,062
y_1'	13907,305	17965,656	74701,254	17965,656	99941,875
y_2'	17965,656	74701,254	13907,305	99941,875	74701,254
y_m'	15936,480	46333,455	44304,279	58953,766	87321,565
$y_m - \frac{y_2' - y_1'}{6}$	15260,088	36877,522	54436,604	45291,062	91528,335
$y_m + \frac{y_2' - y_1'}{6}$	16612,872	55789,388	34171,954	72616,469	83114,795
$\rho \frac{x_2' - x_1'}{2R_m^2}$	0,000151651	-0,00013091	-0,00002074	0,00003457	-0,00016548
$\rho \frac{x_2' - x_1'}{6R_m^4} y_m'^3$	5,02572E-06	-0,00010662	-0,00001477	5,80034E-05	-0,00090219
$\rho \frac{y_2' - y_1'}{R_m^3} y_m'^2 e'^2 \cos^2 B_m \operatorname{tg} B_m$	0,00000274	0,00032407	-0,00031750	0,00075806	-0,00051208
δ_{12}''	-2,31421189	4,82729129	1,12926925	-1,56657485	15,14626006
δ_{21}''	2,519363479	-7,30308756	-0,70899852	2,51131235	-13,7539376

Дирекційний кут вихідної сторони на площині

$$\alpha_{AB} = \alpha'_{AB} - \delta_{AB} = 3^{\circ}52'42,244'' - (-0^{\circ}00'2,314'') = 3^{\circ}52'44,56'' = 3,87904407^{\circ}$$

7. Обчислення поправок до виміряних сферичних кутів за кривизну зображення геодезичних ліній на площині виконують за формулою $\delta'' = \delta''_{\text{прав}} - \delta''_{\text{лів}}$

Таблиця 3.9 – Відомість обчислення поправок до виміряних сферичних кутів

№ тр	Вершини	Поправки до напрямів сторін у вершинах кутів		Поправки до виміряних сферичних кутів δ''	№ тр	Вершини	Поправки до напрямів сторін у вершинах кутів		Поправки до виміряних сферичних кутів δ''
		$\delta''_{\text{прав}}$	$\delta''_{\text{лів}}$				$\delta''_{\text{прав}}$	$\delta''_{\text{лів}}$	
1	A	-0,708999	-2,314212	1,605	2	C	-13,753938	-7,303088	-6,451
	B	2,519363	4,827291	-2,308		D	2,511312	15,146260	-12,635
	C	-7,303088	1,129269	-8,432		B	4,827291	-1,566575	6,394
	Контроль: $\varepsilon_1 = 9,135''$			-9,135		Контроль: $\varepsilon_2 = 12,693''$			-12,692

8. Зрівнювання трикутників та обчислення редукованих довжин сторін на площині.

Таблиця 3.10 – Відомість обчислення редукованих довжин сторін

№ тр.	Верш.	Виміряні сферичні кути	δ	Виміряні плоскі кути	- w/3	Зрівноважені плоскі кути	Синуси кутів	Довжини сторін
1	C	49°59'51.20"	-8,432	49°59'42.77"	2,082	49°59'44.86"	0,76599723	60000,188
	B	51°33'02.51"	-2,308	51°33'00.20"	2,082	51°33'02.28"	0,78315799	61344,382
	A	78°27'09.18"	1,605	78°27'10.78"	2,082	78°27'12.86"	0,97976284	76744,344
	Σ_1	180°00'02.89"	-9,135	179°59'53.75"	6,246	180°00'00"		
	ε_1	9,135"						
	w ₁	-6,246"						
2	D	59°25'19.10"	-12,635	59°25'06.47"	3,58	59°25'10.05"	0,86091484	76744,344
	B	51°46'48.52"	6,394	51°46'54.91"	3,58	51°46'58.49"	0,78567246	70037,028
	C	68°47'54.33"	-6,451	68°47'47.88"	3,58	68°47'51.46"	0,93230883	83108,602
	Σ_2	180°00'01.95"	-12,692	179°59'49.26"	10,74	180°00'00"		
	ε_2	12,693"						
	w ₂	-10,74"						

9. Обчислення остаточної прямокутних координат вершин трикутників геодезичної мережі виконується на основі отриманих після редукування значень довжин ліній та кутів у трикутниках мережі.

Таблиця 3.11 – Відомість обчислення остаточної координат пунктів геодезичної мережі

Вершини	Зрівноважені плоскі кути	Дирекційні кути сторін	Довжини сторін	Прямокутні координати вершин	
				x_i	y_i
В		183°52'44.56"			
А	78°27'12.86"	82°19'57.42"	61344,382	5320425,548	4513907,305
С	118°47'36.32"	21°07'33.74"	70037,028	5328610,238	4574703,226
Д	59°25'10.05"	260°32'43.79"	83108,602	5393940,067	4599946,024
В	103°20'00.77"	183°52'44.56"	60000,18817	5380288,281	4517966,340
А				5320425,548	4513907,305

За отриманими координатами геодезичної мережі необхідно побудувати її план.

Побудову мережі виконуємо у масштабі 1:500000. У цьому разі план можна розмістити на аркуші паперу формату А4 (210 x 297 мм).

Лінії координатних сіток рекомендується проводити через 20000 м.

При побудові плану геодезичної мережі схематично показуємо викривлення сторін трикутників, користуючись правилом «вітрила», тобто вигин лінії повинен бути направлений в бік, протилежний напрямку перпендикуляра, проведеного від сторони трикутника до осі ОХ.

10. Розрахунок геодезичних координат пункту за плоскими прямокутними координатами становить частину оберненої задачі переходу з поверхні еліпсоїду на площину у проекції Гауса – Крюгера.

Порівняння розрахованих геодезичних координат з вихідними дозволяє проконтролювати правильність визначення плоских прямокутних координат x_A та y_A початкової точки за результатами рішення прямої геодезичної задачі.

Вихідними даними слугують розраховані плоскі прямокутні координати точки А, отримані при рішенні прямої геодезичної задачі переходу з еліпсоїду на площину у проекції Гауса – Крюгера:

$$x_A = 5320425,548 \text{ м};$$

$$y_A = 4513907,305 \text{ м}.$$

При рішенні задачі використовуємо формули (12) – (14).

Результати розрахунків приведено у таблицях 3.12, 3.13.

Розрахунки з визначення широти B_1 виконують методом послідовних наближень до тих пір, доки два останні значення не співпадуть.

Коефіцієнти у таблиці 3.12 отримані для зручності обчислень за формулою

$$(12). \text{ Наприклад, } 0,0006840935 \cdot \sin 6B_1 = \frac{\rho \cdot D}{A \cdot 6} \cdot \sin 6B_1 = \frac{206265 \cdot 0,00000002}{1,00505177 \cdot 6} \cdot \sin 6B_1$$

Таблиця 3.12 – Відомість обчислення широти B_1 , формула (12)

Позначення дій	Результати в наближеннях				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$0.0006840935 \cdot \sin 6B_1$		-0,000653353	-0,0006502	-0,0006502	-0,000650231
$- 0.5448804498 \cdot \sin 4B_1$		0,108579393	0,11392689	0,1139242	0,113924189
$519.4711659534 \cdot \sin 2B_1$		516,8600044	516,592756	516,59289	516,5928944
$0.0323930761 \cdot x_A$	172344,9494	172344,9494	172344,9494	172344,9494	172344,9494
B_1''	172344,9494	172861,9173	172861,6554	172861,6556	172861,6556
Широта $B_1 = 48^{\circ}01'01,6556''$					

Необхідно мати на увазі, що у формулах (13), (14) значення ординати y відноситься до середнього меридіану зони проекції Гауса-Крюгера, тому для її визначення необхідно відняти номер зони і 500 км. Наприклад, $y_A = 4513907,305$ м. Після перетворення $y = 13907,305$ м.

Таблиця 3.13 – Відомість обчислення геодезичних координат пункту А,
формули (13), (14)

Позначення дій	Результати	Позначення дій	Результати
$c = a\sqrt{1 + e'^2}$	6399698,902	$9e'^2 \cos^2 B_1 \operatorname{tg}^2 B_1$	0,033511047
$V_1 = \sqrt{1 + e'^2 \cos^2 B_1}$	1,001506403	$\rho \frac{y^2}{2M_1 N_1} \operatorname{tg} B_1$	0,000151251
$N_1 = \frac{c}{V_1}$	6390072,875	B_A	48,0169753
$M_1 = \frac{c}{V_1^3}$	6370864,237		48°01'01,1111"
$\rho \frac{y}{N_1 \cos B_1}$	0,186420261	λ_A	0,186420006
$\frac{y^2}{N_1^2}$	0,00000474		0°11'11,112"
$\operatorname{tg}^2 B_1$	1,234944017	$L_A = L_0 + \lambda$	21,18642001
$e'^2 \cos^2 B_1$	0,003015076		21°11'11,112"

Порівнюємо обчислені геодезичні координати точки А із вихідними даними курсової роботи.

B_A обчислене - 48°01'01,1111", B_A вихідне - 48°01'01,1111".

Відхилення - 0°0'0,0".

L_A обчислене - 21°11'11,1120", L_A вихідне - 21°11'11,1111".

Відхилення + 0°0'0,0009".

4 СТРУКТУРА І ЗМІСТ РОЗДІЛІВ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Пояснювальна записка до курсової роботи повинна мати наступну структуру.

ВСТУП

1. ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Рівнокутна поперечно-циліндрична проекція Гауса-Крюгера

1.2 Хід дій при розв'язуванні прямої задачі Гауса – Крюгера

1.2.1 Розрахунок номера зони n , довготи її осьового меридіану L_0 та геодезичної довготи λ початкового пункту A , віднесеної до зони його розташування

1.2.2 Розрахунок прямокутних координат x_A , y_A початкового пункту A за його геодезичними координатами в зоні B_A , λ

1.2.3 Розрахунок зближення меридіанів γ та масштабу зображення m на площині у пункті A за геодезичними координатами B_A , λ

1.2.4 Розрахунок наближених довжин сторін геодезичної мережі на площині за вимірними сферичними кутами і довжиною геодезичної лінії вихідної сторони мережі

1.2.5 Розрахунок наближених значень x' , y' плоских прямокутних координат пунктів геодезичної мережі

1.2.6 Редукція довжини геодезичної лінії s вихідної сторони AB та редукція напрямів з еліпсоїду на площину

1.2.7 Зрівноважування мережі і розрахунок остаточних значень x , y плоских прямокутних координат пунктів геодезичної мережі

1.3 Розрахунок геодезичних координат пункту за плоскими прямокутними координатами

2 ПРОВЕДЕННЯ РОЗРАХУНКІВ ПРИ ВИКОНАННІ КУРСОВОЇ РОБОТИ ВИСНОВКИ

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Додаток А План геодезичної мережі у масштабі 1:500000

Форма титульної сторінки до курсової роботи наведена в додатку А до методичних вказівок.

В анотації треба коротко вказати: варіант завдання, мету роботи, поставлені завдання, коротко описати методику виконання роботи та основні отримані результати.

У вступі пояснювальної записки необхідно вказати мету курсової роботи, детально описати зміст завдань, вихідні матеріали, які використовував студент. В розділі необхідно вказати, які літературні джерела використав студент виконуючи теоретичну та практичну частину курсової роботи, описати основні результати виконання завдань курсової роботи.

У першому розділі пояснювальної записки необхідно детально описати теоретичні основи створення карт та планів з використанням картографічної проекції Гауса – Крюгера та привести хід дій при розв'язанні прямої задачі переходу з еліпсоїду на площину. Також наводяться формули для рішення зворотної задачі – визначення геодезичних координат за плоскими прямокутними.

У другому розділі пояснювальної записки приводяться розрахунки значень величин за формулами, наведеними у першому розділі та частково – у другому. Для зручності обчислень та їх наочності розрахунки виконують у табличній формі з виділенням окремих частин формул.

У висновках студент описує головні результати роботи.

Список використаної літератури формується згідно з рекомендованими літературними джерелами, які наведені в методичних вказівках, та з доповненням літератури, яку студент знайшов самостійно.

5 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ ТА ПОРЯДОК ЇЇ ЗАХИСТУ

Обсяг тексту пояснювальної записки рекомендується в межах 30-40 сторінок формату А4 з полями 2 см. Шрифт - Times New Roman 14, рядки через інтервал 1,5. Текст вирівнюється за шириною. Абзац повинен складати 1,25 см.

Розділи починаються з нової сторінки, шрифт – напівжирний, прописні літери, вирівнювання – по центру. Шрифт назв підрозділів – напівжирний, вирівнювання – за шириною. Після номеру розділу або підрозділу крапка не ставиться. Підрозділи нумеруються з позначенням номеру підрозділу через крапку після номеру розділу, наприклад, 2.1 - (розділ 2, підрозділ 1). Назви підрозділів можна розташовувати послідовно у тексті без обов’язкового початку з нової сторінки, на відміну від назв розділів.

Рисунки підписуються під зображенням з вирівнюванням по центру, наприклад, (Рисунок 2.4 – Схема до визначення довжини дуги меридіану). Нумерація рисунків в тексті ведеться з урахуванням підрозділів. Посилання на рисунок в тексті показується в дужках скорочено, наприклад, (рис. 2.4).

Таблиці повинні мати назви колонок. Назва таблиці розміщується над таблицею з вирівнюванням по центру. Приклад назви таблиці: Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку. Посилання на таблицю в тексті дається скорочено в дужках, наприклад (табл. 3.1). Нумерація таблиць ведеться з урахуванням нумерації підрозділів.

Список використаної літератури формується в алфавітному порядку з дотриманням вимог ДСТУ 8302-2015.

Графічні додатки виконуються на листах паперу формату А4.

Порядок оцінки та захисту курсової роботи. Курсова робота приймається комісією з 3-х викладачів. Виконання курсової роботи оцінюється за трьома розділами за 100–бальною шкалою. Розподіл балів за виконання курсової роботи наведений нижче (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 - Розподіл балів за виконання курсової роботи

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Максимальна кількість балів, що повинен набрати студент
30	10	60	100

Якість пояснювальної записки оцінюється за змістом та дотриманням вимог щодо оформлення: ступінь розкриття теоретичних положень, правильність виконання розрахунків, дотримання вимог щодо оформлення тексту, рисунків, таблиць.

Захист проводиться з опитуванням студента з теоретичних і практичних питань виконання роботи.

Орієнтовний перелік питань при захисті курсової роботи наступний:

1. Як будуються карти та плани у проекції Гауса-Крюгера?
2. Які границі першої зони у проекції Гауса-Крюгера?
3. Як враховується номер координатної зони у проекції Гауса-Крюгера?
4. Що означають прямокутні координати у проекції Гауса-Крюгера?
5. Що таке геодезична довгота λ ?
6. Що таке зближення меридіанів?
7. Дайте визначення геодезичних координат пункту.
8. Сформулюйте теорему Лежандра.
9. Що таке сферичний надлишок?
10. Як розраховують довжини сторін у геодезичній мережі?
11. Як розраховують прямокутні плоскі координати у геодезичній мережі?
12. Як виконується редукція довжини геодезичної лінії та редукція напрямів з еліпсоїду на площину?
13. За яким правило можна визначити форму викривлення геодезичної лінії у проекції на площину?
14. За яким методом виконується розрахунок геодезичних координат пункту за плоскими прямокутними координатами?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Афонин, К.Ф. Высшая геодезия. Системы координат и преобразования между ними : учеб. пособие / К.Ф. Афонин. – Новосибирск : СГГА, 2011. – 66 с.
2. Подшивалов, В.П. Высшая геодезия : сфероидическая геодезия, теоретическая геодезия : учеб.-метод. комплекс / В.П. Подшивалов. – Новополюцк : ПГУ, 2010. – 192 с.
3. Староверов, В.С. Вища геодезія. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт / В.С. Староверов, М.В. Ковальов. – К. : КНУБА, 2012. – 140 с.
4. Староверов, В.С. Вища геодезія. Системи координат. Системи висот : навч. посіб. / В.С. Староверов, М.В. Ковальов. – К. : НУБіП, 2015. – 194 с.
5. Староверов, В.С. Вища геодезія : підручник / В.С. Староверов, М.В. Ковальов, І.А. Опенько. – К. : Медінформ, 2018. – 370 с.
6. Кабінет Міністрів України. Деякі питання реалізації частини першої статті 12 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» [Електронний ресурс] : Постанова від 7.08.2013 р. № 646. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/646-2013-%D0%BF#Text>. – Назва з екрана.
7. Савчук, С.Г. Вища геодезія : підручник / С.Г. Савчук. – Житомир : ЖДТУ, 2005. – 315 с.
8. Бойко, Е.Г. Высшая геодезия. Ч. II. Сфероидическая геодезия / Е.Г. Бойко. – М. : Картгеоцентр-Геодезиздат, 2003. – 144 с.
9. Огородова, Л.В. Высшая геодезия. Ч. III. Теоретическая геодезия / Л.В. Огородова. – М. : Геодезкартиздат, 2006. – 384 с.

Форма титульної сторінки курсової роботи

ДВНЗ «ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Кафедра геодезії та будівництва підземних споруд

КУРСОВА РОБОТА

з дисципліни «Вища геодезія»

(назва дисципліни)

на тему: «Редукування вимірювань та розрахунок координат в геодезичній мережі»

Студента (ки) _____ курсу _____ групи
спеціальності _____

(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала _____

Кількість балів: _____

Члени комісії _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

(підпис) (прізвище та ініціали)

(підпис) (прізвище та ініціали)

Покровськ – 2021

Додаток Б

Форма сторінки завдання на виконання курсової роботи

Донецький національний технічний університет

(назва вищого навчального закладу)

Кафедра Геодезії та будівництва підземних споруд

Дисципліна Вища геодезія

Спеціалізація _____

Курс _ група _____ семестр _____

ЗАВДАННЯ

На курсову роботу студента

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи:

"Редукування вимірювань та розрахунок координат в геодезичній мережі"

2. Строк здачі студентом закінченої роботи _____

3. Вихідні дані до курсової роботи:

№ трикутника	Позначення кутів	Виміряні сферичні кути
1	A ₁	78°27'09.18"
	B ₁	51°33'02.51"
	C ₁	49°59'51.20"
2	A ₂	59°25'19.10"
	B ₂	51°46'48.52"
	C ₂	68°47'54.33"

Номер варіанту n =

$B_A = 48^{\circ}01'01.1111'' + 7' * n$
$L_A = 21^{\circ}11'11.1111'' + 3' * n$
$A_{AB} = 4^{\circ}01'01.111'' + 2^{\circ} * n$
$s = (60000 - 500 * n)$

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці)

1. Визначення прямокутних координат пунктів в проекції Гауса-Крюгера (перехід з поверхні еліпсоїду на площину)

2. Розрахунок геодезичних координат пункту за плоскими прямокутними координатами

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
План геодезичної мережі у масштабі 1:500000

6. Дата видачі завдання _____

Додаток В

Приклад побудови плану геодезичної мережі у масштабі 1:500000

