

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут агроєкології та землеустрою
Кафедра геодезії та картографії

05-04-140M

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт
з навчальної дисципліни «Картографія»
для здобувачів вищої освіти
першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою
«Геодезія та землеустрій»
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-методичною
радою з якості ННІАЗ
Протокол №12 від 20.02.2024

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Картографія» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Геодезія та землеустрій» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» денної та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Остапчук С. М. – Рівне : НУВГП, 2024. – 32 с.

Укладач: Остапчук С. М., кандидат технічних наук, доцент кафедри геодезії та картографії.

Відповідальний за випуск: Янчук Р. М., кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри геодезії та картографії.

Керівник (гарант) ОП: Янчук Р. М., кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри геодезії та картографії.

© С. М. Остапчук, 2024

© НУВГП, 2024

Зміст

Вступ	4
Лабораторна робота 1. Обчислення довжин дуг меридіанів і паралелей	5
Лабораторна робота 2. Ознайомлення, вивчення та опис старого картографічного документа	8
Лабораторна робота 3. Еліпс спотворень	9
Лабораторна робота 4. Обчислення картографічних проекцій .	12
Лабораторна робота 5. Побудова картографічних проекцій	17
Лабораторна робота 6. Картографічна генералізація	20
Лабораторна робота 7. Способи картографічного зображення	21
Лабораторна робота 8. Створення та укладання авторського оригіналу тематичної карти	22
Лабораторна робота 9. Анотований опис тематичної карти та атласу	23
Лабораторна робота 10. Науково-технічні прийоми аналізу картографічних зображень	24
Додаток	27

Вступ

«Картографія» є нормативною фахово-орієнтованою дисципліною за освітньо-професійною програмою «Геодезія та землеустрій». Картографія є наукою, яка допомагає відображати й досліджувати просторові розміщення і взаємозв'язки різноманітних природних та суспільних явищ, а також їх зміни у часі через зрозумілі образно-знакові моделі, що відтворюють ті чи інші сторони дійсності. Картографія має витоки з древніх часів, але навіть на даний час кращої форми подання інформації з метою вивчення чи освоєння території немає.

Основні питання картографії присвячені всебічному вивченню сутності географічних карт, розробці сучасних методів і процесів їх створення та використання. Саме тому вона надає майбутнім фахівцям галузі «Геодезія та землеустрій» необхідні знання теоретичних основ та практичних навичок для вирішення різного роду завдань професійної діяльності.

В даних методичних вказівках представлено 10 лабораторних робіт, які зазначені у силабусі навчальної дисципліни в обсязі годин, передбачених діючим навчальним планом. Для їх виконання крім конспекта лекцій і різноманітних картографічних матеріалів, потрібно користуватися рекомендованою навчальною і нормативною літературою, мережею Інтернет, комп'ютерними програмами та ін. Деякі лабораторні роботи безпосередньо пов'язані між собою, тому без виконання попередньої розпочати наступну без необхідних даних просто неможливо.

Представлені лабораторні роботи є важливою частиною курсу початкової дисципліни «Картографія» і повинні бути виконані та захищені в обумовлені терміни.

Лабораторна робота 1.

Обчислення довжин дуг меридіанів і паралелей.

У математичній картографії для розв'язування ряду задач доводиться виконувати обчислення довжин дуг меридіанів і паралелей земного еліпсоїда (див. рис. 1).

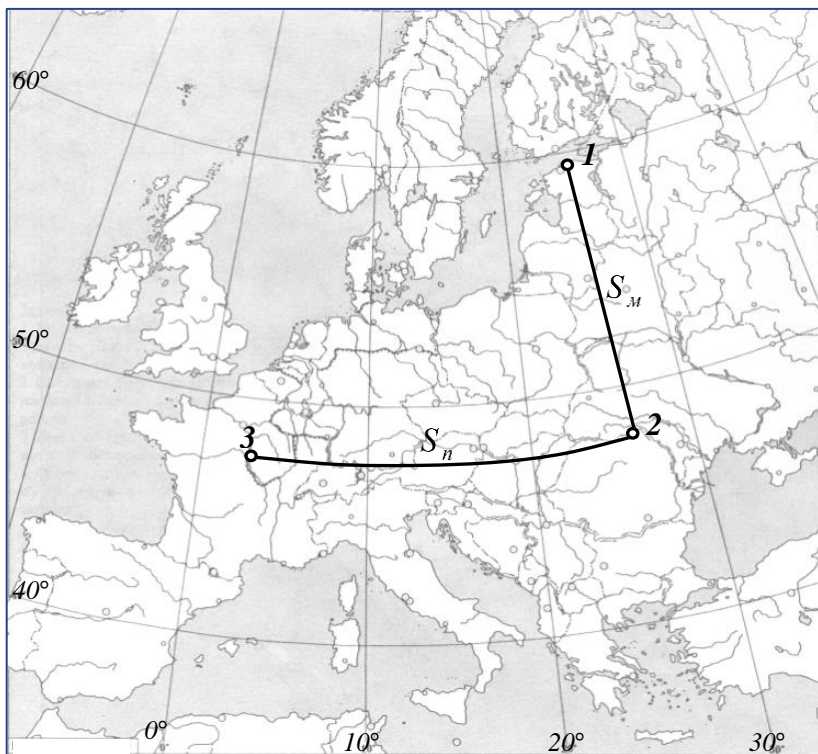


Рис. 1. Приклад розміщення на карті кінцевих точок дуг меридіана і паралелі

Для розв'язування поставленої задачі укладені спеціальні картографічні таблиці.

Довжина дуги меридіана S_M , яка фіксована двома точками 1 і 2, обчислюється як:

$$S_M = M_{сеп} \cdot \Delta\varphi, \quad (1).$$

У цьому випадку: $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$, $M_{\text{сер}}$ – радіус кривизни меридіана в точці із середньою широтою $\varphi_{\text{сер}} = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$.

У лінійній мірі робочу формулу для обчислення довжини дуги меридіана записують як:

$$S_m = \frac{M_{\text{сер}} |\varphi_1 - \varphi_2|}{\rho}. \quad (2)$$

Для знаходження радіуса кривизни меридіанного перерізу $M_{\text{сер}}$ для $\varphi_{\text{сер}}$ користуються картографічними таблицями (див. табл. 1 додатка).

Значення ρ обчислюють як:

$$\rho = \frac{360^\circ}{2\pi} = 57,29578^\circ.$$

Довжину дуги паралелі S_n на широті φ і з різницею довгот кінцевих точок 2 і 3 ($\Delta\lambda$) обчислюють за формулою:

$$S_n = r \cdot \Delta\lambda, \quad (3)$$

де $r = N \cdot \cos \varphi$, r – радіус паралелі, N – довжина нормалі, $\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_3$.

У лінійній мірі робочу формулу для обчислення довжини дуги паралелі записують у вигляді:

$$S_n = \frac{r(\lambda_2 - \lambda_3)}{\rho}, \quad (4).$$

У даному випадку r – радіус паралелі, який визначають за аргументом широти φ (див. табл. 1 додатка).

Завдання 1. За заданими на карті точками визначити довжину дуги меридіана. Виконати обчислення з точністю до 1 м. Здійснити контроль отриманого результату, скориставшись представленою у додатку табл. 2. До виконаного завдання додати копію карти з нанесеними точками.

Приклад.

Необхідно визначити за заданими на дрібномасштабній карті точками 1 та 2 довжину дуги меридіана (див. рис. 1).

Для обчислень скористаємося формулою (2). Завдання виконуємо у наступному порядку:

1. Визначаємо географічні координати заданих точок (з точністю до мінут):

$$\varphi_1 = 59^\circ 40', \lambda_1 = 26^\circ 10'; \varphi_2 = 48^\circ 00', \lambda_2 = 26^\circ 10'.$$

2. Знаходимо середнє значення широт заданих точок:

$$\varphi_{\text{сеп}} = 53^\circ 50'.$$

3. За табл. 1 обчислюємо радіус кривизни меридіана $M_{\text{сеп}}$ в точці з середньою широтою $\varphi_{\text{сеп}}$:

$$M_{\text{сеп}} = \frac{|6376342 - 6377415|}{60'} \cdot 50' + 6376342 = 6377236 \text{ м}$$

4. Визначаємо різницю широт як:

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 11^\circ 40'$$

5. Підставивши отримані значення у формулу (2), маємо:

$$S_m = \frac{M_{\text{сеп}} \cdot |\varphi_1 - \varphi_2|}{\rho} = \frac{6377236 \cdot 11,66666^\circ}{57,29578^\circ} = 1298544 \text{ м}$$

6. За табл. 2 додатка виконуємо контроль обчислень S_m . Обчислене значення довжини дуги (у нашому випадку – $11^\circ 40'$) для $\varphi_{\text{сеп}} = 53^\circ 50'$ підтверджує отриманий вище результат.

Завдання 2. За заданими на карті точками визначити довжину дуги паралелі. Виконати обчислення з точністю до 1 м. Здійснити контроль отриманого результату, скориставшись представленою у додатку табл. 2. До виконаного завдання додати копію карти з нанесеними точками.

Приклад.

Потрібно за заданими на дрібномасштабній карті точками 2 та 3 визначити довжину дуги паралелі (див. рис. 1).

Для виконання обчислень скористаємося формулою (4). Завдання здійснюємо у такій послідовності:

1. Визначаємо географічні координати заданих точок (з точністю до мінут):

$$\varphi_2 = 47^\circ 50', \lambda_2 = 26^\circ 40'; \varphi_3 = 47^\circ 50', \lambda_3 = 3^\circ 20'.$$

2. Знаходимо різницю довгот:

$$\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_3 = 23^\circ 20'.$$

3. За табл. 1 обчислюємо для широти $\varphi_{\text{сер}} = 47^\circ 50'$ радіус паралелі r як:

$$r = 4357760 - \frac{|4357760 - 4275789|}{60'} \cdot 50' = 4289451 \text{ м}$$

4. Підставивши отримані значення у формулу (4), маємо:

$$S_n = \frac{r|\lambda_2 - \lambda_3|}{\rho} = \frac{4289451 \cdot 23,33333^\circ}{57,29578} = 174685 \text{ м}$$

5. За табл. 2 додатка виконуємо контроль обчислень S_n . Обчислене значення довжини дуги (у нашому випадку – $23^\circ 20'$) для $\varphi_{\text{сер}} = 47^\circ 50'$ підтверджує отриманий вище результат.

Лабораторна робота 2. Ознайомлення, вивчення та опис старого картографічного документа.

Картографія має витоки з древніх часів і за свою багатовікову історію накопичила чимало різноманітних картографічних матеріалів.

Завдання. Запропонувати самому чи отримати у викладача назву старого картографічного документа (карти, атласу, глобуса тощо), ознайомитися із ним (пошук здійснити у мережі Інтернет або отримати у паперовому вигляді у викладача), прочитати його характеристику на різних ресурсах (обов'язково взяти до уваги й зарубіжні), доповнити її власним аналізом та оформити у вигляді відповідного опису.

В описі картографічного документа рекомендується вказати: назву, рік створення, автора (якщо такий відомий), територію картографування, розміри, масштаб, наявність координатної сітки, особливості компонування, зміст, умовні позначення, основні кольори, характерні ознаки. Відмітити значення даного документа на історичний період часу його створення та цінність на сьогодні. Виконати порівняння з сучасними картографічними матеріалами

схожій тематики. У вигляді прикладів навести його фрагменти. У кінці зазначити використані ресурси.

Лабораторна робота 3.

Еліпс спотворень.

У зв'язку з тим, що кулеподібну поверхню Землі неможливо розгорнути на площині, виникають різного роду спотворення. Такі спотворення прийнято виділяти за їх характером, величиною та розподілом у різних частинах карти.

Для характеристики спотворень на картах можуть використовуватися відповідні графічні побудови, які називають еліпсами спотворень. Під еліпсом спотворень прийнято розуміти нескінченно малий еліпс на карті, що є зображенням відповідного йому нескінченно малого кола на поверхні еліпсоїда. Еліпс спотворень дає характеристику величині часткового масштабу у заданій точці за різними напрямками.

До елементів еліпса спотворень відносять півосі a і b , що визначають його розміри, і кут β_1 , який показує його орієнтування (рис. 2).

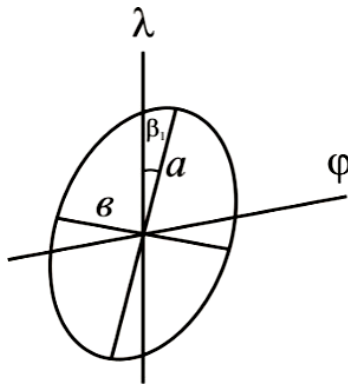


Рис. 2. Приклад елементів еліпса спотворень

Такі елементи можуть бути визначені як:

$$a + b = \sqrt{m^2 + n^2 + 2m \cdot n \cdot \sin \theta}, \quad (5)$$

$$a - b = \sqrt{m^2 + n^2 - 2m \cdot n \cdot \sin \theta}, \quad (6)$$

$$tg\beta_1 = \frac{b}{a} \sqrt{\frac{a^2 - m^2}{m^2 - b^2}}. \quad (7)$$

При цьому, значення масштабів за меридіанами (m) і паралелями (n) можна обчислити, вимірявши між вказаними точками дуги меридіана та паралелі на карті і взявши до уваги відповідні їм довжини дуг на поверхні земного еліпсоїда із спеціальних картографічних таблиць. У нашому випадку:

$$m = \frac{dS_{mk}}{dS_{mm}}, \quad (8)$$

$$n = \frac{dS_{nk}}{dS_{nm}}, \quad (9)$$

де dS_{mk} – довжина вказаної дуги меридіана в 1° за картою, dS_{mm} – довжина вказаної дуги меридіана в 1° за таблицями (див. табл. 2 додатка), dS_{nk} – довжина вказаної дуги паралелі в 1° за картою, dS_{nm} – довжина вказаної дуги паралелі в 1° за таблицями (див. табл. 2 додатка).

Кут θ на карті можна виміряти геодезичним транспортером з точністю до $15'$. Для цього у даній точці, де потрібно виміряти кут, проводять дотичні лінії до меридіана і паралелі.

Завдання. Для вказаної на карті точки виконати відповідні розрахунки та побудувати еліпс спотворень. При цьому за одиницю побудови прийняти 1 см.

Саму графічну побудову еліпса спотворень можна виконати як на самій карті, так і на її копії. Вона має мати належну точність (побудова кута β_1 – до $15'$, побудова півосей a і b – до 0,01 см).

Приклад.

Потрібно для заданої точки карти виконати необхідні обчислення та побудувати еліпс спотворень (рис. 3).

Послідовність виконання завдання:

1. Визначаємо географічні координати заданої точки (з точністю до мінут):

$$\varphi_1 = 44^\circ 55', \quad \lambda_1 = 3^\circ 00'.$$

2. Проводимо дотичні лінії до меридіана та паралелі в заданій точці та геодезичним транспортером вимірюємо кут θ :

$$\theta = 89^{\circ} 45'.$$

3. Обчислюємо $dS_{МК}$ – довжину дуги меридіана в 1° за картою та $dS_{ПК}$ – довжину дуги паралелі в 1° за картою (масштаб карти у нашому випадку – 1:20 000 000):

$$dS_{МК} = 110000 \text{ м},$$

$$dS_{ПК} = 80000 \text{ м}$$

4. Обчислюємо dS_{mm} – довжину дуги меридіана в 1° за таблицями та dS_{nm} – довжину дуги паралелі в 1° за таблицями (див. табл. 2 додатка) за значенням широти даної точки. У нашому випадку:

$$dS_{mm} = \frac{|111104 - 111124|}{60'} \cdot 55' + 111104 = 111122 \text{ м}$$

$$dS_{nm} = 80208 - \frac{|80208 - 78848|}{60'} \cdot 55' = 78961 \text{ м}$$

5. Визначаємо масштаби за меридіаном (m) та паралеллю (n) за відповідними формулами (8) та (9):

$$m = \frac{110000}{111122} = 0,990$$

$$n = \frac{80000}{78961} = 1,013$$

6. Розв'язуємо отриману систему рівнянь для обчислення півосей еліпса спотворень (a і b) за наведеними вище формулами (5), (6) та визначаємо кут нахилу еліпса β_1 за формулою (7):

$$a + b = \sqrt{0,9899^2 + 1,0132^2 + 2 \cdot 0,9899 \cdot 1,0132 \cdot \sin 89^{\circ} 45'} = 2,003$$

$$a - b = \sqrt{0,9899^2 + 1,0132^2 - 2 \cdot 0,9899 \cdot 1,0132 \cdot \sin 89^{\circ} 45'} = 0,024$$

$$a = 1,014 \text{ см}, \quad b = 0,989 \text{ см}$$

$$tg\beta_1 = \frac{0,989}{1,014} \sqrt{\frac{1,014^2 - 0,990^2}{0,990^2 - 0,989^2}} = 10,64941807$$

$$\beta_1 = 1^{\circ} 30'$$

7. Отримавши необхідні дані, виконуємо побудову еліпса спотворень у даній точці (рис. 3).

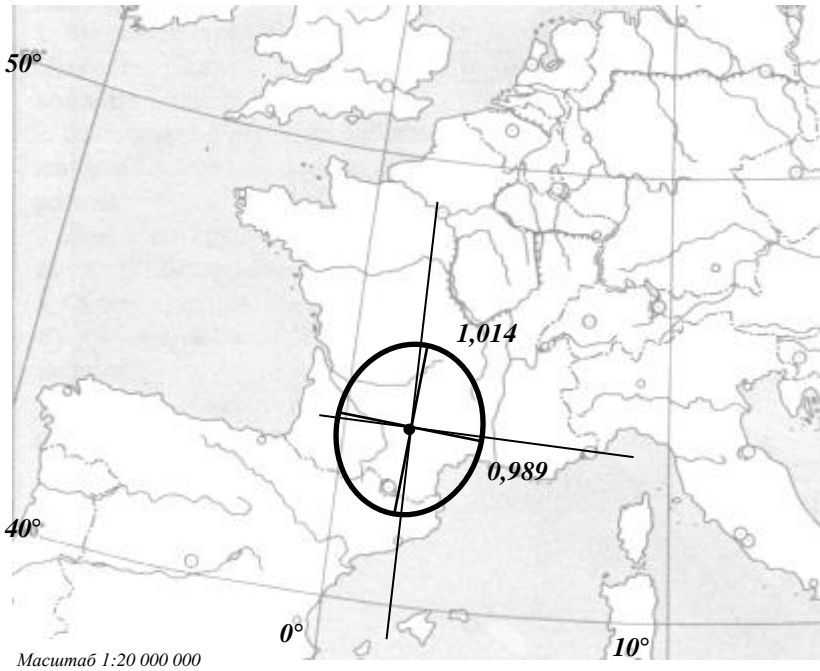


Рис. 3. Побудова еліпса спотворень.

Лабораторна робота 4.

Обчислення картографічних проєкцій.

Картографічною проєкцією називають математично визначений спосіб зображення поверхні еліпсоїда (або кулі) на площині, що визначає аналітичну залежність між географічними чи іншими координатами точок еліпсоїда (або кулі) і прямокутними чи іншими координатами цих же точок на площині. Таку залежність прийнято виражати двома рівняннями виду:

$$x = f_1(\varphi, \lambda), \quad y = f_2(\varphi, \lambda), \quad (10)$$

де f_1 , f_2 – функції незалежні, однозначні, неперервні і кінцеві.

При цьому кількість таких функціональних залежностей, а отже, й проєкцій, є необмеженою.

При отриманні картографічних сіток прийнято використовувати не геометричні побудови, а розрахунковий, аналітичний підхід.

Обчислення проєкцій виконують з метою знаходження прямокутних координат (x та y) відповідних точок перетину меридіанів та паралелей, а також визначення спотворень, що характеризують ці проєкції. У нашому випадку ними є: масштаби довжин, масштаби площ і максимальне спотворення кутів.

Для обчислення проєкції потрібно мати необхідні вихідні дані: головний масштаб, компонування карти, частоту координатної сітки, значення широт і довгот крайніх паралелей і меридіанів, значення довготи середнього меридіана, широти головних паралелей та ін.

У результаті виконаних обчислень потрібно отримати:

- таблицю прямокутних координат (x і y) точок перетину меридіанів та паралелей;
- графіки масштабів довжин по меридіанах та паралелях ($m=p$) й масштабів площ (p).

Завдання. Обчислити нормальну рівнокутну конічну проєкцію з однією головною паралеллю для карти у головному масштабі μ_0 . При цьому: територія обмежена меридіанами λ_3 і λ_c , картографічна сітка проведена через $\Delta\varphi = \Delta\lambda$, параметр проєкції α знайти при умові, що паралель з широтою φ_0 зберігає свою довжину ($n_0=1$), земна поверхня приймається за еліпсоїд.

Вихідні дані для обчислення проєкції видає викладач (див. табл. 3 додатка).

Формули для виконання обчислення нормальної рівнокутної конічної проєкції з однією головною паралеллю наведено нижче:

$$1. \alpha = \sin \varphi_0, \quad (11)$$

де α – параметр проєкції (є постійною величиною).

$$2. C = \rho_{екв} = N_o \operatorname{ctg} \varphi_o v_o^\alpha \mu_o 100, \quad (12)$$

де C – параметр проєкції (є постійною величиною); $\rho_{екв}$ – радіус екватора на проєкції; N_o – радіус кривизни першого вертикала для φ_o (довжина нормалі):

$$N = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^{1/2}}, \quad (13)$$

де a – велика піввісь еліпсоїда ($a=6378245$ м); e^2 – перший ексцентриситет ($e^2=0,0066934$);

$$v = \frac{tg(45^\circ + \varphi/2)}{tg^\epsilon(45^\circ + \psi/2)}; \quad (14)$$

$$\sin \psi = e \sin \varphi. \quad (15)$$

$$3. \delta = \alpha \lambda, \quad (16)$$

де δ – полярний кут.

$$4. r = N \cos \varphi, \quad (17)$$

де r – радіус паралелей земного еліпсоїда.

$$5. \rho = C/v^\alpha, \quad (18)$$

де ρ – радіус паралелей на проекції.

$$6. x = q - \rho \cos \delta, \quad (19)$$

де q – відстань між полюсом полярної системи координат і початком відрахування прямокутних координат на проекції (значення q рекомендується вибрати згідно $\rho \cos \delta$, при цьому округлюючи їх максимальну із усіх величину у більшу сторону з точністю до цілих см); x – абсциса.

$$7. y = \rho \sin \delta, \quad (20)$$

де y – ордината.

$$8. m = n = \alpha \rho / (r \mu_0 100), \quad (21)$$

де m і n – масштаби по меридіанах і паралелях.

$$9. p = m^2, \quad (22)$$

де p – масштаб площ.

$$10. \omega = 0, \quad (23)$$

де ω – максимальне спотворення кутів.

Результати обчислень зручно наводити у табличну форму за визначеним алгоритмом, що сприятиме виконанню роботи у певній послідовності і полегшенню контролю.

Приклад обчислень.

Вихідні дані:

$\mu_0 = 1 : 5000000$	$\Delta\varphi = \Delta\lambda = 2^\circ$	$\varphi_0 = 54^\circ$
$\varphi_{\text{пн, нд}} = \varphi_0 \pm 2\Delta\varphi$	$\lambda_{3,c} = \lambda_0 \pm 2\Delta\lambda$	$\lambda_0 = 90^\circ$

1. Обчислення постійних параметрів α і C

Позначення і формули	Значення для $\varphi_0 = 54^\circ$
α	0,8090170
v_0	3,0610384
N_0	6392262
lgN_0	6,8056545
lgv_0	0,4858688
$\alpha \lg v_0 = \lg v_0^\alpha$	0,3930761
v_0^α	2,4721573
$(N_0 \text{ctg} \varphi_0) \mu_0 100$	92,885008
$C, \text{ см}$	229,6263

2. Обчислення полярних координат δ

Позначення	Обчислені значення по різницях довгот	
	2°	4°
α	0,8090170	0,8090170
$\lambda_i - \lambda_{\text{сєр.}}$	2°	4°
δ	1,6180340	3,2360680

3. Обчислення радіусів паралелей на проекції

Позначення	Обчислені значення для широти φ				
	50°	52°	54°	56°	58°
α	0,8090170	0,8090170	0,8090170	0,8090170	0,8090170
N	6390808	6391542	6392262	6392967	6393652
lgN	6,8055558	6,8056056	6,8056546	6,8057025	6,8057490
lgv	0,4367029	0,4607327	0,4858688	0,5122455	0,5400324
$\alpha \lg v = \lg v^\alpha$	0,3533001	0,3727406	0,3930761	0,4144153	0,4368954
v^α	2,2557974	2,3590687	2,4721573	2,5966612	2,7346100
$C, \text{ см}$	229,6263	229,6263	229,6263	229,6263	229,6263
$\rho, \text{ см}$	101,7939	97,3377	92,8850	88,4314	83,9704
$\Delta\rho, \text{ см}$		4,4562	4,4527	4,4536	4,4610

4. Обчислення прямокутних координат x, y

φ	Позначення, формули	Обчислені значення для довгот		
		90°	88°; 92°	86°; 94°
	δ	0	1,6180	3,2361
	$\cos \delta$	1	0,9996013	0,9984054
	$\sin \delta$	0	0,0282363	0,0564500
50°	$x, \text{ см}$	8,206	8,247	8,368
	$q, \text{ см}$	110	110	110
	$\rho \cos \delta, \text{ см}$	101,7939	101,7533	101,6316
	$\rho, \text{ см}$	101,7939	101,7939	101,7939
	$y, \text{ см}$	0,000	2,874	5,746
52°	$x, \text{ см}$	12,662	12,701	12,817
	$q, \text{ см}$	110	110	110
	$\rho \cos \delta, \text{ см}$	97,3377	97,2989	97,1825
	$\rho, \text{ см}$	97,3377	97,3377	97,3377
	$y, \text{ см}$	0,000	2,748	5,495
54°	$x, \text{ см}$	17,115	17,152	17,263
	$q, \text{ см}$	110	110	110
	$\rho \cos \delta, \text{ см}$	92,8850	92,8480	92,7369
	$\rho, \text{ см}$	92,8850	92,8850	92,8850
	$y, \text{ см}$	0,000	2,623	5,243
56°	$x, \text{ см}$	21,569	21,604	21,710
	$q, \text{ см}$	110	110	110
	$\rho \cos \delta, \text{ см}$	88,4314	88,3961	88,2904
	$\rho, \text{ см}$	88,4314	88,4314	88,4314
	$y, \text{ см}$	0,000	2,497	4,992
58°	$x, \text{ см}$	26,030	26,063	26,163
	$q, \text{ см}$	110	110	110
	$\rho \cos \delta, \text{ см}$	83,9704	83,9369	83,8365
	$\rho, \text{ см}$	83,9704	83,9704	83,9704
	$y, \text{ см}$	0,000	2,371	4,740

5. Обчислення частинних масштабів $m=n$ і масштабу площ p

Позначення	Обчислені значення для широт φ				
	50°	52°	54°	56°	58°
α	0,8090170	0,8090170	0,8090170	0,8090170	0,8090170
ρ	101,7939	97,3377	92,8850	88,4314	83,9704
$\alpha\rho$	82,3530	78,7479	75,1455	71,5425	67,9335
$(\mu_0 100)r$	82,1586	78,7005	75,1455	71,4980	67,7624
$m=n$	1,0024	1,0006	1,0000	1,0006	1,0025
$p=m^2$	1,0047	1,0012	1,0000	1,0012	1,0051

При виконанні і аналізі обчислень потрібно слідкувати за їх точністю. Зайва і недостатня точність однаковою мірою є недопустимими. Значення логарифмів і тригонометричних величин обчислюють з точністю до 6-7 знака після коми. Знаходячи параметр C , який виражають у cm , слід зберігати 4 знаки після коми. Плоскі полярні координати δ і ρ визначають з точністю до 4 знаків після коми. Прямокутні координати x і y визначають з точністю до 0,001 cm . Часткові масштаби по меридіанах m , паралелях n і масштаби площ p обчислюють до 3-4 знаків після коми.

Лабораторна робота 5.

Побудова картографічних проєкцій.

Після завершення обчислень у попередній лабораторній роботі можна розпочинати виконання наступного завдання.

Завдання. Виконати побудову графіків масштабів довжин і площ у довільному масштабі і картографічної сітки проєкції у заданому масштабі.

Графіки масштабів довжин $m=n$ і площ p по можна будувати у зошиті чи міліметровому папері. Значення широт при цьому відкладають по горизонтальній осі, а значення масштабів довжин і площ – по вертикальній. Картографічну сітку проєкції будують на білому креслярському папері чи прозорій кальці (рекомендований формат А4). На кінцях меридіанів і паралелей підписують їх числові значення. Лінії картографічної сітки мають мати товщину 0,2 mm .

Приклад.

На основі обчислень, виконаних у лабораторній роботі 4, виконаємо побудову графіків масштабів довжин і площ у довільному масштабі і картографічної сітки проекції у заданому масштабі.

1. Побудову графіків масштабів довжин і площ виконаємо відповідно значень, які наведені в таблиці:

Позначення	Обчислені значення для широт φ				
	50°	52°	54°	56°	58°
$m=n$	1,0024	1,0006	1,0000	1,0006	1,0025
$p=m^2$	1,0047	1,0012	1,0000	1,0012	1,0051

2. Картографічну сітку проекції будемо згідно прямокутних координат точок перетину меридіанів та паралелей (табл. 4 попередньої лабораторної роботи). За початок відліку приймаємо умовну точку, яку розміщуємо внизу аркуша паперу чи кальки посередині.

1. Графіки масштабів довжин $m = n$ і площ p

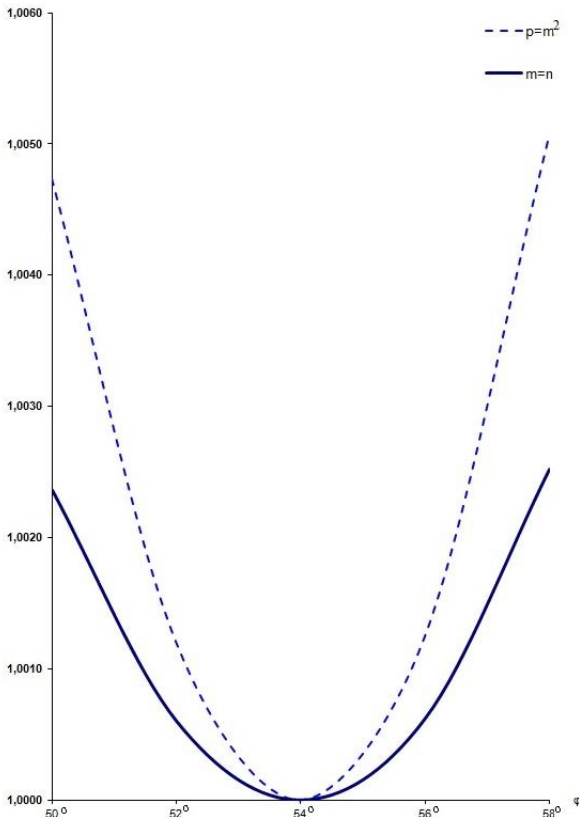


Рис. 4. Приклад графіків масштабів довжин $m = n$ і площ p .

2. Нормальна рівнокутна конічна проекція

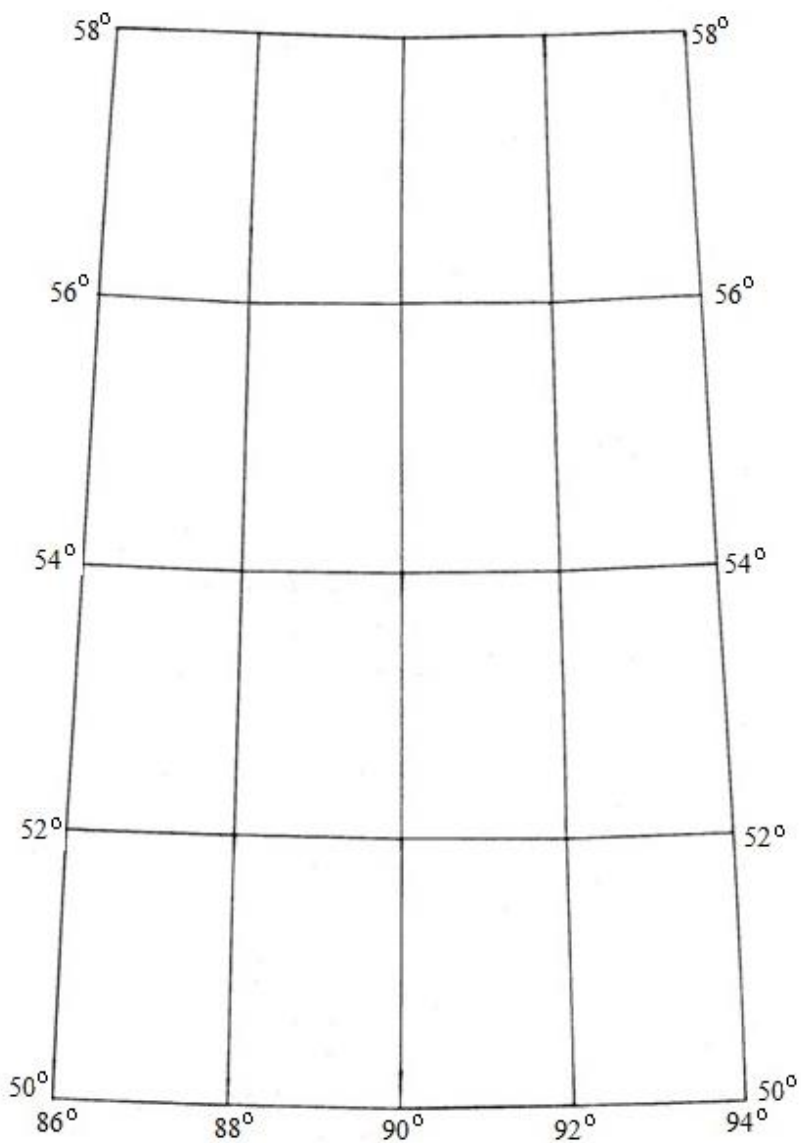


Рис. 5. Приклад нормальної рівнокутної конічної проекції.

Лабораторна робота 6.

Картографічна генералізація.

У процесі картографічної генералізації відбувається відбір та узагальнення елементів зображення, що дозволяє здійснити показ головних рис і найбільш характерних особливостей об'єктів та явищ. При цьому відбувається усунення надмірної інформації, яка є непотрібною і малозначимою для вирішення певних завдань. Такий продуманий підхід щодо вилучення деталей і подробиць дозволяє краще сприймати основні і найсуттєвіші характеристики об'єктів та явищ картографування.

До факторів картографічної генералізації відносять масштаб, призначення, тематику карти, особливості і ступінь вивчення території картографування, способи графічного оформлення.

Завдання 1. Виконати аналіз генералізації елементів змісту двох топографічних карт однієї території різних масштабів.

Для виконання завдання потрібно проаналізувати і описати проведення генералізації змісту топографічної карти дрібнішого масштабу відносно топографічної карти крупнішого масштабу однієї території.

У загальному випадку характеристика прояву генералізації повинна включати повноту нанесення змісту по відношенню до його фактичного обсягу на вихідному картографічному матеріалі, детальність якісних та кількісних характеристик явищ, процесів та об'єктів, ступінь узагальнення контурів.

Аналіз прояву генералізації рекомендується виконати за окремими елементами змісту двох карт, а саме: рельєфом, гідрографією, рослинністю, населеними пунктами, шляхами сполучення, окремими об'єктами. Навести конкретні 3-4 приклади по кожному елементу.

Виконувати завдання можна на основі аналізу наявних навчальних топографічних карт масштабів 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000.

Завдання 2. Виконати аналіз генералізації змісту двох карт однієї території і одного масштабу залежно від зміни тематики. (При відсутності карт різної тематики аналіз проведення генералізації можна виконати залежно від зміни призначення).

При виконанні завдання стосовно зміни тематики двох карт слід

враховувати, що сама тематика уже безпосередньо вказує головні, найбільш визначальні елементи змісту карти. Залежно від тематики ступінь відбору і узагальнення об'єктів та явищ може бути різною: одні показують детально, інші – схематично, або взагалі опускають.

Навести конкретні приклади за окремими елементами змісту.

Виконувати завдання можна на основі аналізу двох різноматематичних карт з одного географічного атласу.

Лабораторна робота 7.

Способи картографічного зображення.

При розгляданні географічних карт, насамперед тематичного характеру, у пересічних людей виникає враження, що для їх побудови використано велику кількість різноманітних способів та прийомів. Насправді ж набір засобів, що застосовуються для показу змісту карт, не такий уже й великий. Можна встановити певну кількість способів, вміло використовуючи які, можна досягти такої різноманітності карт. У вітчизняній картографії прийнято виділяти наступні способи зображення: значки, лінійні знаки, ізолінії, якісний фон, кількісний фон, ареали, точковий, локалізовані діаграми, знаки руху, картодіаграми, картограми.

Завдання. Визначити використані способи зображення на представленій карті. На креслярському папері формату А4 у вигляді конкретних прикладів зобразити використані для її побудови способи картографічного зображення. Підписати їх і дати усне пояснення.

Для правильного визначення способів зображення недостатньо лише розглянути умовні позначення, а потрібно уважно познайомитися з усім змістом карти. При цьому можна звернути увагу на те, що деякі способи зображення зовні досить схожі, але насправді є різними за своєю суттю (наприклад, значки і картодіаграми; картодіаграми і локалізовані діаграми; кількісний фон, якісний фон і картограми; значки і ареали; ізолінії і лінійні знаки та ін.).

При графічному показі способів зображення постаратися їх відобразити максимально подібно до картографічного оригіналу (розмір, колір, шрифт тощо).

Лабораторна робота 8.

Створення та укладання авторського оригіналу тематичної карти.

Для належної розробки свого авторського оригіналу карти потрібно успішно пройти наступні етапи: вивчення даної тематики; аналіз вихідних даних та визначення особливостей їх територіального розподілу; ознайомлення зі створеними уже картами такої ж чи подібної тематики; вибір картографічної проєкції, масштабу та географічної основи; обґрунтування та виконання картографічної генералізації; вибір найбільш доцільних способів зображення та умовних позначень; створення ескізу майбутньої карти та її компоунування; вибір програмного продукту для укладання авторської карти.

Тільки за такої умови та наявності творчої складової можна сподіватися на позитивний кінцевий результат.

Варто зазначити, що переважна більшість тематичних карт, на відміну від тих же топографічних, не має уніфікованих умовних знаків, тому розробка таких позначень та вибір засобів зображення залежить від автора карти.

Завдання. Розробити та укласти авторську тематичну карту. Вихідні дані для створення карти запропонувати самому (можна взяти зі статистичних довідників, мережі Інтернет, інших ресурсів) чи отримати у викладача. Як правило, ними є статистичні дані, які стосуються певних територій. Обговорити з викладачем створений на папері чи представлений на екрані ескіз майбутньої карти, врахувати зауваження та побажання.

До авторського оригіналу карти (електронний вигляд, рекомендований формат А3) підготувати пояснювальну записку, у якій коротко представити результати кожного етапу виконання роботи. Обов'язково навести вихідні дані. Рекомендований обсяг пояснювальної записки – 6-10 с.

Розроблений авторський оригінал крім належного змістового наповнення повинен забезпечувати високу наочність та приємність зорового сприйняття.

Вибір того чи іншого програмного продукту для створення авторської карти студент може здійснювати як самостійно, так з допомогою викладача. Найбільш використовуваними продуктами

для цього на даний час є ArcGIS, ArcMap, QGIS, Geonics, MapInfo, Digitals.

Лабораторна робота 9.

Анотований опис тематичної карти та атласу.

До тематичних карт прийнято відносити ті, на яких детально показано окремі природні чи суспільні явища на оптимальній географічній основі. Перелік подібних карт є досить великим і різноманітним (геологічні, геоморфологічні, ґрунтові, кліматичні, екологічні, охорони природи, політико-адміністративні, демографічні, економічні, історичні та ін.).

До географічних атласів відносять систематизовані зібрання географічних карт, які виконані за спільною програмою як єдині цілісні твори. В атласі карти мають мати логічне і взаємно узгоджене розміщення, продуману тематичну прив'язку, єдиний набір проєкцій та масштабів (при необхідності масштаби рекомендується вибирати у кратних співвідношеннях, що суттєво полегшує співставлення карт).

Завдання. Виконати анотований опис тематичної карти.

Для виконання поставленого завдання потрібно, передусім, уважно ознайомитися з даною картою. Тільки після цього можна приступати до письмової характеристики тематичної карти, у якій вказати: назву карти, де і коли вона видана, її автора чи авторів (якщо такий чи такі зазначені), згідно класифікаційних характеристик віднести її до певної групи (згідно носія картографічного зображення, предмету зображення, масштабу, змісту, охоплення території, призначення, способу виготовлення, способу використання, оформлення, напрямку і глибини картографування, охоплення явища), використану картографічну проєкцію із зазначенням крайніх меридіанів і паралелей, нанесені способи картографічного зображення, наявні карти-врізки, таблиці, графіки, ілюстрації тощо. Дати характеристику компонування. Вказати значення даної карти.

Завдання. Виконати анотований опис географічного атласу.

Завдання виконується за схожим алгоритмом. Насамперед потрібно уважно ознайомитися з даним географічним атласом. Після цього можна приступати до письмової характеристики географічного атласу, у якій вказати: повну назву атласу, розробника, місто, країну і рік видання, загальну кількість сторінок, структуру, згідно

класифікаційних характеристик віднести його до певної групи (згідно носія картографічного зображення, змісту, призначення, територіального охоплення, способу використання, оформлення), переважаючи масштаби і картографічні проєкції, використані способи зображення, наявні таблиці, графіки, ілюстрації та ін. Вказати значення даного атласу.

Лабораторна робота 10.

Науково-технічні прийоми аналізу картографічних зображень

При вмілому використанні карт можна отримувати за ними різноманітні якісні і кількісні характеристики, оціночні показники, вивчати структуру, взаємозв'язки, динаміку об'єктів, процесів та явищ, прогнозувати їх розміщення і розвиток та ін. При цьому методичні розробки використання карт здійснюються не тільки в рамках самої картографії, але й у тих галузях, де карти знаходять відповідне застосування.

Завдання. Визначити за даною картою характеристики концентрації та густоти.

Для кількісної оцінки однорідних об'єктів, які зображені на карті, використати два показники.

Перший показник Q характеризує концентрацію (кількість об'єктів n , яка знаходиться на одиниці площі P):

$$Q = \frac{n}{P} \quad (24)$$

Другий показник T відображає уже густоту об'єктів. Він являє собою відношення загальної площі $\sum p_i$, яка зайнята n об'єктами, до площі території P , для якої знаходиться густота, виражене у відсотках:

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{P} \cdot 100\% \quad (25)$$

Показники Q і T будуть співпадати для точкових об'єктів, тому що площі при цьому рівні одиниці. У інших випадках показники будуть різними.

Дана задача може використовуватися при визначенні ступеня заболоченості, лісистості, розораності території, густоти ярів, річкової мережі, залізних доріг, щільності населення та ін.

Завдання. Визначити за даною картою об'єм явища чи об'єкта.

Якщо якесь явище чи об'єкт зображені на карті за допомогою ізоліній, то їх загальний об'єм V можна визначити як суму об'ємів окремих шарів V_i , що знаходяться між площинами перерізу. У даному випадку:

$$V = V_1 + V_2 + \dots + V_n = \frac{p_1 + p_2}{2} h_1 + \frac{p_2 + p_3}{2} h_2 + \dots + \frac{p_{n-1} + p_n}{2} h_n + \frac{1}{3} p_n \Delta h, \quad (26)$$

де p_n і p_{n+1} – площі відповідно нижньої і верхньої площин, що обмежують заданий шар, h_n – висота шару, $\frac{1}{3} p_n \Delta h$ – об'єм вершини явища чи об'єкта, яка має перевищення Δh над найближчою площиною перерізу.

Якщо ж переріз ізоліній на карті буде постійний (рис. 6), то формула для обчислення об'ємів матиме дещо спрощений вигляд:

$$V = \frac{h}{2} (p_1 + 2p_2 + 2p_3 + \dots + 2p_{n-1} + p_n) + \frac{1}{3} p_n \Delta h. \quad (27)$$

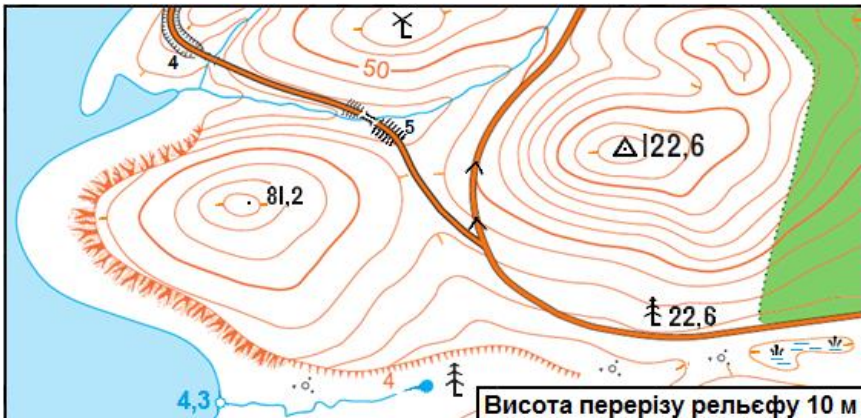


Рис. 6. Приклад зображення ізоліній.

Подібного роду задачі виникають при потребі визначення об'ємів земляних мас, гір, льодовиків, опадів, запасів води у сніговому покриві, обсягу знесеного і відкладеного матеріалу і т. п.

Завдання. Визначити за картою об'єм деревини у лісі.

Для розв'язання поставленого завдання потрібно знати: середню висоту дерев, товщину стовбура у нижній частині, середню відстань між деревами, загальну площу лісу. Такі дані можна отримати з топографічної карти (рис. 7).



Рис. 7. Приклад зображення лісового масиву на карті.

Кожне дерево можна умовно прийняти за конус, об'єм якого можна знайти як:

$$V = \frac{1}{3} \pi R^2 h \quad (28)$$

Перемноживши об'єм одного дерева на кількість дерев в 1 га і на загальну площу лісу, визначають необхідний результат. Він має бути виражений у м³.

Подібна задача є актуальною у лісовій справі.

Додаток

Картографічні таблиці (для еліпсоїда Красовського)

Таблиця 1

Радіуси кривизни першого вертикала N , меридіана M , середні
радіуси кривизни R , радіуси паралелей r

φ, кут. градус	N , м	M , м	$R = \sqrt{NM}$, м	$r = N \cos \varphi$, м	φ, кут. градус
0	6 378 245	6 335 553	6 356 863	6 378 245	0
1	6 378 252	6 335 572	6 356 876	6 377 280	1
2	6 378 271	6 335 630	6 356 915	6 374 385	2
3	6 378 304	6 335 727	6 356 980	6 369 562	3
4	6 378 349	6 335 862	6 357 070	6 362 812	4
	6 378 407	6 336 036	6 357 186	6 354 135	5
6	6 378 478	6 336 248	6 357 328	6 343 536	6
7	6 378 562	6 336 498	6 357 495	6 331 017	7
8	6 378 658	6 336 785	6 357 687	6 316 582	8
9	6 378 767	6 337 110	6 357 904	6 300 234	9
10	6 378 889	6 337 471	6 358 146	6 281 979	10
11	6 379 022	6 337 869	6 358 412	6 261 822	11
12	6 379 168	6 338 303	6 358 703	6 239 768	12
13	6 379 325	6 338 773	6 359 017	6 215 824	13
14	6 379 495	6 339 277	6 359 354	6 189 996	14
15	6 379 675	6 339 816	6 359 714	6 162 293	15
16	6 379 867	6 340 388	6 360 097	6 132 722	16
17	6 380 070	6 340 994	6 360 502	6 101 292	17
18	6 380 282	6 341 632	6 360 929	6 068 011	18
19	6 380 509	6 342 301	6 361 376	6 032 890	19
20	6 380 743	6 343 001	6 361 844	5 995 938	20
21	6 380 988	6 343 731	6 362 332	5 957 166	21
22	6 381 242	6 344 490	6 362 840	5 916 585	22
23	6 381 506	6 345 276	6 363 366	5 874 208	23
24	6 381 779	6 346 090	6 363 910	5 830 046	24
25	6 382 061	6 346 931	6 364 472	5 784 112	25
26	6 382 351	6 347 796	6 365 050	5 736 419	26
27	6 382 649	6 348 686	6 365 645	5 686 982	27
28	6 382 955	6 349 598	6 366 255	5 635 815	28
29	6 383 268	6 350 533	6 366 879	5 582 932	29
30	6 383 588	6 351 488	6 367 518	5 528 349	30
31	6 383 915	6 352 464	6 368 170	5 472 083	31
32	6 384 248	6 353 457	6 368 834	5 414 149	32

Продовження табл. 1

φ, кут. градус	N, м	M, м	$R = \sqrt{NM}$, м	$r = N \cos \varphi$, м	φ, кут. градус
33	6 384 586	6 354 468	6 369 510	5 354 565	33
34	6 384 930	6 355 495	6 370 196	5 293 347	34
35	6 385 279	6 356 537	6 370 892	5 230 514	35
36	6 385 633	6 357 593	6 371 597	5 166 085	36
37	6 385 990	6 358 661	6 372 311	5 100 079	37
38	6 386 351	6 359 740	6 373 032	5 032 514	38
39	6 386 716	6 360 829	6 373 759	4 963 410	39
40	6 387 083	6 361 926	6 374 492	4 892 790	40
41	6 387 452	6 363 030	6 375 230	4 820 671	41
42	6 387 824	6 364 140	6 375 971	4 747 078	42
43	6 388 197	6 365 254	6 376 715	4 672 031	43
44	6 388 571	6 366 372	6 377 462	4 595 553	44
45	6 388 945	6 367 491	6 378 209	4 517 666	45
46	6 389 319	6 368 611	6 378 957	4 438 394	46
47	6 389 693	6 369 729	6 379 703	4 357 760	47
48	6 390 066	6 370 845	6 380 449	4 275 789	48
49	6 390 438	6 371 957	6 381 191	4 192 505	49
50	6 390 808	6 373 065	6 381 930	4 107 933	50
51	6 391 176	6 374 165	6 382 665	4 022 098	51
52	6 391 542	6 375 258	6 383 395	3 935 026	52
53	6 391 904	6 376 342	6 384 118	3 846 744	53
54	6 392 262	6 377 415	6 384 834	3 757 278	54
55	6 392 617	6 378 476	6 385 543	3 666 654	55
56	6 392 967	6 379 525	6 386 242	3 574 902	56
57	6 393 312	6 380 559	6 386 932	3 482 047	57
58	6 393 652	6 381 577	6 387 612	3 388 120	58
59	6 393 987	6 382 578	6 388 280	3 293 147	59
60	6 394 315	6 383 561	6 388 936	3 197 158	60
61	6 394 637	6 384 525	6 389 579	3 100 182	61
62	6 394 952	6 385 468	6 390 208	3 002 248	62
63	6 395 259	6 386 389	6 390 823	2 903 387	63
64	6 395 559	6 387 288	6 391 422	2 803 629	64
65	6 395 851	6 388 163	6 392 006	2 703 003	65
66	6 396 135	6 389 012	6 392 572	2 601 542	66
67	6 396 410	6 389 836	6 393 122	2 499 276	67
68	6 396 675	6 390 632	6 393 653	2 396 237	68
69	6 396 932	6 391 400	6 394 165	2 292 455	69
70	6 397 178	6 392 139	6 394 658	2 187 964	70
71	6 397 415	6 392 848	6 395 131	2 082 794	71
72	6 397 641	6 393 527	6 395 584	1 976 980	72
73	6 397 865	6 394 173	6 396 014	1 870 552	73

Продовження табл. 1

φ, кут. градус	N, м	M, м	$R = \sqrt{NM}$, м	$r = N \cos \varphi$, м	φ, кут. градус
74	6 398 061	6 394 787	6 396 424	1 763 545	74
75	6 398 255	6 395 368	6 396 811	1 655 990	75
76	6 398 437	6 395 915	6 397 176	1 547 922	76
77	6 398 608	6 396 427	6 397 518	1 439 374	77
78	6 398 767	6 396 904	6 397 835	1 330 378	78
79	6 398 914	6 397 344	6 398 129	1 220 970	79
80	6 399 049	6 397 749	6 398 399	1 111 183	80
81	6 399 171	6 398 116	6 398 644	1 001 051	81
82	6 399 281	6 398 446	6 398 864	890 608	82
83	6 399 379	6 398 738	6 399 058	779 888	83
84	6 399 463	6 398 992	6 399 228	668 926	84
85	6 399 535	6 399 208	6 399 371	557 756	85
86	6 399 594	6 399 384	6 399 489	446 413	86
87	6 399 640	6 399 522	6 399 581	334 931	87
88	6 399 673	6 399 620	6 399 646	223 345	88
89	6 399 692	6 399 679	6 399 686	111 690	89
90	6 399 699	6 399 699	6 399 699	0	90

Таблиця 2

Довжини дуг

φ, кут. градус	S, м	Довжина дуги в 1 ⁰ , м		N ctg φ, м	φ, кут. градус
		меридіана по широті	паралелі по довготі		
0	0		111 321		0
1	110 576	110 576	111 305	365 409 784	1
2	221 153	110 577	111 254	182 649 784	2
3	331 732	110 579	111 170	121 705 280	3
4	442 312	110 580	111 052	91 214 638	4
5	552 895	110 583	110 901	72 905 527	5
6	663 482	110 587	110 716	60 687 167	6
7	774 072	110 590	110 497	51 949 219	7
8	884 668	110 596	110 245	45 386 514	8
9	995 268	110 600	109 960	40 273 953	9
10	1 05 875	110 607	109 641	36 176 476	10
11	1 216 488	110 613	109 289	32 817 225	11
12	1 327 108	110 620	108 904	30 011 626	12
13	1 437 737	110 629	108 487	27 631 894	13
14	1 548 373	110 636	108 036	25 586 756	14
15	1 659 019	110 646	107 552	23 809 273	15

Продовження табл. 2

φ, кут. градус	S, м	Довжина дуги в 1 ⁰ , м		N ctg φ, м	φ, кут. градус
		меридіана по широті	паралелі по довготі		
16	1 769 675	110 656	107 036	22 249 242	16
17	1 880 341	110 666	106 488	20 868 270	17
18	1 991 017	110 676	105 907	19 636 496	18
19	2 101 706	110 689	105 294	18 530 343	19
20	2 212 406	110 700	104 649	17 530 949	20
21	2 323 118	110 712	103 972	16 623 043	21
22	2 433 844	110 726	103 264	15 794 130	22
23	2 544 583	110 739	102 524	15 033 887	23
24	2 655 336	110 753	101 753	14 333 711	24
25	2 766 103	110 767	100 952	13 686 374	25
26	2 876 886	110 783	100 119	13 085 759	26
27	2 987 683	110 797	99 257	12 526 654	27
28	3 098 497	110814	98 364	12 004 592	28
29	3 209 326	110 829	97 441	11 515 721	29
30	3 320 172	110 846	96 488	11 056 699	30
31	3 431 035	110 863	95 506	10 624 619	31
32	3 541 915	110 880	94 495	10 216 932	32
33	3 652 813	110 898	93 455	9 831 401	33
34	3 763 728	110 915	92 386	9 466 048	34
35	3 874 662	110 934	91 290	9 119 124	35
36	3 985 613	110 951	90 165	8 789 069	36
37	4 096 584	110 971	89 013	8 474 495	37
38	4 207 573	110 989	87 834	8 174 157	38
39	4 318 580	111 007	86 628	7 886 937	39
40	4 429 607	111 027	85 395	7 611 829	40
41	4 540 654	111 047	84 137	7 347 924	41
42	4 651 719	111 065	82 852	7 094 397	42
43	4 762 804	111 085	81 542	6 850 502	43
44	4 873 908	111 104	80 208	6 615 559	44
45	4 985 032	111 124	78 848	6 388 946	45
46	5 096 176	111 144	77 465	6 170 094	46
47	5 207 339	111 163	76 057	5 958 485	47
48	5 318 521	111 182	74 627	5 753 642	48
49	5 429 723	111 202	73 173	5 555 123	49
50	5 540 944	111221	71 697	5 362 525	50
51	5 652 185	111241	70 199	5 175 473	51
52	5 763 445	111 260	68 679	4 993 620	52
53	5 874 723	111 278	67 138	4 816 645	53
54	5 986 021	111 298	65 577	4 644 250	54
55	6 097 337	111 316	63 995	4 476 159	55

Продовження табл. 2

φ, кут. градус	S, м	Довжина дуги в 1 ⁰ , м		N ctg φ, м	φ, кут. градус
		меридіана по широті	паралелі по довготі		
56	6 208 672	111 335	62 394	4312 111	56
57	6 320 025	111 353	60 773	4 151 866	57
58	6 431 395	111 370	59 134	3 995 197	58
59	6 542 783	111 388	57 476	3 841 895	59
60	6 654 189	111 406	55 801	3 691 759	60
61	6 765 612	111 423	54 108	3 544 605	61
62	6 877 051	111 439	52 399	3 400 256	62
63	6 988 506	111 455	50 674	3 258 547	63
64	7 099 978	111 472	48 933	3 119 323	64
65	7 211 465	111 487	47 176	2 982 434	65
66	7 322 967	111 502	45 405	2 847 743	66
67	7 434 483	111 516	43 621	2 715 115	67
68	7 546 014	111 531	41 822	2 584 425	68
69	7 657 558	111 544	40 011	2 455 552	69
70	7 769 116	111 558	38 187	2 328 382	70
71	7 880 686	111 570	36 352	2 202 806	71
72	7 992 268	111 582	34 505	2 078 720	72
73	8 103 862	111 594	32 647	1 956 021	73
74	8 215 467	111 605	30 780	1 834 615	74
75	8 327 082	111 615	28 902	1 714 407	75
76	8 438 707	111 625	27 016	1 595 310	76
77	8 550 341	111 634	25 122	1 477 235	77
78	8 661 984	111 643	23 219	1 360 100	78
79	8 773 635	111 651	21 310	1 243 823	79
80	3 885 293	111 658	19 394	1 128 325	80
81	8 996 958	111 665	17 472	1 013 529	81
82	9 108 629	111 671	15 544	899 360	82
83	9 220 306	111 677	13 612	785 745	83
84	9 331 987	111 681	11 675	672 611	84
85	9 443 673	111 686	9 735	559 887	85
86	9 555 362	111 689	7 791	447 503	86
87	9 667 053	111 691	5 846	335 391	87
88	9 778 747	111 694	3 898	223 481	88
89	9 890 442	111 695	1 949	111 707	89
90	10 002 137	111 695	0	0	90

Таблиця 3

Вихідні дані до лабораторної роботи 4

Передостання цифра	Остання цифра										Прийняті параметри		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
	значення φ_0 у градусах												
0	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	$\mu_0 = 1: 2000000$ $\Delta\varphi = \Delta\lambda = 1^\circ$	$\varphi_{\text{нн, нд}} = \varphi_0 \pm 2\Delta\varphi$ $\lambda_0 = 10^\circ K$ $\lambda_{3,c} = \lambda_0 \pm 2\Delta\lambda$ K - кількість букв у прізвищі студента	
1	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58			
2	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78			
3	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	$\mu_0 = 1: 5000000$ $\Delta\varphi = \Delta\lambda = 2^\circ$		
4	40	42	44	46	48	50	52	54	56	68			
5	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78			
6	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	$\mu_0 = 1: 10000000$ $\Delta\varphi = \Delta\lambda = 5^\circ$		
7	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65			$\mu_0 = 1: 25000000$ $\Delta\varphi = \Delta\lambda = 10^\circ$
8	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29			
9	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	$\mu_0 = 1: 1000000$ $\Delta\varphi = \Delta\lambda = 30'$		