

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра геодезії та картографії

05-04-112М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт
з навчальної дисципліни «Картографія»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою
«Конструктивна географія, управління водними та мінеральними
ресурсами» спеціальності 106 «Географія»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-методичною
радою з якості ННІВГП
Протокол № 5 від 21.12.2021

Рівне – 2021

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Картографія» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Конструктивна географія, управління водними та мінеральними ресурсами» спеціальності 106 «Географія» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Остапчук С. М. – Рівне : НУВГП, 2021. – 37 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) освітньо-професійної програми «Конструктивна географія, управління водними та мінеральними ресурсами» спеціальності 106 «Географія»: Романів О. Я., кандидатка географічних наук, доцентка, завідувачка кафедри геології та гідрології.

© Остапчук С. М., 2021
© Національний університет
водного господарства та
природокористування, 2021

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	8
Лабораторна робота №4. Обчислення картографічних проєкцій	12
Лабораторна робота №5. Побудова картографічних проєкцій	17
Лабораторна робота №6. Картографічна генералізація	21
Лабораторна робота №7. Способи картографічного зображення	22
Лабораторна робота №8. Анотований опис тематичної карти і географічного атласу	23
Лабораторна робота №9. Створення ескізу тематичної карти ..	24
Лабораторна робота №10. Укладання авторського оригіналу тематичної карти	25
Лабораторна робота №11. Науково-технічні прийоми аналізу картографічних зображень	28
Рекомендована література	31
Додаток	32

Вступ

«Картографія» є однією із нормативних професійно-орієнтованих дисциплін за освітньо-професійною програмою «Конструктивна географія, управління водними та мінеральними ресурсами». Картографією вважають науку про відображення й дослідження просторового розміщення і взаємозв'язків природних та суспільних явищ, а також їх змін у часі через образно-знакові моделі (картографічні зображення), які відтворюють ті чи інші сторони дійсності. Кращої форми передачі інформації задля вивчення і освоєння території до цього часу не існує.

Картографія ставить за мету всебічне вивчення сутності географічних карт, розробку методів і процесів їх створення та використання. Тому вона забезпечує майбутніх фахівців географічної галузі необхідними знаннями теоретичних основ та практичних навичок з питань укладання та використання картографічних матеріалів для вирішення завдань професійної діяльності.

Виконання лабораторних робіт з дисципліни «Картографія» передбачено діючим навчальним планом та силабусом навчальної дисципліни з метою закріплення відповідних теоретичних знань та отримання і удосконалення необхідних практичних навичок.

Крім методичних вказівок для виконання лабораторних робіт потрібно використовувати конспект лекцій, рекомендовану навчальну і нормативну літературу, різноманітні картографічні матеріали, електронні ресурси, калькулятори та ін. Лабораторні роботи є складовою частиною курсу навчальної дисципліни і повинні бути виконані та захищені у передбачені терміни.

Лабораторна робота №1

Обчислення довжин дуг меридіанів і паралелей

У картографічній практиці для розв'язування ряду задач з математичної картографії приходиться обчислювати довжини дуг меридіанів і паралелей земного еліпсоїда (рис. 1).

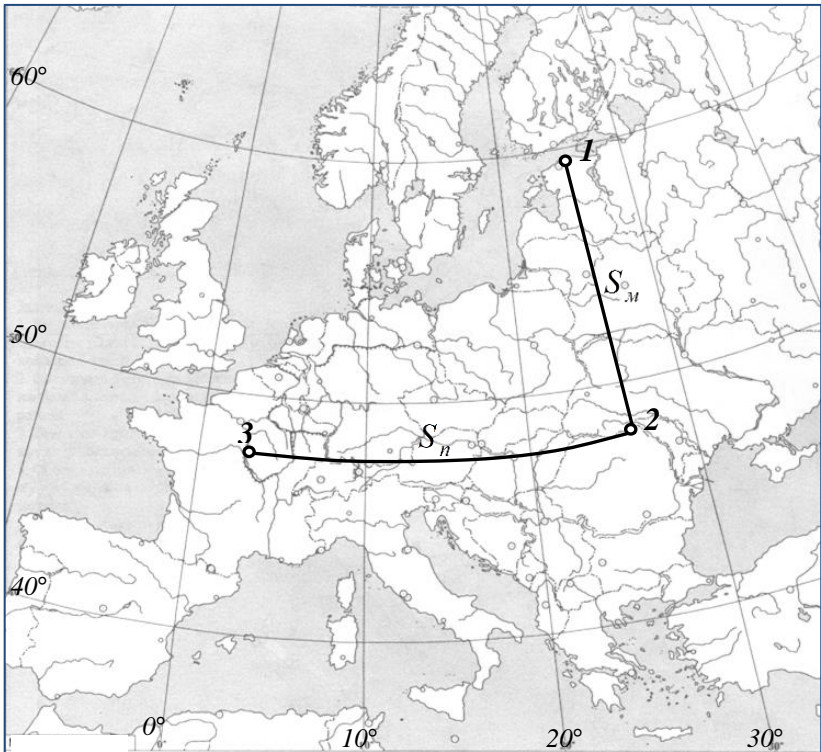


Рис. 1. Приклад розміщення кінцевих точок меридіана і паралелі на карті

Для знаходження довжин дуг меридіанів і паралелей складені спеціальні картографічні таблиці.

Довжину дуги меридіана S_m між двома точками 1 і 2 знаходять як:

$$S_m = M_{\text{сеп}} \cdot \Delta\varphi, \quad (1)$$

де $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$, $M_{\text{сеп}}$ – радіус кривизни меридіана в точці із середньою широтою $\varphi_{\text{сеп}} = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$.

Робоча формула для обчислення довжини дуги меридіана у лінійній мірі буде мати вигляд:

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

Радіус кривизни меридіанного перерізу $M_{\text{сеп}}$ визначається із картографічних таблиць для $\varphi_{\text{сеп}}$ (див. додаток, табл. 1).

Значення ρ приймають:

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

Довжина дуги паралелі S_n , яка має широту φ і різницю довгот $\Delta\lambda$ кінцевих точок 2 і 3, обчислюється за формулою:

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

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

Робоча формула для обчислення довжини дуги паралелі у лінійній мірі буде мати вигляд:

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

де r – радіус паралелі, який визначається із спеціальних картографічних таблиць за аргументом широти φ (див. додаток, табл. 1).

Завдання 1. Визначити за заданими на дрібномасштабній карті точками довжину дуги меридіана. Обчислення виконати з точністю до 1 м. Контроль отриманого результату виконати, користуючись наведеною у додатку табл. 2. Навести копію фрагменту карти з нанесеними точками.

Приклад.

Потрібно визначити за дрібномасштабною картою (рис. 1) довжину дуги меридіана між точками 1 та 2.

Для обчислень використовуємо формулу (2). Завдання виконуємо в наступній послідовності:

1. Визначаємо географічні координати точок:

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

2. Обчислюємо середнє значення широт заданих точок:

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

3. Знаходимо радіус кривизни меридіана $M_{\text{сер}}$ в точці з середньою широтою $\varphi_{\text{сер}}$ за табл. 1:

$$M_{\text{сер}} = \frac{|6376342 - 6377415|}{60'} \cdot 50' + 6376342 = 6376360_m$$

4. Обчислюємо різницю широт

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

5. Підставивши ці значення в формулу (2), отримаємо:

$$S_m = \frac{M_{\text{сер}} \cdot |\varphi_1 - \varphi_2|}{\rho} = \frac{6376360 \cdot 11,66666^\circ}{57,29578^\circ} = 1298365_m$$

6. Проводимо контроль обчислень S_m за табл. 2 додатку.

Отримане значення довжини дуги ($11^\circ 40'$) для $\varphi_{\text{сер}} = 53^\circ 50'$ підтверджує отриманий результат.

Завдання 2. Визначити за заданими на дрібномасштабній карті точками довжину дуги паралелі. Обчислення виконати з точністю до 1 м. Контроль отриманого результату здійснити, користуючись наведеною у додатку табл. 2. Навести копію фрагменту карти з нанесеними точками.

Приклад.

Потрібно визначити за дрібномасштабною картою (рис. 1) довжину дуги паралелі між точками 2 та 3.

Для обчислень використовуємо формулу (4). Завдання виконуємо в наступній послідовності:

1. Визначаємо географічні координати точок

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

2. Обчислюємо різницю довгот

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

3. Визначаємо радіус паралелі r для широти $\varphi_{сер} = 47^\circ 50'$ (див. додаток, табл. 1)

$$r = 4357760 - \frac{|4357760 - 4275789|}{60'} \cdot 50' = 428945 \text{ м}$$

4. Підставивши ці значення в формулу (4), отримаємо

$$S_n = \frac{r|\lambda_2 - \lambda_3|}{\rho} = \frac{4344098 \cdot 23,33333^\circ}{57,29578^\circ} = 174685 \text{ м}$$

5. Проводимо контроль обчислень S_n за табл. 2 додатку. Отримане значення довжини дуги ($23^\circ 20'$) для $\varphi_{сер} = 47^\circ 50'$ підтверджує отриманий результат.

Лабораторна робота №2 Ознайомлення, вивчення та опис старого картографічного документа

Завдання. Отримати у викладача назву старої карти чи атласу, ознайомитися із таким документом (пошук його здійснити у мережі Інтернет або отримати у паперовому вигляді у викладача), уважно його вивчити та дати у довільній формі письмову характеристику.

Обов'язково вказати рік створення, автора, територію картографування, розміри, масштаб, наявність координатної сітки, компонування, показаний зміст, умовні позначення, основні кольори, характерні особливості. Відмітити значення даної карти (атласу) на вказаний історичний період часу. Порівняти з сучасними картографічними матеріалами подібної тематики.

Лабораторна робота №3 Еліпс спотворень

Неможливість розгортання кулеподібної поверхні Землі на площині призводить до виникнення спотворень, які можуть бути

відмінними за характером, величиною та їх розподілом у різних частинах карти.

Для характеристики спотворень можуть використовуватися еліпси спотворень. Під еліпсом спотворень розуміють нескінченно малий еліпс на карті, який є зображенням нескінченно малого кола на поверхні еліпсоїда. Він характеризує величину часткового масштабу у даній точці за різними напрямками.

Елементами еліпса спотворень вважають півосі a і b , які визначають розміри еліпса, і кут β_1 , який встановлює його орієнтування (рис. 2).

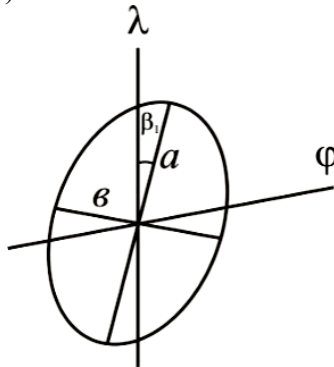


Рис. 2. Елементи еліпса спотворень

Ці елементи можна визначити за формулами:

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

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

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

Масштаби за меридіанами m і паралелями n можна знайти, вимірявши відповідні дуги меридіана та паралелі на карті і взявши відповідні їм довжини дуг меридіана та паралелі на поверхні земного еліпсоїда із картографічних таблиць. У даному випадку:

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

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

де $dS_{мк}$ – довжина дуги меридіана в одному градусі за картою, $dS_{мт}$ – довжина дуги меридіана в одному градусі за таблицями (див. додаток, табл. 2), $dS_{нк}$ – довжина дуги паралелі в одному градусі за картою, $dS_{нт}$ – довжина дуги паралелі в одному градусі за таблицями (див. додаток, табл. 2).

Кут θ на карті вимірюють геодезичним транспортиром з точністю $15'$. Для цього проводять у даній точці, де вимірюється кут, дотичні до меридіана і паралелі.

Завдання. У заданій точці карти виконати розрахунки та побудувати еліпс спотворень. За одиницю побудови прийняти 1 см.

Графічну побудову еліпса спотворень виконати на копії фрагменту карти з належною точністю (відкладання кута β_1 – до $15'$, відкладання півосей a і b – до 0,01 см).

Приклад.

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

Послідовність

1. Визначаємо географічні координати точки:

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

2. Проводимо дотичні до меридіана та паралелі в даній точці та вимірюємо геодезичним транспортиром кут θ :

$$\theta = 89^\circ 45'$$

3. Визначаємо $dS_{мк}$ – довжину дуги меридіана в одному градусі за картою та $dS_{нк}$ – довжину дуги паралелі в одному градусі за картою (масштаб карти 1:20 000 000):

$$dS_{мк} = 110000 \text{ м}$$

$$dS_{нк} = 80000 \text{ м}$$

4. Визначаємо $dS_{мт}$ – довжину дуги меридіана в одному градусі за таблицями та $dS_{нт}$ – довжину дуги паралелі в одному градусі за таблицями (див. додаток, табл. 2) за значенням широти заданої точки:

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

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

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

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

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

6. Розв'язуємо систему рівнянь для визначення півосей еліпса спотворень за формулами (5), (6) та визначаємо кут нахилу еліпса β_1 за формулою (7):

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

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

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

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

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

7. На основі отриманих даних будемо еліпс спотворень у даній точці (рис. 3)

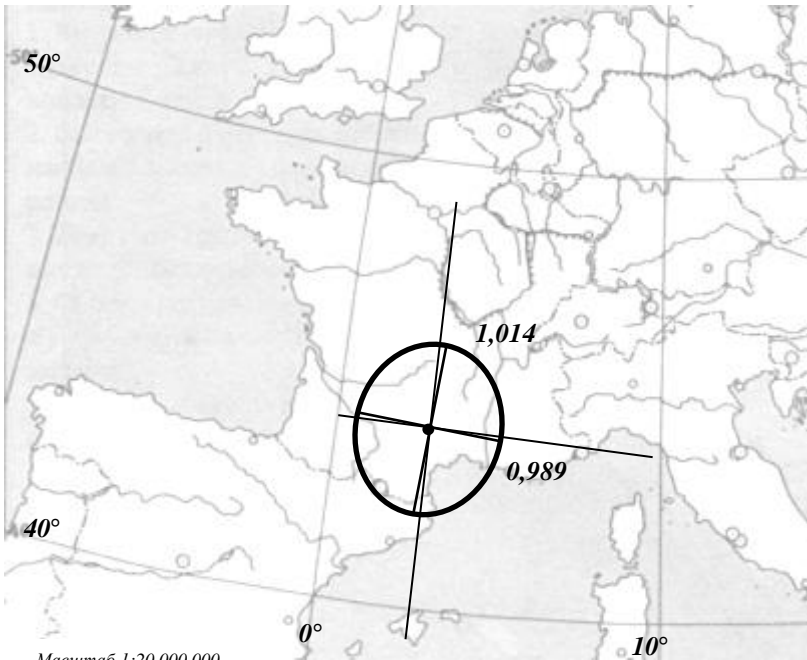


Рис. 3. Приклад побудови еліпса спотворень

Лабораторна робота №4 Обчислення картографічних проєкцій

Під картографічною проєкцією розуміють математично визначений спосіб зображення поверхні еліпсоїда (або кулі) на площині, який встановлює аналітичну залежність між географічними (чи іншими) координатами точок еліпсоїда (кулі) і прямокутними (чи іншими) координатами цих же точок на площині. Ця залежність може бути виражена двома рівняннями виду:

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

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

Кількість функціональних залежностей, а отже, і проєкцій, необмежена.

В практиці сучасної картографії сітки отримують не шляхом геометричних побудов, а розрахунковим, аналітичним шляхом.

Обчислення проєкцій проводять з метою визначення прямокутних координат x та y точок перетину меридіанів і паралелей, а також обчислення спотворень, які характеризують проєкції: масштабів довжин, масштабів площ і максимального спотворення кутів.

Для обчислення проєкції необхідно знати головний масштаб карти, її компонування, частоту картографічної сітки, широти і довготи крайніх паралелей і меридіанів, довготу середнього меридіана, широти головних паралелей і т.п.

Кінцевим результатом обчислення проєкцій є:

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

Завдання. Виконати обчислення нормальної рівнокутної кінчної проєкції для карти у головному масштабі μ_0 . 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.

Для виконання обчислень вихідні дані знаходять за двома останніми цифрами номера залікової книжки і кількістю букв у прізвищі студента (див. додаток, табл. 3).

Формули для обчислення нормальної рівнокутної кінчної проєкції (у даному випадку з однією головною паралеллю) наведено нижче:

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

де α - параметр проєкції (постійна величина).

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

де C - параметр проєкції (постійна величина); $\rho_{екв}$ - 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 ($e^2=0,0066934$);

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

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

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

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 відрахунку прямокутних координат на проекції (значення q рекомендується вибрати згідно $\rho \cos \delta$, округлюючи їх максимальну 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.

Розрахунки зручно проводити у табличній формі за визначеним алгоритмом, що сприяє полегшенню і виконанню роботи у певній послідовності.

Приклад обчислень.

Вихідні дані:

$\mu_0 = 1 : 5000000$	$\Delta \varphi = \Delta \lambda = 2^\circ$	$\varphi_0 = 54^\circ$
$\varphi_{\text{нн}, \text{н0}} = \varphi_0 \pm 2\Delta \varphi$	$\lambda_{\text{з}, \text{с}} = \lambda_0 \pm 2\Delta \lambda$	$\lambda_0 = 90^\circ$

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
$lg N_0$	6,8056545
$lg v_0$	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
$\lambda_1 - \lambda_{\text{сеп.}}$	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	
$lg N$	6,8055558	6,8056056	6,8056546	6,8057025	6,8057490	
$lg v$	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 обчислень необхідно слідкувати за точністю, зайва і недостатня точність в однаковій мірі недопустимі.

Значення логарифмів і тригонометричних величин знаходять з точністю до шостого-сьомого знака після коми. Обчислюючи параметр C , виражений у см, потрібно зберігати чотири знаки після коми. Плоскі полярні координати δ і ρ обчислюють з точністю до чотирьох знаків після коми. Прямокутні координати x і y обчислюють з точністю до 0,001 см. Часткові масштаби по меридіанах m , паралелях n і масштаби площ p обчислюють до трьох-чотирьох знаків після коми.

Лабораторна робота №5 Побудова картографічних проєкцій

Після виконаних розрахунків у попередній лабораторній роботі можна приступати до виконання наступного завдання.

Завдання. Побудувати графіки масштабів довжин і площ (у довільному масштабі) і картографічну сітку проєкції (у заданому масштабі).

Графіки масштабів довжин по меридіанах і паралелях та масштабів площ будують у зошиті, при цьому по горизонтальній осі відкладають значення широт, а по вертикальній – значення масштабів довжин і площ. Картографічну сітку проєкції за допомогою поперечного масштабу будують на прозорій кальці чи білому креслярському папері (рекомендовано формат А-4). Меридіани і паралелі підписують відповідними числовими

значеннями. Товщина ліній картографічної сітки має становити 0,2 мм.

Приклад.

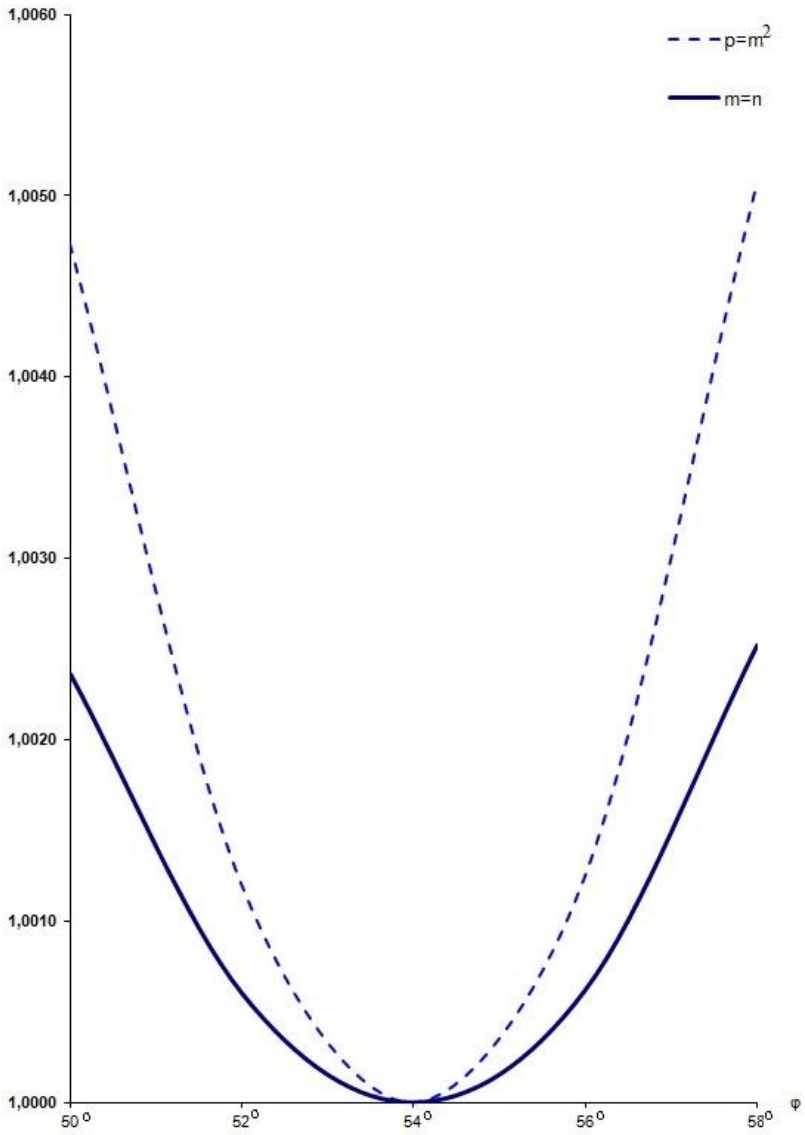
На основі обчислень, проведених в лабораторній роботі № 4, побудуємо графіки масштабів довжин і площ (у довільному масштабі) і картографічну сітку проекції (у заданому масштабі).

1. Графіки масштабів довжин і площ будуємо за значеннями, наведеними в таблиці:

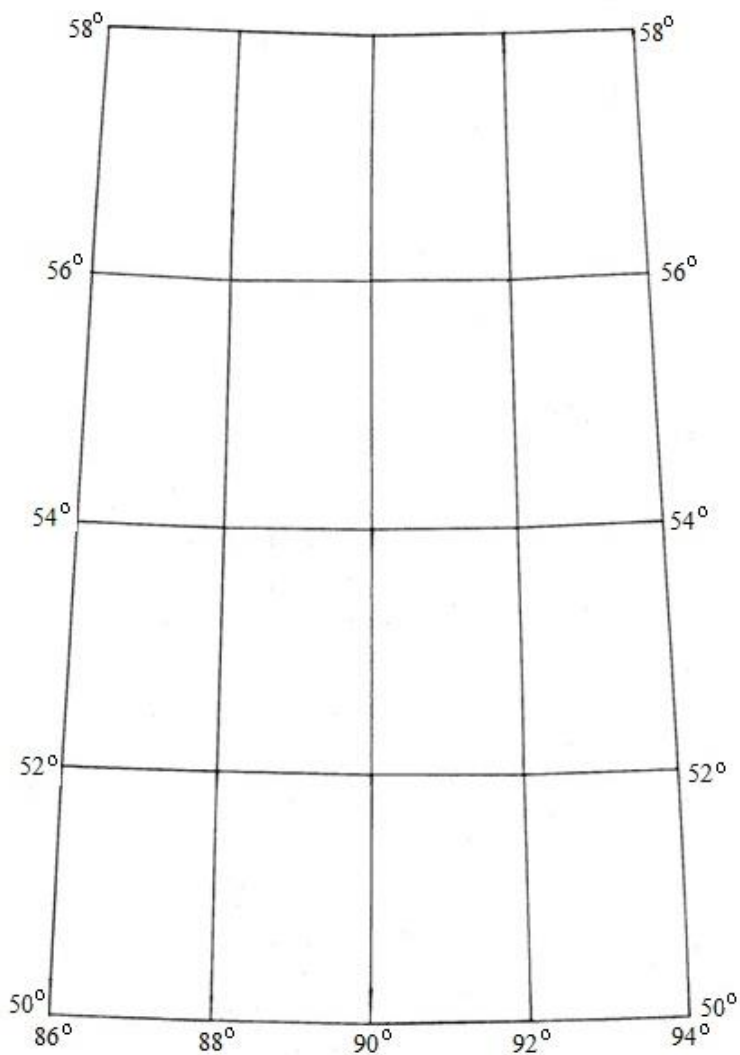
Позначення	Обчислені значення для широт φ				
	50°	52°	54°	56°	58°
$m=n$	1,0024	1,0006	1,0000	1,0006	1,0025
$p=m^2$	1,0047	1,0012	1,0000	1,0012	1,0051

2. Картографічну сітку проекції будуємо за прямокутними координатами точок перетину меридіанів та паралелей (див. лабораторну роботу № 4). За початок відліку приймаємо умовну вісь, після побудови картографічної проекції її можна витерти.

1. Графік масштабів довжин $m = n$ і площ ρ



2. Нормальна рівнокутна конічна проекція



початок відліку

Лабораторна робота №6

Картографічна генералізація

Під картографічною генералізацією розуміють процес відбору та узагальнення елементів картографічного зображення з метою показу основних рис і характерних особливостей об'єктів та явищ. Суть генералізації полягає в усуненні надмірної інформації, непотрібної і малозначимої під час розв'язання певних завдань. Продумане вилучення деталей і подробиць полегшує сприйняття основних і найсуттєвіших характеристик картографованих об'єктів та явищ.

Факторами генералізації є призначення, масштаб, тематика карти, особливості і ступінь вивчення об'єкта картографування, способи графічного оформлення карти.

Завдання 1. Проаналізувати генералізацію елементів змісту двох топографічних карт однієї території залежно від зміни масштабу.

Для виконання завдання необхідно прослідкувати і описати проведення генералізації частини аркуша топографічної карти дрібнішого масштабу стосовно аркуша топографічної карти крупнішого масштабу однієї території.

Важливо враховувати, що для отримання правильних висновків про особливості генералізації в залежності від зміни масштабу картографування необхідно порівнювати карти однотипні за призначенням та змістом. У загальному випадку характеристика особливостей генералізації включає повноту нанесення об'єктів по відношенню до їх фактичної наявності на вихідному картографічному матеріалі, детальність якісної та кількісної характеристик явищ та об'єктів, ступінь узагальнення відображених контурів.

Аналіз прояву генералізації виконати за окремими елементами змісту (рельєф, гідрографія, рослинність, населені пункти, шляхи сполучень, окремі об'єкти). Навести конкретні приклади. Для виконання завдання пропонується використати навчальні топографічні карти масштабів 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000.

Завдання 2. Проаналізувати генералізацію змісту карт залежно від зміни призначення. (При відсутності таких карт аналіз проведення генералізації виконати залежно від зміни тематики).

Залежно від призначення карт генералізація змісту виражається у наступних напрямках:

- зміна класифікаційних характеристик шляхом зменшення якісних та кількісних відмінностей за рахунок зміни градаційного поділу явищ (наприклад, зменшення шкали населених пунктів залежно від кількості мешканців) або за рахунок зміни основи класифікації (наприклад, населені пункти поділяються не за кількістю мешканців, а згідно адміністративного поділу);
- зміна кількості об'єктів, які показані на карті за рахунок зміни загального навантаження всіма елементами і виключення окремих елементів змісту;
- зміна зображення елементів змісту за рахунок зміни детальності показу контурів або за рахунок зміни виду і розмірів умовних позначень елементів змісту.

Аналіз прояву генералізації виконати за окремими елементами змісту двох карт різного призначення, але однієї тематики і масштабу. Особливу увагу при цьому звернути на легенди обох карт.

При виконанні завдання стосовно зміни тематики двох карт (одного призначення і масштабу) враховувати, що тематика безпосередньо вказує головні, найбільш суттєві елементи змісту карти. Залежно від тематики ступінь відбору і узагальнення географічних об'єктів різна: одні показуються детально, інші – схематично, або взагалі опускаються.

Лабораторна робота №7

Способи картографічного зображення

Розглядаючи географічні карти, особливо тематичного характеру, можна здивуватись різноманітним прийомам, які застосовуються для зображення їх змісту, багатством цього змісту, складністю поєднання різних способів. У дійсності набір засобів, які застосовуються для зображення спеціального змісту карт, не такий уже й великий. Можна установити певну кількість способів, варіюючи які і можна добитись такої різноманітності карт, а саме – значків, лінійних знаків, ізоліній, якісного фону, кількісного фону, ареалів, точковий, локалізованих діаграм, знаків руху, картодіаграм, картограм.

Завдання. Визначити на карті використані способи зображення. На креслярському папері формату А4 у вигляді конкретних

прикладів скласти схему використаних способів картографічного зображення.

Для визначення способів картографічного зображення недостатньо лише розглянути умовне позначення, а слід уважно познайомитися з легендою карти і всім її змістом. При цьому можна впевнитись, що деякі способи між собою зовні досить схожі, але є різними за суттю (наприклад, способи значків і картодіаграм, кількісного фону, якісного фону і картограм, значків і ареалів, ізолій і лінійних знаків та ін.). При графічному показі постаратися їх відобразити максимально достовірно до картографічного оригіналу (колір, розмір, шрифт тощо).

Лабораторна робота №8

Анотований опис тематичної карти і географічного атласу

До тематичних відносяться карти, які детально описують окремі природні чи суспільні явища на фоні географічної основи. Перелік тематичних карт досить великий і різноманітний (геологічні, ґрунтові, гідрологічні, ботанічні, екологічні, населення, економічні, історичні, політичні та ін.). До елементів тематичної карти належать: математична основа, картографічне зображення, легенда, допоміжне оснащення і додаткові дані.

Під географічним атласом розуміють систематизоване зібрання географічних карт, виконаних за спільною програмою, як єдиний цілісний твір. В атласі карти тематично ув'язані між собою, вони взаємно узгоджені і доповнюють одна одну. Атлас характеризується єдиним набором проєкцій і масштабів, які, як правило, знаходяться в кратних співвідношеннях, що полегшує співставлення карт.

Завдання. Виконати у письмовому вигляді анотований опис тематичної карти.

Для виконання завдання потрібно, насамперед, уважно ознайомитися з даною картою. Після цього приступити до характеристики тематичної карти, у якій вказати: де і коли видана дана карта, її автор (якщо такий зазначений), згідно класифікаційних ознак віднести її до певної групи (за змістом, масштабом, призначенням, способом використання, напрямком і глибиною картографування, охопленням явища, територіальним охопленням), використану картографічну проєкцію, нанесені способи

картографічного зображення, наявність таблиць, ілюстрацій тощо. Вказати значення даної карти.

Завдання. Виконати у письмовому вигляді анотований опис географічного атласу.

Завдання виконується за схожим порядком. Спочатку потрібно уважно ознайомитися з географічним атласом. Після цього приступити до характеристики географічного атласу, у якій вказати: розробника, місто і рік видання, кількість сторінок, структуру, згідно класифікаційних ознак віднести його до певної групи (за змістом, призначенням, територіальним охопленням, розміром), переважаючі масштаби і картографічні проєкції, основні способи картографічного зображення, наявність таблиць, графіків, ілюстрацій тощо. Вказати значення даного атласу.

Лабораторна робота №9 **Створення ескізу тематичної карти**

Під укладанням карти розуміють розуміють комплекс робіт по підготовці і виготовленню самої карти. При цьому розрізняють кілька видів авторських документів.

Авторський ескіз – первинне наближення, що відбиває загальну ідею карти і легенди, виконане схематично без дотримання деяких картографічних правил з відхиленням від прийнятих умовних знаків.

Авторський макет – карта, виконана на географічній основі, з точно поданим змістом, але укладена не в повній відповідності до технічних вимог стосовно графічного зображення.

Авторський оригінал – карта, виконана у точній відповідності до легенди, з необхідною точністю, повнотою, детальністю і високою графічною якістю.

Завдання. Виконати розробку ескізу майбутньої авторської тематичної карти.

Це можна здійснити графічно на папері або показати на комп'ютері. При виконанні таких робіт слід керуватися головними принципами картографування. Особливу увагу звернути на збір та підготовку вихідних даних до виду, який полегшує їх подальше використання. Оскільки показати отримані вихідні дані на карті у повному обсязі не завжди можливо і доцільно, то потрібно їх уважно вивчити і визначитись, які слід взяти до уваги повністю, які

можна об'єднати, а які – й опустити. Тобто провести генералізацію (відбір і узагальнення) вихідних статистичних даних, що дозволить показати їх найбільш характерні особливості. Обов'язковою умовою виконання генералізації є розробка таблиці умовних позначень, яку потрібно добре продумати і в ході подальшої роботи, можливо, й відкоригувати. Представити структуру майбутньої тематичної карти.

Конкретна тема карти і необхідні вихідні дані видаються кожному студенту індивідуально. Дозволяється студентові запропонувати і свої дані, взяті з мережі Інтернет, статистичних довідників, періодичних видань тощо. Важливо використовувати джерела, які відображають сучасний стан картографованих об'єктів та явищ і відповідають вимогам, які до них висуваються.

Лабораторна робота №10

Укладання авторського оригіналу карти

Дана лабораторна робота є логічним продовженням попередньої, тому цілком зрозуміло, що без належної розробки ескізу тематичної карти виконати укладання авторського оригіналу не видається можливим.

Для повноцінної розробки свого авторського оригіналу рекомендується, передусім, поглиблено вивчити отриману тематику, ознайомитися і проаналізувати відомі карти такої ж або подібної назви. Для цього користуються навчальною і науковою літературою, мережею Інтернет. Такий підхід дозволяє узагальнити наявний матеріал для більш повноцінної розробки свого авторського оригіналу.

Завдання. Виконати укладання авторського оригіналу тематичної карти.

Авторський оригінал має містити географічної основу, яку використовують для нанесення тематичного змісту. Вибір загально-географічних елементів тематичної карти визначається, передусім, її тематикою і географічними особливостями зображеної території. Доцільний вибір і підготовка загально-географічних елементів є непростю справою, тому що, поряд із важливим значенням, вони не повинні перевантажувати основний зміст карти. Тобто, у даному випадку потрібний розумний компроміс.

На тематичних картах звично використовується відразу декілька способів картографування. При їх виборі враховують призначення карти, особливості зображуваних явищ, якість вихідних джерел, традиційність застосування. Поряд з цим слід враховувати і графічні можливості їх сумісного використання.

Головні елементи тематичного змісту передаються яскраво і виразно, а другорядні об'єкти чи деталі – мов би відсуваються на другий план дрібнішими умовними позначеннями і шрифтами, світлішими кольорами.

Слід зазначити, що тематичні карти мають широке поширення, але, на відміну від топографічних, геологічних чи карт ґрунтів, не мають загальних стандартів для їх створення, тобто розробка умовних позначень та вибір засобів зображення залежить від автора карти. За одними вихідними даними можна запропонувати декілька авторських рішень.

При компонуванні карти вільні місця використовують для розміщення назви, масштабу, легенди, карт-врізок, таблиць, діаграм, тематичних світлин тощо.

Оформлення карти повинно забезпечувати гарну наочність, приємність зорового сприйняття, високу якість кольорів та шрифтів. Завжди потрібно пам'ятати, що карта – це не тільки графічно-кольорове вираження певної тематичної закономірності, але й твір мистецтва, бо вона покликана не тільки символізувати відповідні сторони процесу чи явища, але й приваблювати увагу, націлювати на головне, розкривати причинно-наслідкові зв'язки.

Авторський оригінал карти бажано розробити із використанням сучасних комп'ютерних технологій. На даний час широке розповсюдження отримали спеціальні програмні продукти ArcInfo, ArcView, ArcGIS, QGIS, MapInfo, AutoCAD MAP та ін. При бажанні можна скористатися і такими векторними редакторами як Free Hand, Corel Draw, Adobe Illustrator.

До розробленого і відповідно оформленого авторського оригіналу (бажаний формат А-3) потрібно підготувати пояснювальну записку, у якій описати тематику карти, згідно вихідних тематичних статистичних даних дати характеристику території у цьому відношенні, виконати аналіз інших 2-3 карт подібної тематики (бажано при цьому навести їх копії), проведену картографічну генералізацію (обґрунтувати відбір, узагальнення, класифікацію,

нехтування тощо вихідних кількісних та якісних показників), висвітлити і пояснити доцільність використаних способів зображення, навести вихідні дані. Обсяг пояснювальної записки – 5-10 с.

Лабораторна робота №11

Науково-технічні прийоми аналізу картографічних зображень

Мета використання карт полягає у пізнанні навколишньої дійсності, тобто в отриманні за картами якісних і кількісних характеристик явищ, оціночних показників, вивчення структури, взаємозв'язків, динаміки явищ, прогнозування їх розміщення і розвитку. Розробка методики використання карт здійснюється не тільки в рамках картографії, але і в тих галузях, де карти знаходять широке застосування.

Завдання. Виконати графічне додавання (віднімання) двох поверхонь.

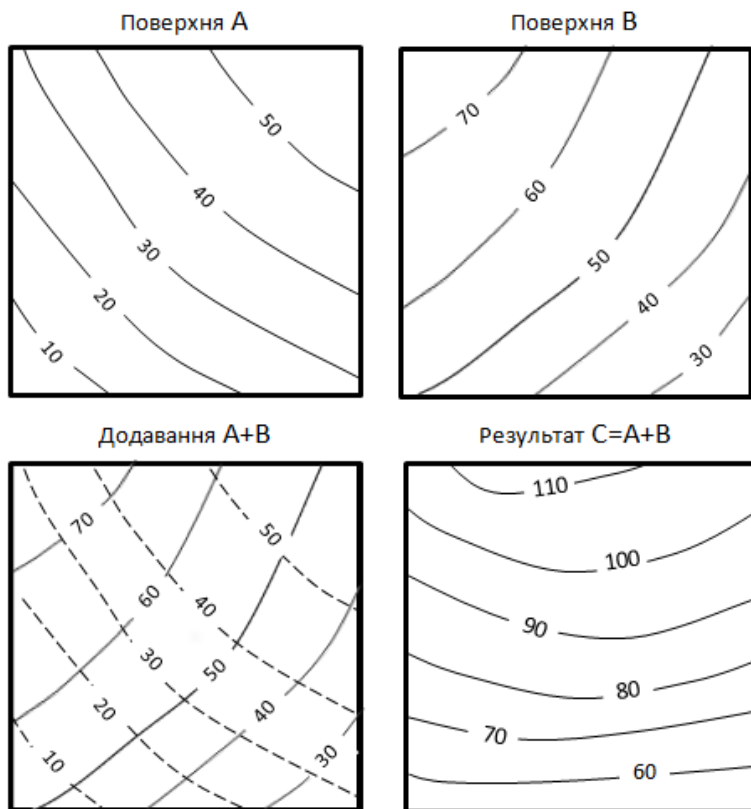


Рис. 4. Графічне додавання поверхонь

Для виконання вказаного завдання кожний студент отримує дві системи ізоліній A і B , які нанесені на прозорому матеріалі розміром 10×10 см. Вихідні картографічні фрагменти потрібно сумістити (накласти один на інший), в точках перетину виконати відповідну математичну дію (додавання або віднімання), на новому прозорому матеріалі провести нову систему ізоліній C . Приклад такої процедури наведено на рис. 4.

Задачі додавання виникають при підрахунку сумарних потужностей відкладів, сум температур, загальної кількості опадів і т. п. Графічне віднімання однієї поверхні від іншої знаходить застосування при підрахунку об'ємів знесеного матеріалу, аналізі потужності запасів родовищ корисних копалин, визначенні поверхневої і підземної складових стоку, встановленні зміщень земної поверхні тощо.

За допомогою картографічного матеріалу можна виконувати і інші графічні операції з поверхнями: множити і ділити одну поверхню на іншу або на число, логарифмувати, диференціювати поверхні.

Завдання. Визначити за картою характеристики концентрації і густоти.

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

Перший Q відображає концентрацію, тобто кількість об'єктів n , яка припадає на одиницю площі P :

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

Другий показник T характеризує густоту об'єктів. Він являє собою виражене у відсотках відношення загальної площі $\sum P_i$, зайнятої n об'єктами, до площі території P , для якої визначається густота:

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

Показники Q і T співпадають для точкових об'єктів, площі яких рівні одиниці, для інших випадків вони різні. Дана задача використовується при визначенні ступеня лісистості, заболоченості, розораності території, густоти ярів, карстових утворень, річкових

сітки, залізних доріг, оцінці рівномірності мережі різних об'єктів, щільності населення та ін.

Завдання. Визначити за картою об'єм заданого об'єкта.

Якщо якийсь об'єкт зображений на карті за допомогою ізоліній, то його об'єм V можна подати як суму об'ємів окремих шарів V_i , які знаходяться між відповідними площинами перерізу:

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

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

Якщо переріз ізоліній на карті постійний (рис. 5), то формула для обчислення об'ємів буде мати дещо спрощений вигляд:

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

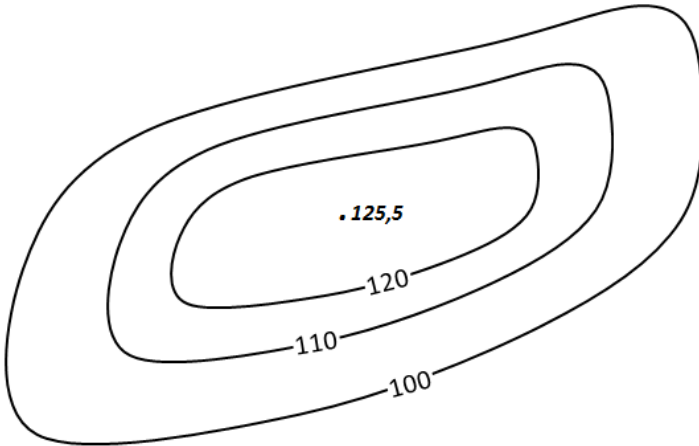


Рис. 5. Приклад подання явища за допомогою ізоліній

Подібні задачі виникають при потребі визначення обсягу знесеного і відкладеного матеріалу, опадів, поверхневого і підземного стоків річкового басейну, запасів води у сніговому покриві, об'ємів земляних мас, гір, льодовиків і т. п.

Рекомендована література

1. Берлянт А. М. Картографія : учеб. для вузов. М. : Аспект Пресс, 2002. 336 с.
2. Божок А. П., Молочко А. М., Остроух В. І. Картографія : підруч. К. : вид.-полігр. центр «Київський університет», 2008. 271 с.
3. Ляшенко Д. О. Картографія з основами топографії : навч. посіб. для студ. педагог. ун-тів. К., 2006. 109 с.
4. Національний атлас України / НАН України, Інститут географії, Державна служба геодезії, картографії та кадастру. К. : ДНВП «Картографія», 2007. 435 с.
5. Остапчук С. М. Картографія: відкрий свою «terra incognita» : навч. посіб. [Електронне видання] / Рівне : НУВГП, 2019. 315 с.
6. Остапчук С. М. Лекції з дисципліни «Картографія» для студентів заочної форми навчання за напрямом підготовки 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій». Шифр 05-04-61. Рівне : НУВГП, 2015. 39 с.
7. Салищев К. А. Картоведение / 2-е изд. М. : изд-во МГУ, 1982. 408 с.

Додаток

Картографічні таблиці (еліпсоїд 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	105 875	110 607	109 641	36 176 476	10
11	1 216 488	110613	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 стг 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 стг 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

Перед- остання	Остання цифра номера залікової книжки											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	$\mu_0 = 1 : 2000000$ $\Delta\varphi = \Delta\lambda = 1^\circ$	$\varphi_{\text{пн,но}} = \varphi_0 \pm 2\Delta\varphi$ $\lambda_0 = 10^\circ K$	
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	$\mu_0 = 1 : 10000000$ $\Delta\varphi = \Delta\lambda = 5^\circ$		$\lambda_{z,c} = \lambda_0 \pm 2\Delta\lambda$ K- кількість букв у прізвищі студента
7	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65			
8	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	$\mu_0 = 1 : 1000000$ $\Delta\varphi = \Delta\lambda = 30'$		
9	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39			