

# ЗБІРНИК

завдань з картографії



Кривий Ріг  
Мінерал

УДК 528.9(075.8)

ББК 26.1я73

3 - 26

Рецензенти: доктор технічних наук, професор кафедри землевпорядкування та кадастру ДВНЗ «Івано-Франківський національний університет нафти і газу» Р.М. Рудий;  
доктор технічних наук, професор кафедри маркшейдерії ДВНЗ «Національний гірничий університет» Ю.М. Халимендик;  
кандидат технічних наук, доцент кафедри землевпорядкування та кадастру ДВНЗ «Івано-Франківський національний університет нафти і газу» М.П. Лісевич

*Рекомендовано до друку вченою радою  
Криворізького національного університету  
Як навчальний посібник (протокол № 6 від 27.02.2015 р.)*

Збірник завдань з картографії: навчальний  
3- 26 посібник / В. Д. Сидоренко, О. М. Новікова,  
А. А. Листопадський, О. Л. Дмитренко. – Кривий  
Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ», 2015. –  
185 с.

ISBN 978-966-7830-68-7

В збірник увійшли завдання, що традиційно використовуються при вивченні картографії. Проте, з урахуванням сучасних тенденцій, всі вони виконуються із застосуванням різних комп'ютерних систем. Таким чином, одночасно з рішенням задач картографії студенти мають нагоду отримати навички роботи з такими сучасними комп'ютерними програмами, які широко використовуються в геодезичній практиці. Збірник призначений для студентів напряму підготовки 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій». Він може бути корисним викладачам з дисципліни «Картографія», а також аспірантам, магістрантам, студентам та науковим робітникам в галузі картографії, геодезії та землеустрою.

УДК 528.9(075.8)

ББК 26.1я73

©В.Д. Сидоренко, О.М. Новікова, А.А. Листопадський, О.Л. Дмитренко, 2015

©Видавничий центр ДВНЗ «КНУ», 2015

ISBN 978-966-7830-68-7

## Зміст

Вступ.....	5
1. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ ЗАГАЛЬНОЇ ТЕОРІЇ КАРТОГРАФІЧНИХ ПРОЕКЦІЙ.....	7
1.1. Зміст завдання .....	8
1.2. Варіант циліндричної проекції .....	9
1.3. Варіант азимутальної проекції .....	29
2. ПОБУДОВА ЛОКСОДРОМІЇ ТА ОРТОДРОМІЇ НА КАРТОГРАФІЧНИХ СІТКАХ ПРОЕКЦІЙ МЕРКАТОРА І ФАЛЕСА МІЛЕТСЬКОГО .....	41
2.1. Зміст завдання .....	42
2.2. Порядок виконання завдання.....	43
2.2.1. Загальні обчислення.....	43
2.2.2. Проекція Меркатора .....	43
2.2.3. Гномонічна проекція.....	44
2.2.4. Локсодромія та ортодромія в проекції Меркатора і в гномонічній проекції.....	45
2.2.5. Курс транспортного засобу з однією вузловою точкою.....	47
2.3. Числовий приклад виконання завдання.....	49
2.3.1. Обчислення точок перетину паралелей і меридіанів з осями .....	49
2.3.2. Побудова картографічної сітки проекції Меркатора в системі «AutoCAD» .....	51
2.3.3. Побудова картографічної сітки гномонічної проекції в системі «AutoCAD» .....	56
2.3.4. Побудова локсодромії та ортодромії на картографічних сітках проекцій Меркатора та гномонічної в системі «AutoCAD».....	60
2.3.5. Побудова двох локсодромій через вузлову точку на ортодромії .....	71
3. СКЛАДАННЯ КАРТОГРАФІЧНОЇ ОСНОВИ ТОПОГРАФІЧНОЇ КАРТИ МАСШТАБУ 1:100 000.....	73
3.1. Зміст завдання .....	74
3.2. Опис завдання .....	74

3.3. Створення проекту карти в «AutoCAD Land Development» .....	80
3.4. Внутрішня рамка карти .....	90
3.5. Зовнішня рамка карти.....	93
3.5.1. Побудова ліній зовнішньої рамки .....	93
3.5.2. Побудова системи десятисекундних точок .....	97
3.6. Кілометрова сітка.....	100
3.7. Приклад виконання завдання.....	109
4. КАРТОГРАФІЧНА ГЕНЕРАЛІЗАЦІЯ.....	114
4.1. Зміст завдання .....	115
4.2. Ценовий відбір змісту гідрографії карти .....	116
4.2.1. Аналіз змісту шару гідрографії.....	117
4.2.2. Створення таблиці « Водосховища та водойми»	118
4.2.3. Генералізація річок і струмків .....	122
4.3. Генералізація населених пунктів за допомогою норми .....	123
4.4. Перехід від простих об'єктів (понять) до їх збірних позначень .....	128
4.5. Узагальнення контурів об'єктів .....	135
4.5.1. Узагальнення контурів річок .....	136
4.5.2. Узагальнення контурів ізоліній .....	140
5. ПРОЕКТУВАННЯ МАКЕТА КОМПОНОВКИ ТЕМАТИЧНОЇ ДРІБНОМАСШТАБНОЇ КАРТИ .....	143
5.1. Зміст завдання .....	144
5.2. Створення тематичного шару карти .....	144
5.3. Створення додаткової таблиці і карти-врізки .....	147
5.4. Створення макета компоновки карти .....	149
Питання для самоконтролю.....	153
Літературні джерела .....	154
ДОДАТКИ.....	157

# Вступ

Картографія є однією з тих галузей знань, в яких впровадження комп'ютерної техніки привело до значних змін технологій. Виник новий напрям - комп'ютерна картографія, який включає геоінформаційне картографування, цифрове картографування, тривимірне моделювання і т.д. Застосування комп'ютерних методів дозволило значно спростити і формалізувати цілий ряд задач картографії. Наприклад, користувачу геоінформаційної системи зовсім не потрібно знати способи побудови картографічних сіток проекцій, достатньо вибрати потрібну проекцію із списку. В результаті з'являється відчуття, що традиційні задачі, які вивчаються в курсах картографії, такі як задачі загальної теорії картографічних проекцій, є в кращому випадку застарілими і в гіршому - зовсім не потрібними при підготовці фахівців напряму «Геодезія, картографія та землеустрій». Проте, необхідно зауважити: для того, щоб мати нагоду використовувати проекції в геоінформаційних системах, їх заздалегідь потрібно побудувати і вивчити. Тому в даному збірнику зібрані завдання, що традиційно використовуються при вивченні картографії. Проте з урахуванням сучасних тенденцій, всі вони виконуються із застосуванням різних комп'ютерних систем. Наприклад, завдання «Розв'язування задач загальної теорії картографічних проекцій» виконується за допомогою систем «AutoCAD» та «Excel», завдання «Картографічна генералізація» - в системах «MapInfo», та «AutoCAD Land Development Desktop». Таким чином, одночасно з вивченням картографії студенти мають нагоду отримати навички роботи з такими сучасними комп'ютерними програмами, які широко використовуються в геодезичній практиці.

Збірник завдань складений відповідно до програми дисципліни «Картографія», які вивчають студенти напряму підготовки 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій» на четвертому курсі. Завдання, які увійшли до збірника,

повністю відповідають робочій програмі з дисципліни «Картографія», розробленій на основі галузевого стандарту вищої освіти підготовки бакалаврів.

Для виконання завдань цього збірника в робочій програмі передбачено 40 годин, які включають 28 годин лабораторних занять студентів денної форми навчання і 10 годин лабораторних занять студентів заочної форми навчання. Для того, щоб студенти заочної форми навчання виконали лабораторні роботи в повному обсязі, та їх частина, яка не пов'язана з комп'ютерними побудовами, вноситься на самостійне опрацювання. Всі оформлення і частину обчислень студенти виконують самостійно, незалежно від форми навчання. Завдання виконуються студентами в окремому зошиті, графічні побудови повинні виконуватися на комп'ютері або з необхідною точністю на міліметровому папері.

# **1. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ ЗАГАЛЬНОЇ ТЕОРІЇ КАРТОГРАФІЧНИХ ПРОЕКЦІЙ**



Задачі даної роботи мають за мету навчити студентів досліджувати властивості проекції за її рівняннями, отримати навички класифікації проекцій за різними параметрами.

### ***1.1. Зміст завдання***

Задача 1. Використовуючи формули проекції, визначити вигляд сітки меридіанів і паралелей.

Задача 2. Побудувати в системі «AutoCAD» картографічну сітку проекції. Частота сітки задана в Додатку А. Для розрахунків необхідно використовувати радіус кулі  $R = 5$  см.

Задача 3. Знайти коефіцієнти першої квадратичної форми і якобіан проекції. Дослідити проекцію на ортогональність.

Задача 4. Отримати формули для визначення масштабів довжин уздовж меридіанів, паралелей, екстремальних масштабів довжин, масштабу площі, спотворення кутів і азимута головного напрямку. Розрахувати числові значення цих величин для трьох точок, координати яких дані в Додатку А.

Задача 5. За обчисленими величинами екстремальних масштабів і азимута головного напрямку побудувати в трьох точках проекції індікатриси Тіссо.

Задача 6. Побудувати графіки змін екстремальних спотворень довжин в залежності від широти.

Задача 7. Визначити групу проекції за характером спотворень.

Перші 43 варіанта проекцій, представлених в додатку А, є або циліндричними, або азимутальними проекціями. Нижче розглянуто розв'язування задач для цих двох випадків. Варіанти 44-50 є варіантами підвищеної складності і призначені для студентів зі схильністю до наукової роботи.



## 1.2. Варіант циліндричної проєкції

**Вихідні дані** – формули проєкції Маріна Тірського:

$$x = R\varphi, \quad y = \frac{3}{2}R\lambda \quad . \quad (1.1)$$

### Задача 1

#### **Розв'язування:**

Процес відображення поверхні еліпсоїда на площину можна математично записати в вигляді [3, с. 12]:

$$x = f_1(\varphi, \lambda), \quad y = f_2(\varphi, \lambda), \quad (1.2)$$

де  $f_1(\varphi, \lambda)$ ,  $f_2(\varphi, \lambda)$  - відображаючі функції проєкції. Рівняння паралелей на поверхні еліпсоїда виглядають так:

$$\varphi = \varphi_0 = const. \quad (1.3)$$

Тому, на площині рівняння паралелей запишуться таким чином:

$$x = f_1(\varphi_0, \lambda), \quad y = f_2(\varphi_0, \lambda), \quad (1.4)$$

де  $\varphi_0$  - значення широти певної паралелі.

Аналогічно, для рівнянь меридіанів на поверхні еліпсоїда мають місце наступні рівняння:

$$\lambda = \lambda_0 = const. \quad (1.5)$$

На площині рівняння меридіанів можна записати так:

$$x = f_1(\varphi, \lambda_0), \quad y = f_2(\varphi, \lambda_0), \quad (1.6)$$

де  $\lambda_0$  - значення довготи певного меридіана.

Рівняння(1.4) і (1.6) називаються рівняннями паралелей і меридіанів в параметричному вигляді.

Рівняння(1.4) можна розглядати як систему двох рівнянь з трьома невідомими. Одне невідоме можна виключити. В цьому випадку буде отримано одне рівняння з двома невідомими. Якщо перетворити таким чином систему (1.4), отримаємо [3, с.13]:

$$F_1(x, y, \varphi_0) = 0. \quad (1.7)$$

Аналогічне перетворення системи (1.6) дасть наступне рівняння:

$$F_2(x, y, \lambda_0) = 0. \quad (1.8)$$

Рівняння (1.7) і (1.8) називають рівняннями паралелей і меридіанів в канонічному вигляді.

Оскільки  $x$  в першому рівнянні системи (1.1) залежить тільки від широти, рівняння паралелей в цьому випадку виглядають так:

$$x = R\varphi_0.$$

Згідно цього рівняння паралелі – паралельні прямі, перпендикулярні осі  $x$ .

Аналогічно, рівняння меридіанів для проекції Маріна Тірського запишуться так:

$$y = \frac{3}{2}R\lambda_0.$$

Таким чином, меридіани – паралельні прямі, перпендикулярні осі  $y$ .

## **Задача 2**

### **Розв'язування:**

Щоб підготувати дані для побудови сітки циліндричної проекції, слід підставити конкретні значення довгот меридіанів і широт паралелей у відповідні рівняння.

Рішення зручно оформити в системі «Excel» так як це показано нижче в табл. 1.1, 1.2 в колонках 1-3.

Для побудови сітки проекції в системі «AutoCAD», необхідно знайти початкові і кінцеві точки кожної прямої, що зображає меридіан або паралель. Їх достатньо легко можна зняти зі схемного малюнка сітки меридіанів. Проте, для їх швидкого відшукування можна скористатися наступними правилами:

Таблиця 1.1 - Дані для побудови паралелей

№ з/п	$\varphi$ (рад)	$x = R\varphi$ (см)	Координати початкової точки (см)		Координати кінцевої точки (см)	
			$x$	$y$	$x$	$y$
1	2	3	4	5	6	7
1	$-\frac{\pi}{2}$	<b>-7,85</b>	<b>-7,85</b>	-11,78	<b>-7,85</b>	11,78
2	$-\frac{\pi}{3}$	<b>-5,24</b>	<b>-5,24</b>	-11,78	<b>-5,24</b>	11,78
3	$-\frac{\pi}{6}$	<b>-2,62</b>	<b>-2,62</b>	-11,78	<b>-2,62</b>	11,78
4	0	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	-11,78	<b>0,00</b>	11,78
5	$\frac{\pi}{6}$	<b>2,62</b>	<b>2,62</b>	-11,78	<b>2,62</b>	11,78
6	$\frac{\pi}{3}$	<b>5,24</b>	<b>5,24</b>	-11,78	<b>5,24</b>	11,78
7	$\frac{\pi}{2}$	<b>7,85</b>	<b>7,85</b>	-11,78	<b>7,85</b>	11,78

Таблиця 1.2 - Дані для побудови меридіан

№ з/п	$\lambda$ (рад)	$y = \frac{3}{2}R\lambda$ (см)	Координати початкової точки (см)		Координати кінцевої точки (см)	
			$x$	$y$	$x$	$y$
1	2	3	4	5	6	7
1	$-\frac{\pi}{2}$	<b>-11,78</b>	-7,85	<b>-11,78</b>	7,85	<b>-11,78</b>
2	$-\frac{\pi}{3}$	<b>-7,85</b>	-7,85	<b>-7,85</b>	7,85	<b>-7,85</b>
3	$-\frac{\pi}{6}$	<b>-3,93</b>	-7,85	<b>-3,93</b>	7,85	<b>-3,93</b>

1	2	3	4	5	6	7
4	0	<b>0,00</b>	-7,85	<b>0,00</b>	7,85	<b>0,00</b>
5	$\frac{\pi}{6}$	<b>3,93</b>	-7,85	<b>3,93</b>	7,85	<b>3,93</b>
6	$\frac{\pi}{3}$	<b>7,85</b>	-7,85	<b>7,85</b>	7,85	<b>7,85</b>
7	$\frac{\pi}{2}$	<b>11,78</b>	-7,85	<b>11,78</b>	7,85	<b>11,78</b>

- В таблиці 1.1 скопіюйте координату  $x$  початкової і кінцевої точок з колонки 3 в колонки 4 і 6. Копійовані цифри представлені жирним шрифтом.
- Аналогічно, в таблиці 1.2 скопіюйте координату  $y$  початкової і кінцевої точок з колонки 3 в колонки 5 і 7.
- Координата  $y$  початкової точки паралелі – це мінімальне значення координати  $y$ , розраховане для меридіан (-11,78 см). Скопіюйте мінімальне значення колони 3 таблиці 1.2 у всі осередки колони 5 таблиці 1.1.
- Аналогічно, координата  $y$  кінцевої точки паралелі – це максимальне значення координати  $y$ , розраховане для меридіан (11,78 см). Скопіюйте максимальне значення колони 3 таблиці 1.2 у всі осередки колони 7 таблиці 1.1.
- Координата  $x$  початкової точки меридіана – це мінімальне значення координати  $x$ , розраховане для паралелі (-7,85 см). Скопіюйте мінімальне значення колони 3 таблиці 1.1 у всі осередки колони 4 таблиці 1.2.
- Аналогічно,  $x$  кінцевої точки меридіана – це максимальне значення координати  $x$ , розраховане для паралелі (7,85 см). Скопіюйте максимальне значення

колони 3 таблиці 1.1 у всі осередки колони 6 таблиці 1.2.

Відкрийте «AutoCAD». В меню Формат (Format) виберіть команду Одиниці (Units). В діалоговому вікні, що відкриється, вкажіть одиниці – сантиметри (Centimeters).

Щоб побудувати одну з ліній паралелі, виконайте наступні дії:

1. Введіть в командний рядок команду  
Line.

2. Натисніть клавішу Enter.

В командному рядку з'явиться запит  
Specify first point:

3. Введіть в командний рядок координати початкової точки першої паралелі. При введенні скористайтесь наступними правилами:

- Дробова частина координати відділяється від цілої точкою.
- Одна координата відділяється від іншої за допомогою коми.
- Першою заноситься координата  $y$ , другою –  $x$ <sup>1</sup>.

Зокрема, для даного прикладу командний рядок при введенні початкової точки першої паралелі виглядає так

Specify first point: -11.78,-7.85.

4. Натисніть клавішу Enter. З'явиться наступний запит  
Specify next point or [Undo]:

5. Використовуючи ті ж правила введіть координати кінцевої точки паралелі. Для даного прикладу командний рядок виглядатиме так

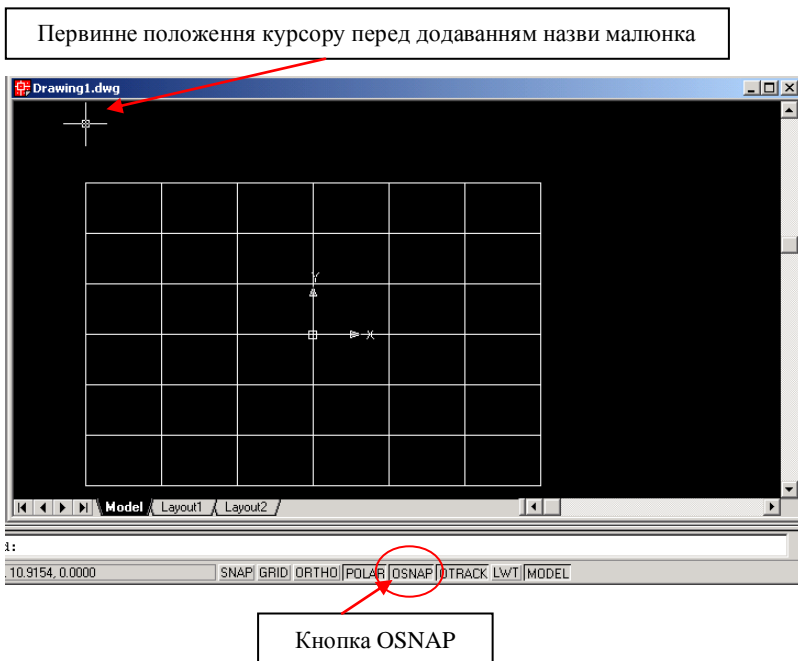
Specify next point or [Undo]: 11.78,-7.85.

---

<sup>1</sup> Зміна місцями координатних осей пов'язана з тим, що в картографії, як і в геодезії використовується права система координат, а в «AutoCAD» – ліва.

6. Двічі натисніть клавішу Enter. В робочому полі системи з'явиться відрізок прямої лінії, що зображає паралель.

Аналогічно, повторюючи дії пунктів 1-6, змінюючи тільки координати початкової і кінцевої точок, побудуйте всі паралелі і меридіани картографічної сітки. В результаті повинна вийти картографічна сітка, подібна тієї, що показана на рис. 1.1.



*Рис. 1.1 - Побудова картографічної сітки циліндричної проекції в системі «AutoCAD»*

До малюнка картографічної сітки повинна бути додана текстова інформація, а саме:

- Назва малюнка:

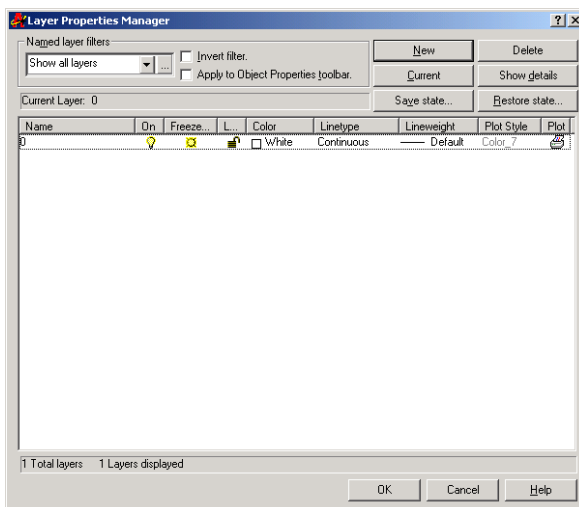
**Картографічна сітка проекції (назва проекції).**

- Градусні значення меридіанів і паралелей.

Для текстової інформації слід створити окремий шар. Для цього на панелі інструментів Властивостей об'єктів, показаній на рис. 1.2, натисніть кнопку Layers (Шари).



*Рис. 1.2 - Панель інструментів Властивостей об'єктів*  
Відкриється діалогове вікно, представлене на рис. 1.3.



*Рис. 1.3 - Діалогове вікно Менеджера шарів*

Клацніть в цьому вікні кнопку New. В таблиці шарів з'явиться новий запис з властивостями, створеного Вами шару. В колонку Name введіть назву шару Text, і послідовно натисніть кнопки Current (Поточний) та ОК. Зверніть увагу на список шарів, показаний праворуч від кнопки Layers. Зараз в цьому списку повинен бути представлений шар з назвою Text (рис. 1.4).



*Рис. 1.4 - Панель інструментів Властивостей об'єктів з поточним шаром Text*

Якщо із якої-небудь причини шар Text не є поточним, відкрийте список шарів на панелі інструментів Властивостей об'єктів і виберіть рядок з назвою Text.

Щоб сформувати назву картографічної сітки, виконайте наступні дії:

1. Введіть в командний рядок команду text.
2. Натисніть клавішу Enter.  
В командному рядку з'явиться запит Specify start point text or [Justify/Style]:
3. Щоб вибрати потрібний спосіб вирівнювання тексту, введіть в командний рядок букву J і натисніть клавішу Enter.
4. Зі всіх варіантів вирівнювання тексту, які будуть показані в командному рядку (рис. 1.5), виберіть варіант Fit. Для цього введіть в командний рядок букву f і натисніть клавішу Enter.

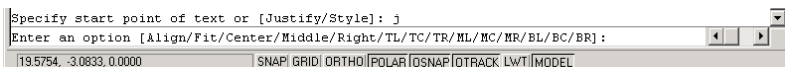
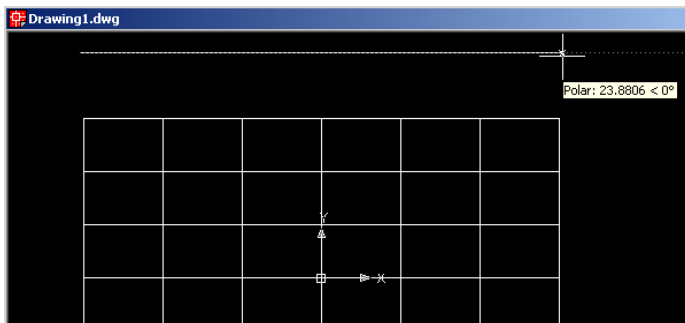


Рис. 1.5 - Командний рядок, після вибору опції Justify команди text

5. На запит Specify first endpoint text baseline:  
клацніть курсором миші над лівим верхнім кутом малюнка (див. рис. 1.1).
6. Щоб показати довжину текстового рядка, відповідаючи на запит Specify second endpoint text baseline,  
встановіть курсор над правим верхнім кутом малюнка, так як це показано на рис. 1.6, і натисніть ліву клавішу миші.
7. З'явиться запит Specify height.
8. Введіть в командний рядок висоту тексту



і натисніть клавішу Enter.



*Рис. 1.6 - Визначення довжини текстового рядка*

9. Натисніть клавішу Enter, коли з'явиться запит

Specify rotation angle text <0>:

10. На запит

Enter text:

для даного варіанту слід ввести наступний текстовий рядок

### **Картографічна сітка проекції Маріна Тірського**

11. Двічі натисніть клавішу Enter.

Текстовий рядок буде поміщений над малюнком картографічної сітки. Його довжина точно відповідатиме вказаній Вами довжині.

Перед введенням значень широт паралелей і довгот меридіанів перевірте, чи опція OSNAP включена з установкою Endpoint. Для цього в рядку стану натисніть правою клавішею миші кнопку OSNAP (див. рис. 1.1). Відкриється вікно спливаючого меню, в якому слід вибрати команду Settings. В діалоговому вікні опцій OSNAP, що відкриється, перевірте, щоб прапорець Endpoint був включений, так як це показано на рис. 1.7.

Натисніть в цьому вікні клавішу ОК.

Щоб встановити широту першої паралелі, виконайте наступне:

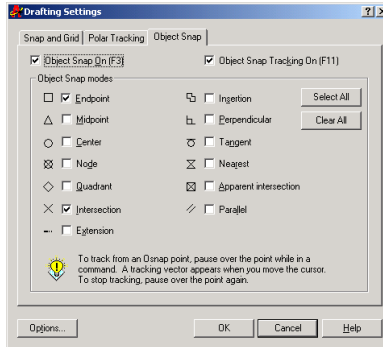


Рис. 1.7 - Диалогове вікно опцій OSNAP

1. Введіть в командний рядок команду  
text.
2. Натисніть клавішу Enter.
3. На запит, представлений на рис. 1.5, введіть варіант  
mr

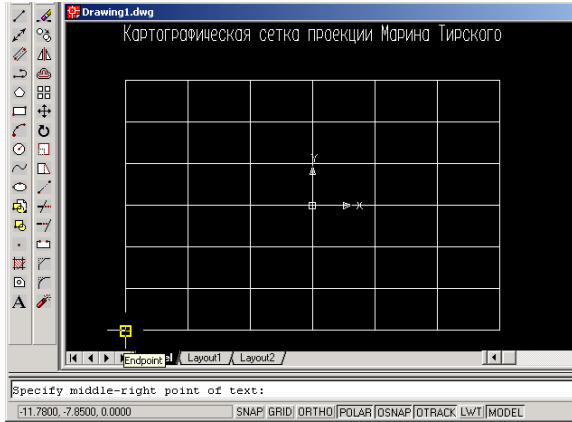
і натисніть клавішу Enter. Це буквосполучення, скорочене від слів middle right, означає, що текст буде поміщений праворуч від вказаної Вами вузлової точки.

4. Щоб показати вузлову точку для тексту, встановіть курсор в лівій частині нижньої паралелі, так як це показано на рис. 1.8.

Коли кінцева точка паралелі буде показана жовтим квадратом, клацніть лівою клавішею миші.

5. З'явиться запит  
Specify height.
6. Введіть в командний рядок висоту тексту  
0.5  
і натисніть клавішу Enter.
7. Натисніть клавішу Enter, коли з'явиться запит  
Specify rotation angle text <0>:

8. На запит  
Enter text:  
введіть  
-90%%d  
і двічі натисніть клавішу Enter.



*Рис. 1.8 - Визначення вузлової точки тексту*  
 Зліва від вузлової точки з'явиться рядок  
 $-90^0$ .

Аналогічно, введіть значення широт для решти паралелей.

Зокрема, для введення широти наступної паралелі слід вказати її початкову точку і ввести текст  
 $-60\% \text{d}$ .

Так само вводяться значення широт з правого боку малюнка. Відмінність полягає тільки в тому, що на запит, показаний на рис. 1.5, вибирається варіант ml (middle –left).

Для введення значень довгот меридіанів в нижній частині малюнка вказується початкова точка і варіант tc (top-center). Аналогічно, для введення довгот меридіанів у верхній частині малюнка вказується кінцева точка меридіана і вибирається варіант bc (bottom – center). Якщо текстовий рядок зливається з малюнком, його можна пересунути після побудови. Для цього виділити його, клацнувши мишею, і перетягніть в потрібне місце.

В результаті всіх цих дій картографічна сітка повинна мати вигляд показаний на рис. 1.9.

Збережіть малюнок в своїй папці.

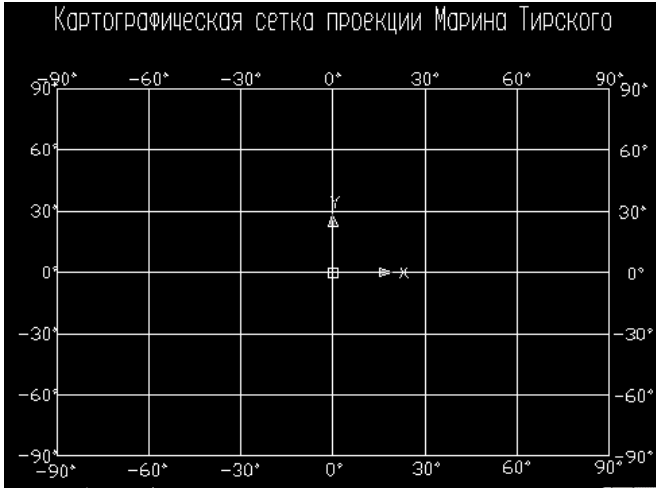


Рис. 1.9 - Картографічна сітка циліндричної проєкції

### Задача 3

#### **Розв'язування:**

Коефіцієнти Гауса і яacobіан проєкції визначаються за формулами [3, с. 16]:

$$e = x_{\varphi}^2 + y_{\varphi}^2, \quad g = x_{\lambda}^2 + y_{\lambda}^2, \quad f = x_{\varphi}x_{\lambda} + y_{\varphi}y_{\lambda}, \quad (1.9)$$

$$h = x_{\varphi}y_{\lambda} - x_{\lambda}y_{\varphi}, \quad (1.10)$$

де  $x_{\varphi}, x_{\lambda}, y_{\varphi}, y_{\lambda}$  - часткові похідні відображаючих функцій  $x, y$  по  $\varphi, \lambda$ .

Для нашого прикладу:

$$x_{\varphi} = R, \quad x_{\lambda} = 0, \quad y_{\varphi} = 0, \quad y_{\lambda} = \frac{3}{2}R.$$

Підставляючи похідні  $x, y$  в рівняння (1.9), (1.10), отримаємо:

$$e = R^2, \quad g = \frac{9}{4}R^2, \quad f = 0, \quad h = \frac{3}{2}R^2.$$

Оскільки коефіцієнт  $f$  дорівнює нулю, то сітка проекції ортогональна. Якщо в результаті тотожних перетворень вийшло  $f \neq 0$ , то слід зробити висновок, що картографічна сітка не ортогональна.

#### Задача 4

##### **Розв'язування:**

Масштаб довжин уздовж меридіанів і паралелей при відображенні з кулі на площину визначаються формулами [3, с. 17]:

$$m = \frac{\sqrt{e}}{R}, \quad n = \frac{\sqrt{g}}{R \cos \varphi}. \quad (1.11)$$

Для даної проекції:

$$m = 1, \quad n = \frac{3}{2 \cos \varphi}.$$

Кут між меридіанами і паралелями може бути отриманий по одній з формул [3, с. 19]:

$$\tan i = \frac{h}{f}, \quad \sin i = \frac{h}{\sqrt{eg}} = \frac{h}{\sqrt{h^2 + f^2}}. \quad (1.12)$$

Для нашого прикладу  $f = 0$ . Отже

$$\tan i = \infty, \quad \sin i = 1, \quad i = \frac{\pi}{2}.$$

Якщо  $f \neq 0$ , то необхідно отримати формули для обчислення  $\tan i$  і  $\sin i$ .

Екстремальні масштаби довжин обчислюються на підставі наступних рівнянь [3, с. 24]:

$$a = \frac{A+B}{2}, \quad b = \frac{A-B}{2}, \quad (1.13)$$

де

$$A = \sqrt{m^2 + n^2 + 2mn \sin i}, \quad B = \sqrt{m^2 + n^2 - 2mn \sin i}. \quad (1.14)$$

Якщо  $i = \frac{\pi}{2}$ , то

$$A = m + n, \quad B = |m - n|. \quad (1.15)$$

Підставляючи (1.15) в (1.13), отримаємо

$$a = \max(m, n), \quad b = \min(m, n). \quad (1.16)$$

Для нашого прикладу  $n > m$ .

Тому

$$a = n = \frac{3}{2 \cos \varphi}, \quad b = m = 1.$$

Масштаб площ можна розрахувати за формулами [3, с. 25]:

$$p = ab = mn \sin i. \quad (1.17)$$

Для обраного варіанту,

$$p = \frac{3}{2 \cos \varphi}.$$

Спотворення кутів можна знайти з наступних рівнянь [3, с. 26]:

$$\sin \frac{\omega}{2} = \frac{a - b}{a + b}, \quad \tan \frac{\omega}{2} = \frac{a - b}{2\sqrt{ab}}. \quad (1.18)$$

Найбільш спотворюваний напрям  $U_0$  і його відображення  $U'_0$  можуть бути знайдені за формулами [2, с. 53]:

$$\tan U_0 = \cotan U'_0 = \tan \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\omega}{4} \right) = \sqrt{\frac{a}{b}}. \quad (1.19)$$

В нашому випадку

$$\tan U_0 = \cotan U'_0 = \sqrt{\frac{3}{2 \cos \varphi}}.$$

Азимут головного напрямку на площині, уздовж якого діє максимальний масштаб, дорівнює [3, с. 23]:

$$\tan A_0 = \frac{b}{a} \sqrt{\frac{a^2 - m^2}{m^2 - b^2}}. \quad (1.20)$$

Якщо в досліджуваній точці  $a = m$ , то  $A_0 = 0$ . Якщо в точці  $m = b$  то  $A_0 = \frac{\pi}{2}$ .

Якщо ж в точці одночасно виконуються дві рівності  $a = m = b$ , то азимут головного напрямку не визначений, еліпс спотворень вироджується в коло.

Для трьох точок, координати яких дані в додатку А, необхідно отримати числові значення величин  $m, n, a, b, p, \omega, U_0, A_0$  і записати їх в табл.1.3, так як це представлено нижче.

### **Задача 5**

#### **Розв'язування:**

Якщо картографічна сітка не ортогональна, то для побудови індикатриси Тіссо в заданій точці слід поступити таким чином:

1. У бік гострого кута між меридіаном і паралеллю відкласти від дотичної до меридіана в точці величину кута  $A_0$  і провести пряму лінію. На цій прямій в довільному масштабі відкласти в обидва боки від точки відрізки, рівні величині  $a$ .
2. Перпендикулярно першій прямій необхідно провести другу пряму, на якій в обидва боки від точки слід відкласти відрізки, рівні  $b$ .

Якщо картографічна сітка ортогональна і в точці  $A_0 = 0$ , то величину  $a$  необхідно відкладати по дотичній до меридіана в обидва боки від точки, а величину  $b$  по прямій, перпендикулярній до лінії, дотичної до меридіана. Якщо ж  $A_0 = \frac{\pi}{2}$ , то величину  $b$  відкладають по дотичній до меридіана, а величину  $a$  - по прямій, перпендикулярній до цієї дотичної.

Індикатриси Тіссо необхідно побудувати в тих трьох точках картографічної сітки, для яких розраховані характеристики проекції. В системі «AutoCAD» вони будуються на окремому шарі. Тому, перед побудовою індикатрис створить в системі «AutoCAD» шар з назвою Indikatrisa, так як це описано вище для шару Text. Після того, як Ви введете назву шару у вікні Менеджера шарів, клацніть лівою клавішею миші в осередку Color для щойно створеного Вами шару. У вікні Вибору кольорів, виберіть червоний колір. Зробіть цей шар поточним і натисніть кнопку ОК.

Перед побудовою індикатрис перевірте, що опція OSNAP включена з установкою Intersections (рис. 1.7).

Щоб побудувати першу індикатрису виконайте наступні дії:

1. Наберіть в командному рядку команду ellipse.
2. На запит Specify axis endpoint ellipse or [Arc/Center]: введіть букву c.
3. Натисніть клавішу Enter.
4. З'явиться запит

Specify center ellipse:

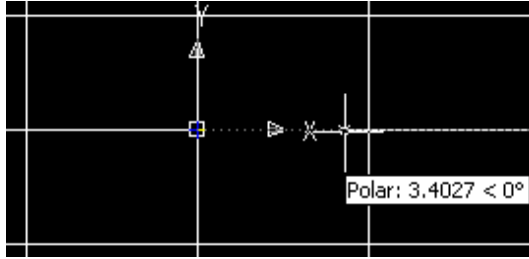
Клацніть лівою клавішею миші на картографічній сітці в точці з координатами  $\varphi, \lambda$  першої індикатриси (табл. 1.3, рядок 1).

5. Перетягніть курсор вправо від обраної Вами точки, так щоб на малюнку з'явився промінь, побудований переривистою лінією, а поряд з курсором з'явилася підказка, показана на рис. 1.10.
6. Введіть в командний рядок розмір півосі еліпса спотворень в цьому напрямі. Для першої індикатриси цей розмір дорівнює

1.50.

7. Натисніть клавішу Enter.





*Рис. 1.10 - Підказка поряд з курсором з інформацією про те, що курсор пересунутий управо ( $< 0^0$ )*

8. На запит

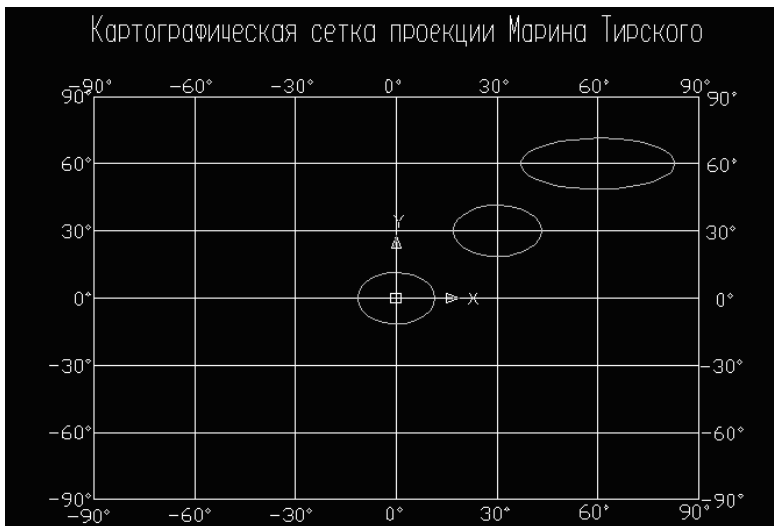
Specify distance to other axis or [Rotation]:

Введіть розмір другої півосі індикатриси. Згідно табл. 1.3, Ви повинні ввести число

1.00.

Аналогічно, використовуючи дані табл. 1.3, і виконуючи вищеописані дії, побудуйте дві інші індикатриси.

На рис. 1.11 показані індикатриси Тіссо, побудовані для проекції, заданої рівняннями (1.1).



*Рис. 1.11 - Картографічна сітка проекції Маріна Тірського з індикатрисами спотворень*

Щоб надрукувати отриманий малюнок, перейдіть від вкладки Model до вкладки Layout1. Відкриється діалогове вікно Page Setup, в якому Вам слід вказати розмір листа – A4, одиниці вимірювання – мм і масштаб – 1:1 (див. рис. 1.12).

В групі Plot scale підберіть масштаб малюнка, таким, щоб з одного боку, весь малюнок розташовувався на листі, а з іншого боку – розмір малюнка був максимальним.

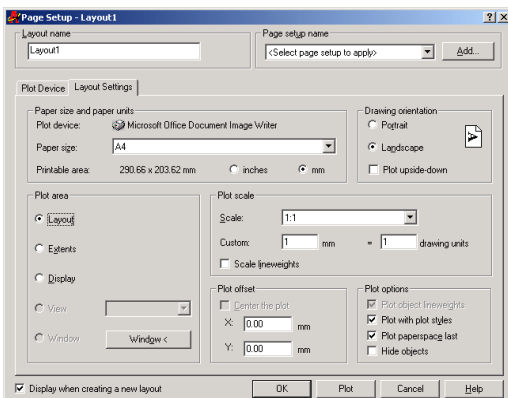


Рис. 1.12 - Установки для друку картографічної сітки

## Задача 6

### Розв'язування:

Екстремальні спотворення довжин можна обчислити за формулами [3, с. 14]:

$$v_a = (a - 1) \cdot 100\% , \quad v_b = (b - 1) \cdot 100\% . \quad (1.21)$$

Графіки змін екстремальних спотворень довжин залежно від зміни широти необхідно побудувати по точках з широтами, що змінюються від  $0^0$  до  $90^0$  з кроком в  $10^0$ . Обчислення екстремальних спотворень довжин зручно виконати в системі «Excel». В табл. 1.4 представлені чисельні значення екстремальних спотворень довжин проєкції, заданої рівняннями (1.1).

Таблиця 1.3 - Основні характеристики проекції Маріна Тірського

№ точки	Координати (градуси)		$m$	$n$	Умова	$a$	$b$	$p$	$\omega$	$U_0$	$A_0$
	$\varphi$	$\lambda$									
1	0	0	1,00	1,50	$m < n$	1,50	1,00	1,50	23,1	50,8	90
2	30	30	1,00	1,73	$m < n$	1,73	1,00	1,73	31,1	52,8	90
3	60	60	1,00	3,00	$m < n$	3,00	1,00	3,00	60,0	60,0	90

Таблиця 1.4 - Створення довжин проекції Маріна Тірського

№ точки	$\varphi$ (градуси)	$m$	$n$	Умова	$a$	$b$	$v_a$ (%)	$v_b$ (%)
1	0	1,00	1,50	$m < n$	1,50	1,00	50,00	0,00
2	10	1,00	1,52	$m < n$	1,52	1,00	52,00	0,00
3	20	1,00	1,60	$m < n$	1,60	1,00	60,00	0,00
4	30	1,00	1,73	$m < n$	1,73	1,00	73	0,00
5	40	1,00	1,96	$m < n$	1,96	1,00	96,00	0,00
6	50	1,00	2,33	$m < n$	2,33	1,00	133,00	0,00
7	60	1,00	3,00	$m < n$	3,00	1,00	200,00	0,00
8	70	1,00	4,39	$m < n$	4,39	1,00	339,00	0,00
9	80	1,00	8,64	$m < n$	8,64	1,00	764,00	0,00
10	90	1,00	-	$m < n$	-	1,00	-	0,00

Якщо для якої-небудь широти масштаб рівний нескінченності, в табл. 1.4 для цієї широти, замість значення масштабу можна помістити або прочерк, або знак нескінченності.

На рис. 1.13 показаний графік зміни екстремальних спотворень довжин цієї проекції.

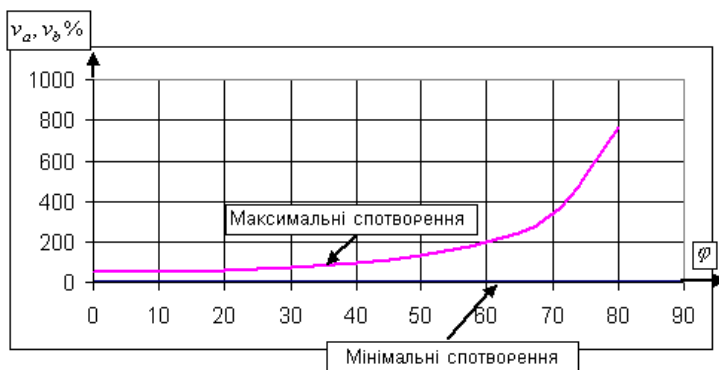


Рис. 1.13 - Графіки зміни екстремальних спотворень довжин проекції Маріна Тірського

### Задача 7

#### **Розв'язування:**

Якщо проекція відноситься до класу рівнокутних відображень, то в кожній її точці повинно виконуватися рівняння [3, с. 28]:

$$a = b, \quad (1.22)$$

яке може бути замінене або умовою:

$$\omega = 0, \quad (1.23)$$

або умовами:

$$f = 0, \quad m = n. \quad (1.24)$$

Якщо виконуються рівняння (1.22 – 1.24) слід зробити висновок, що проекція рівнокутна.

Якщо проекція рівновелика, то виконуються наступні рівняння [3, с. 29]:

$$p = ab = mns \sin i = 1 . \quad (1.25)$$

Якщо один з екстремальних масштабів довжин в кожній точці проекції дорівнює одиниці, то проекцію слід віднести до сімейства рівнопроміжних. Якщо зокрема [3, с. 29]:

$$m = b = 1, \text{ або } m = a = 1 , \quad (1.26)$$

то проекція відноситься до класу ортогональних рівнопроміжних уздовж меридіанів відображень. Умови (1.26) можна замінити умовами:

$$f = 0, \quad m = 1 . \quad (1.27)$$

Якщо ж

$$n = b = 1, \text{ або } n = a = 1 , \quad (1.28)$$

то проекція відноситься до класу ортогональних рівнопроміжних уздовж паралелей відображень. Умови (1.28) можна замінити умовами:

$$f = 0, \quad n = 1 . \quad (1.29)$$

Якщо не виконується жодна з вище названих умов, то необхідно зробити висновок, що проекція довільна за характером спотворень.

Для проекції Маріна Тірського виконуються умови (1.27). Тому можна зробити висновок, що проекція ортогональна, рівнопроміжна уздовж меридіанів.

### ***1.3. Варіант азимутальної проекції***

**Вихідні дані** – формули проекції Гіппарха:

$$x = R \cos \varphi \sin \lambda , \quad y = R \cos \varphi \cos \lambda . \quad (1.30)$$

#### **Задача 1**

##### **Розв'язування:**

Для визначення рівняння паралелі, необхідно виключити з рівнянь (1.30) довготу. Для цього слід піднести до квадрату обидва рівняння системи (1.30) і скласти. В результаті матимемо:

$$x^2 + y^2 = [R \cos \varphi]^2. \quad (1.31)$$

Рівняння (1.31) – це рівняння концентричних кіл з радіусом, рівним,

$$r = R \cos \varphi. \quad (1.32)$$

Таким чином, паралелі даної проекції – концентричні кола з центром в початку координат.

Для знаходження рівняння меридіан, необхідно з двох рівнянь (1.30) виключити широту. Для цього слід розділити перше рівняння на друге. Матимемо:

$$y = (\operatorname{ctg} \lambda) \cdot x. \quad (1.33)$$

Рівняння (1.33) – це рівняння сімейства прямих, що проходять через початок координат. Параметр в круглих дужках дорівнює котангенсу кута нахилу прямої по відношенню до осі  $x$ . Отже, кут  $\frac{\pi}{2} - \lambda$  - це кут між меридіаном і віссю  $x$ , а кут  $\lambda$  - кут між меридіаном і віссю  $y$ .

Отже, меридіани даної проекції – пучок прямих, що сходяться в одній точці на початку координат і перетинають вісь  $y$  під кутами, рівними довготам цих меридіан.

## Задача 2

### **Розв'язування:**

Для побудови паралелей азимутної проекції, необхідно знайти радіуси паралелей земної півкулі. Для цього слід підставити конкретні значення широт у рівняння (1.32). Дані для побудови зручно оформити в системі «Excel» так як це показано нижче в табл. 1.5.

Щоб побудувати паралелі в системі «AutoCAD» виконайте наступні дії:

1. Введіть в командний рядок команду  
circle.
2. На запит

Specify center point for circle or p3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:  
введіть в командний рядок координати центру всіх кіл, що зображають паралелі, а саме:

0,0.

3. Натисніть клавішу Enter.

4. На запит

Specify radius circle or [Diameter]:

введіть радіус першого кола, тобто

5.

5. Двічі натисніть клавішу Enter.

В робочому вікні з'явиться, побудоване Вами коло.

*Таблиця 1.5 - Дані для побудови паралелей*

№ з/п	$\varphi$ (рад)	$r = R \cos \varphi$ (см)
1	2	3
1	0	5,00
2	$\frac{\pi}{6}$	4,33
3	$\frac{\pi}{3}$	2,50
4	$\frac{\pi}{2}$	0,00

Аналогічно, повторивши вищеописані дії пунктів 1-4, побудуйте решту паралелей, змінюючи величину радіуса.

Щоб прискорити побудову меридіан, можна встановити опцію трасування по кутах, кратних  $30^0$ . Для цього натисніть правою клавішею миші кнопку POLAR, розташовану в рядку станів і показану на рис. 1.15. В спливаючому меню, що відкриється, виберіть команду Settings. Буде показане діалогове вікно, представлене на рис. 1.14.

На вкладці Polar Tracking включити прапорець Polar Tracking On. В списку Increment angle виберіть кут 30 (градусів). Натисніть кнопку ОК.

Для побудови меридіан виконайте наступні дії:

1. Введіть в командний рядок команду  
line.

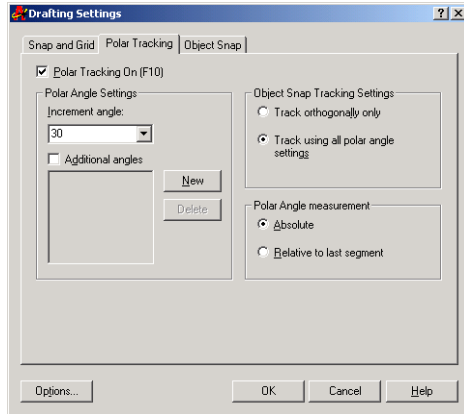


Рис. 1.14 - Діалогове вікно трасування об'єктів

2. На запит

Specify first point:

введіть координати початкової точки меридіана:

0,0.

3. Від початку координат до курсору миші буде побудований відрізок прямої лінії. Обведіть курсор миші навкруги кіл, що зображають паралелі. Зверніть увагу. Коли напрям тимчасового відрізка співпадає з кутом, кратним  $30^{\circ}$ , з'являється нескінченний промінь і поряд з курсором з'являється підказка, яка вказує відстань від початкової точки і кут повороту, так як це показано на рис. 1.15. Встановіть курсор, так, щоб кут повороту був рівний 0, в командний рядок введіть число, що відповідає максимальному радіусу паралелей. Для вибраного варіанту - це  
5.
4. Двічі натисніть клавішу Enter.

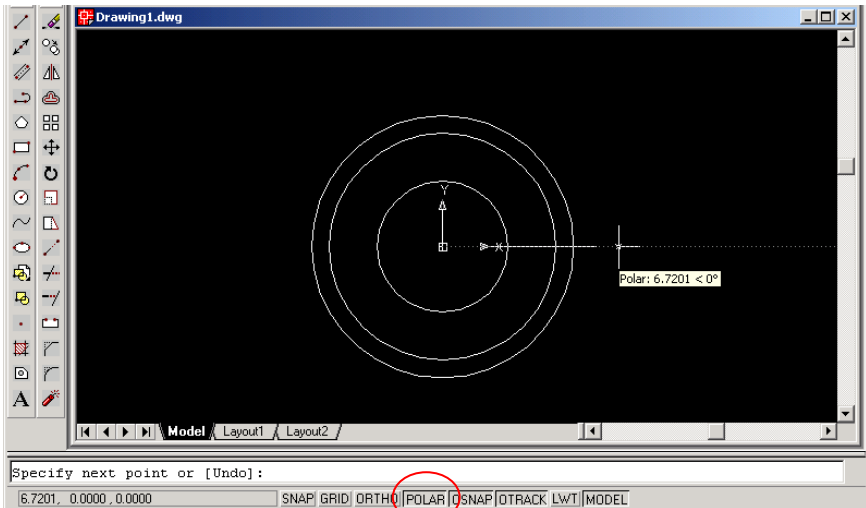


Щоб побудувати решту меридіанів, повторіть дії пунктів 1-4, кожного разу встановлюючи курсор так, щоб кут між напрямом лінії і віссю  $x$  був кратний  $30^{\circ}$ .

Назва картографічної сітки, а саме

### Картографічна сітка проекції Гіппарха

встановлюється так само як і для циліндричної проекції (розд. 1.2).



Кнопка POLAR

Рис. 1.15 - Етап побудови меридіана в азимутальній проекції

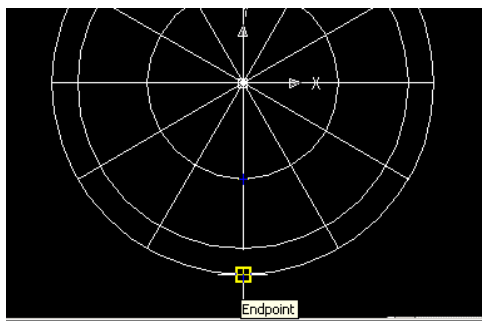
Перед введенням значень широт паралелей і довгот меридіан встановіть опції OSNAP на варіанти Endpoint і Intersection. Для цього в рядку стану натисніть правою клавішею миші кнопку OSNAP (див. рис. 1.1). Відкриється вікно спливаючого меню, в якому слід вибрати команду Settings. В діалоговому вікні опції OSNAP включити прапорці Endpoint і Intersection (рис. 1.4). Натисніть в цьому вікні кнопку ОК.

Щоб встановити широту першої паралелі, виконайте наступне:

1. Введіть в командний рядок команду  
text.
2. Натисніть клавішу Enter.
3. На запит, представлений на рис. 1.2, введіть варіант  
bc

і натисніть клавішу Enter. Це буквосполучення, скорочене від слів bottom-center, означає, що текст буде поміщений зверху від вказаної Вами вузлової точки.

4. Щоб показати вузлову точку для тексту, встановіть курсор в нижній точці малюнка, так як це показано на рис. 1.16.



*Рис. 1.16 - Визначення вузлової точки тексту*

Коли вузлова точка паралелі буде показана жовтим квадратом, клацніть лівою клавішею миші.

5. З'явиться запит  
Specify height.
6. Введіть в командний рядок висоту тексту  
0.3
- і натисніть клавішу Enter.
7. Натисніть клавішу Enter, коли з'явиться запит  
Specify rotation angle text <0>:
8. На запит

Enter text:

введіть

0%%d

і двічі натисніть клавішу Enter.

Зліва від вузлової точки з'явиться рядок

$$0^{\circ}.$$

Аналогічно, введіть значення широт для решти паралелей.

Зокрема, для введення широти наступної паралелі слід вказати її початкову точку і ввести текст

$$30\% \% d$$

Немає можливості підібрати оптимальний варіант опції Justify для введення довгот меридіан. Тому, введіть значення довгот у довільній точці, клацнувши її мишею, а потім перетягніть текст в потрібне місце.

В результаті всіх дій картографічна сітка повинна мати вигляд так, як показано на рис. 1.17.



*Рис. 1.17 - Картографічна сітка проекції Гіппарха, побудована в системі «AutoCAD»*

### **Задача 3**

#### **Розв'язування:**

Виконаємо диференціювання формул проекції Гіппарха.

$$x_{\varphi} = -R \sin \varphi \sin \lambda, \quad x_{\lambda} = R \cos \varphi \cos \lambda,$$

$$y_{\varphi} = -R \sin \varphi \cos \lambda, \quad y_{\lambda} = -R \cos \varphi \sin \lambda.$$

Підставляючи отримані похідні у формули (1.9-1.10), після тотожних перетворень матимемо:

$$e = R^2 \sin^2 \varphi, \quad g = R^2 \cos^2 \varphi, \quad f = 0, \\ h = R^2 \sin \varphi \cos \varphi.$$

Оскільки коефіцієнт  $f$  дорівнює нулю, сітка проекції ортогональна.

#### **Задача 4**

##### **Розв'язування:**

Підставляючи отримані формули для коефіцієнтів  $e, g$  в (1.11), матимемо:

$$m = \sin \varphi, \quad n = 1.$$

Як і для проекції Маріна Тірського, кут між меридіанами і паралелями в проекції Гіппарха дорівнює:

$$i = \frac{\pi}{2}.$$

Екстремальні масштаби довжин обчислюються на підставі рівнянь (1.13-1.16). Масштаб площ, визначений за формулами (1.17), дорівнює:

$$p = \sin \varphi.$$

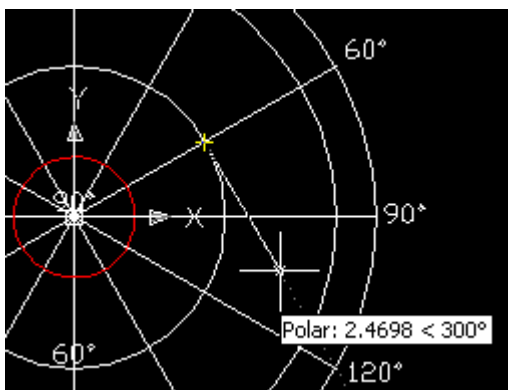
Спотворення кутів, найбільш спотворюваний напрям і азимут індикатриси Тіссо обчислюються за формулами (1.18-1.20). Для трьох точок проекції чисельні значення величин  $m, n, a, b, p, \omega, U_0, A_0$  представлені в табл. 1.6.

#### **Задача 5**

##### **Розв'язування:**

Як і для попереднього варіанту проекції, створіть для свого малюнка шар з назвою Indikatrisa і зробіть його поточним. Побудова індикатрис азимутальної проекції практично аналогічна побудові індикатрис циліндричної проекції. Відмінність полягає тільки в тому, що при введенні

величини першої півосі еліпса спотворень, для другої і третьої точок указується напрям перпендикулярний до напрямку меридіану.



*Рис. 1.18 - Підказка поряд з курсором з інформацією про кут між напрямом та віссю  $x$*

На рис. 1.18 підказка поряд з курсором дає інформацію про те, що курсор пересунутий перпендикулярно до меридіана, проведеного під кутом  $30^0$  до осі  $x$ . Кут на рисунку, означений як  $< 300^0$ , це кут між напрямом та віссю  $x$ .

Перед побудовою індикатрис перевірте, чи опція OSNAP включена з установкою Intersections (рис. 1.7). На рис. 1.19 показані індикатриси Тіссо, побудовані для проекції, заданої рівняннями (1.30).

Картографічна сітка проекції з побудованими на ній індикатрисами повинна бути надрукована.

## **Задача 6**

### **Розв'язування:**

Екстремальні спотворення довжин, обчислені для цієї проекції за формулами (1.21) в системі «Excel», представлені в табл. 1.7.



Рис. 1.19 - Картографічна сітка проекції Гіппарха з індикатрисами спотворень

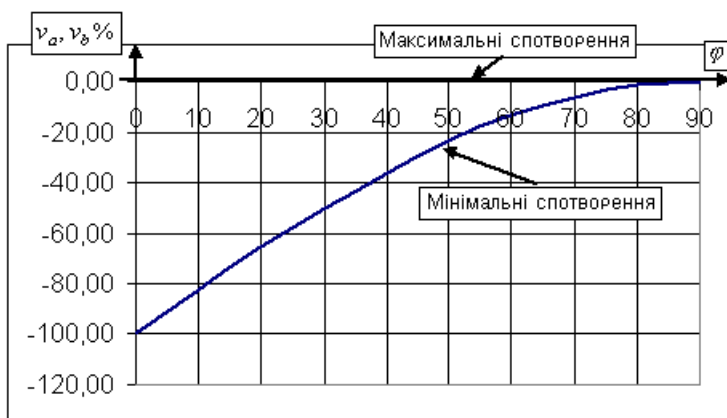


Рис. 1.20 - Графіки зміни екстремальних спотворень довжин проекції Гіппарха

Таблиця 1.6 - Основні характеристики проекції Гінпарха

№ точки	Координати (градуси)		$m$	$n$	Умова	$a$	$b$	$p$	$\omega$	$U_0$	$A_0$
	$\varphi$	$\lambda$									
1	90	-	1,00	1,00	$m = n$	1,00	1,00	1,00	0,00	50,8	-
2	60	60	0,87	1,00	$m < n$	1,00	0,87	1,87	8,2	47,0	90
3	30	30	0,50	1,00	$m < n$	1,00	0,50	0,50	38,9	54,7	90

Таблиця 1.7 - Створення довжин проекції Гінпарха

№ точки	$\varphi$ (градуси)	$m$	$n$	Умова	$a$	$b$	$v_a$ (%)	$v_b$ (%)
1	0	0,00	1,00	$m < n$	1,00	0,00	0,0	-100
2	10	0,17	1,00	$m < n$	1,00	0,17	0,0	-82,6
3	20	0,34	1,00	$m < n$	1,00	0,34	0,0	-65,8
4	30	0,50	1,00	$m < n$	1,00	0,50	0,0	-50,0
5	40	0,64	1,00	$m < n$	1,00	0,64	0,0	-35,7
6	50	0,77	1,00	$m < n$	1,00	0,77	0,0	-23,4
7	60	0,87	1,00	$m < n$	1,00	0,87	0,0	-13,4
8	70	0,94	1,00	$m < n$	1,00	0,94	0,0	-6,0
9	80	0,98	1,00	$m < n$	1,00	0,98	0,0	-1,5
10	90	1,00	1,00	$m = n$	1,00	1,00	0,0	0,0

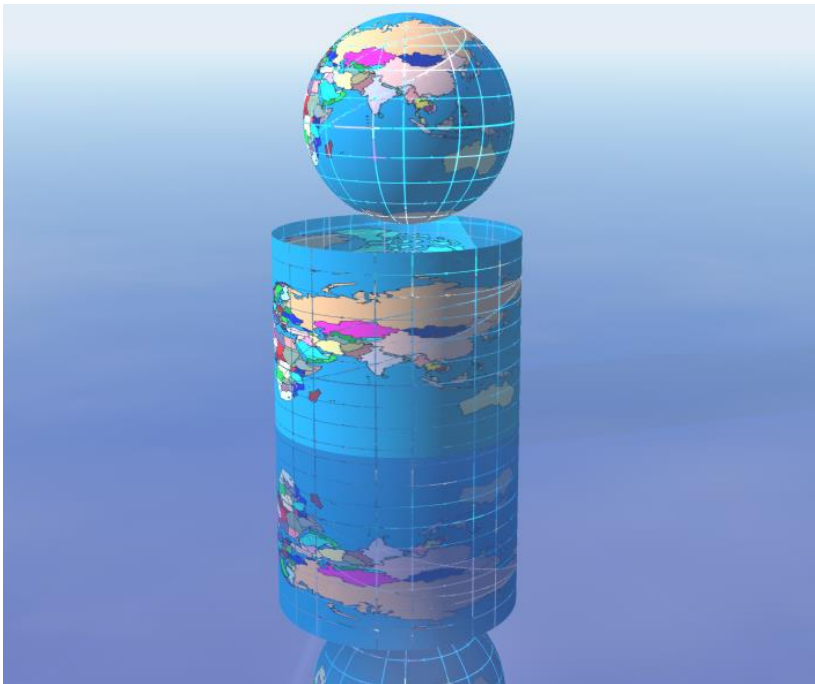
### Задача 7

#### **Розв'язування:**

Для проекції Гіппарха, заданої рівняннями (1.30), виконуються умови (1.29). Тому можна зробити висновок, що проекція ортогональна, рівнопріміжна уздовж паралелей.



## **2. ПОБУДОВА ЛОКСОДРОМІЇ ТА ОРТОДРОМІЇ НА КАРТОГРАФІЧНИХ СІТКАХ ПРОЕКЦІЙ МЕРКАТОРА І ФАЛЕСА МІЛЕТСЬКОГО**



Під час роботи над завданням студенти повинні опанувати методи побудови картографічних сіток, навчитися будувати локсодромію та ортодромію на картографічних сітках проекцій.

## **2.1. Зміст завдання**

Територія картографування обмежена паралелями з широтами  $\varphi_{нів}$ ,  $\varphi_{півн}$  і меридіанами з довготами  $\lambda_{зах}$ ,  $\lambda_{схід}$ , частота сітки  $\Delta\varphi = \Delta\lambda$ . Всі ці величини обираються з додатку В. Необхідно розв'язати такі задачі:

1. Обчислити і побудувати в головному масштабі  $\mu_0$  картографічні сітки проекцій:
  - Меркатора;
  - Гномонічної (Фалеса Мілетського).

Математична модель Землі – куля з радіусом, рівним середньому радіусу земного еліпсоїда на поверхні, що картографується.

2. Побудувати на картографічних сітках проекцій Меркатора та гномонічної від точки А ( $\varphi_{нів}, \lambda_{зах}$ ) до точки В ( $\varphi_{півн}, \lambda_{схід}$ ) локсодромію і ортодромію. Визначити довжину кожної з цих ліній.
3. Намітити курс транспортного засобу з однією вузловою точкою, так, щоб отримані дві локсодромії були близькими до ортодромії.

## 2.2. Порядок виконання завдання

### 2.2.1. Загальні обчислення

Визначити координати середньої точки проекції за формулами:

$$\varphi_0 = \frac{\varphi_{\text{півд}} + \varphi_{\text{півн}}}{2}, \quad \lambda_0 = \frac{\lambda_{\text{зах}} + \lambda_{\text{схід}}}{2}. \quad (2.1)$$

Знайти радіус земної кулі [5, с. 34]:

$$R = \frac{a\sqrt{1-e^2}}{1-e^2 \sin^2 \varphi_0}, \quad (2.2)$$

де  $a, e^2$  - велика піввісь і квадрат першого ексцентриситету земного еліпсоїда для WGS84 становлять відповідно [10]:

$$a = 6378137 \text{ (м)}, \quad e^2 = 6,6943799904 \cdot 10^{-3}.$$

Результат обчислень  $\varphi_0, \lambda_0, R$  помістіть в табл. 2.1.

### 2.2.2. Проекція Меркатора

Формули проекції Меркатора для кулі, за умови, що координати визначаються в см, записуються так [3, с. 58]:

$$x = A \ln \tan \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right), \quad y = B(\lambda - \lambda_0), \quad (2.3)$$

де  $A, B$  - сталі,

$$A = r_0 \cdot 100 \cdot \mu_0, \quad B = \frac{A}{\rho^0}. \quad (2.4)$$

В рівняннях (2.4)  $\rho^0$  - коефіцієнт переходу від радіанної до градусної міри, який дорівнює:

$$\rho^0 = 57,295780,$$

$r_0$  радіус паралелі земної кулі з широтою  $\varphi_0$ , якій визначається по формулі:

$$r_0 = R \cos \varphi_0. \quad (2.5)$$

Обчислення точок перетину паралелей з віссю  $x$  виконайте в табл. 2.2. В цій таблиці  $S_{мер}$  - відстань уздовж меридіана між сусідніми паралелями. В проекції Меркатора ця величина змінюється тільки від паралелі до паралелі. Тому вона розраховується як різниця між сусідніми значеннями  $x$  табл. 2.2, а саме:

$$S_{мер} = x_{i+1} - x_i. \quad (2.6)$$

Оскільки проекція симетрична щодо середнього меридіана, обчислення  $y$  в табл. 2.3 виконуються тільки для меридіан з позитивними значеннями  $y$ .

Використовуючи дані табл. 2.2-2.3, побудуйте картографічну сітку проекції Меркатора. В звіті про виконане завдання необхідно привести табл. 2.1-2.3 з розрахунками координат точок проекцій та їх картографічні сітки, побудовані або вручну, або в одному з графічних редакторів. Нижче, в наведеному прикладі розрахунку обох проекцій, описаний спосіб побудови картографічних сіток в системі «AutoCAD».

### 2.2.3. Гномонічна проекція

Гномонічна проекція використовується як коса проекція кулі на площину. Її формули виглядають таким чином:

$$\cos z = (\sin \varphi \sin \varphi_0 + \cos \varphi \cos \varphi_0 \cos(\lambda - \lambda_0)), \quad (2.7)$$

$$C = R \cdot \mu_0 \cdot 100, \quad (2.8)$$

$$x = C \frac{(\sin \varphi \cos \varphi_0 - \cos \varphi \sin \varphi_0 \cos(\lambda - \lambda_0))}{\cos z}, \quad (2.9)$$

$$y = C \frac{\cos \varphi \sin(\lambda - \lambda_0)}{\cos z} \quad (2.10)$$

Обчислення виконуються в табл. 2.4.

В гномонічній проекції відстані  $S_{мер}$  між сусідніми паралелями для кожного меридіана відрізняються один від одного. Тому вони обчислюються уздовж кожного меридіана за формулою:

$$S_{мер} = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}, \quad (2.11)$$

де  $x_i, y_i, x_{i+1}, y_{i+1}$  - координати точок в проекції, розташовані на одному меридіані, але на сусідніх паралелях.

Використовуючи дані табл. 2.4, побудуйте картографічну сітку гномонічної проекції.

### 2.2.4. Локсодромія та ортодромія в проекції Меркатора і в гномонічній проекції

Приблизна довжина локсодромії на земній кулі визначається за допомогою формули [2, с. 125]:

$$S_{лок} \cong \frac{(\varphi_B - \varphi_A)'}{\cos \alpha} \text{ (морських миль)}, \quad (2.12)$$

де  $(\varphi_B - \varphi_A)'$  - різниця широт між точками А і В, виражена в хвилинах,  $\alpha$  - азимут локсодромії, званий шляховим кутом. Він визначається з формули:

$$\alpha = \arctan \frac{y_B - y_A}{x_B - x_C}, \quad (2.13)$$

де  $x_A, y_A, x_B, y_B$  - координати початкової (А) і кінцевої (В) точок локсодромії в проекції Меркатора (табл. 2.2). Довжину ортодромії знаходять із співвідношення [4, с. 98]:

$$\cos S_{орт} = \sin \varphi_A \sin \varphi_B + \cos \varphi_A \cos \varphi_B \cos(\lambda_B - \lambda_A) \quad (2.14)$$

Оскільки 1 морська миля – це відстань на земній кулі між точками, які видно з центру земної кулі під кутом в 1 дугову мінуту, то для визначення довжини ортодромії в морських милях достатньо знайти  $\arccos$  виразу (2.14) в мінутах дуги, тобто,

$$S_{орт} = 60 \cdot \arccos(\sin\varphi_A \sin\varphi_B + \cos\varphi_A \cos\varphi_B \cos(\lambda_B - \lambda_A))^0 \text{ (морських миль)}. \quad (2.15)$$

Для відшукування довжин локсодромії і ортодромії в км, слід скористатися співвідношенням:

$$1 \text{ морська миля} = 1,852 \text{ км}. \quad (2.16)$$

Знайдіть різницю між довжинами локсодромії і ортодромії:

$$\Delta S = S_{лок} - S_{орт}. \quad (2.17)$$

Обчислення оформіть у вигляді табл. 2.5.

З'єднайте в проекції Меркатора точку А з точкою В прямою лінією. Підпишіть отриману лінію:

#### **Локсодромія.**

Аналогічно в гномонічній проекції з'єднаєте точку А з точкою В прямою лінією і підпишіть її (рис. 2.4):

#### **Ортодромія.**

Використовуючи лінійну інтерполяцію точок перетину локсодромії з меридіанами, перенесіть її зображення з проекції Меркатора в гномонічну проекцію. Для обчислення точок перетину локсодромії з меридіанами в гномонічній проекції скористайтеся формулою:

$$\Delta S_{лок.гном} = \Delta S_{лок.Мерк} \frac{S_{мер.гном}}{S_{мер.Мерк}}, \quad (2.18)$$

де  $S_{мер.Мерк}$ ,  $S_{мер.гном}$  - відстані між сусідніми паралелями уздовж меридіана, що перетинає локсодромію;  $\Delta S_{лок.Мерк}$ ,  $\Delta S_{лок.гном}$  - відстані між найближчою південною паралеллю і локсодромією уздовж того ж меридіана в проекціях Меркатора і гномонічній, відповідно. Величини  $S_{мер.Мерк}$ ,

$S_{\text{мер.гном}}$  обчислюються в табл. 2.2 і 2.4. Відстань  $\Delta S_{\text{лок.Мерк}}$  знімається безпосередньо з картографічної сітки або за допомогою лінійки, або в системі «AutoCAD» за допомогою спеціальної команди dist.

Аналогічно, використовуючи лінійну інтерполяцію точок перетину ортодромії з меридіанами, перенесіть її зображення з гномонічної проекції в проекцію Меркатора. Для обчислення точок перетину ортодромії з меридіанами в проекції Меркатора скористайтеся формулою:

$$\Delta S_{\text{орт.Мерк}} = \Delta S_{\text{орт.гном}} \frac{S_{\text{мер.Мерк}}}{S_{\text{мер.гном}}} . \quad (2.19)$$

У формулі (2.19)  $\Delta S_{\text{орт.Мерк}}$ ,  $\Delta S_{\text{орт.гном}}$  - відстані між найближчою південною паралеллю і ортодромією уздовж меридіана в проекціях Меркатора і гномонічній.  $\Delta S_{\text{орт.гном}}$  визначається безпосередньо з картографічної сітки гномонічної проекції. Розрахунки по знаходженню точок перетину локсодромії і ортодромії з відповідними меридіанами занесіть в табл. 2.6, 2.7.

## 2.2.5. Курс транспортного засобу з однією вузловою точкою

На картографічній сітці проекції Меркатора знайдіть точку перетину середнього меридіану з ортодромією. Позначте цю точку, як точку С. Для цієї точки необхідно знайти прямокутні координати в проекції Меркатора,  $x_C, y_C$ , і географічну широту  $\varphi_C$ .

Координату  $x_C$ , можна знайти як суму двох чисел, а саме:

$$x_C = x_{\text{ПівдПар}} + \Delta S_{\text{ортМерк}} , \quad (2.20)$$

де  $x_{ПівдПар}$  - абсциса паралелі, найближчої з півдня до точки С (табл. 2.2),  $\Delta S_{ортМерк}$  - відстань в проекції Меркатора між цією паралеллю і точкою С на ортодромії. В табл. 2.7 ця величина обчислюється в рядку для середнього меридіану.

У зв'язку з тим, що картографічна сітка проекції симетрична відносно осі  $x$ , ордината точки С дорівнює,

$$y_C = 0. \quad (2.21)$$

За допомогою лінійної інтерполяції знайдіть різницю широт між найближчою з півдня паралелі і точкою С. Для цього можна використати формулу:

$$\Delta\varphi_C = \frac{\Delta\varphi \cdot \Delta S_{ортМерк}}{S_{мер}}, \quad (2.22)$$

де  $\Delta\varphi$  – різниця широт двох сусідніх паралелей.

Таким чином, широта точки С знаходиться за допомогою формули:

$$\varphi_C = \varphi_{півд пар} + \Delta\varphi_C, \quad (2.23)$$

де  $\varphi_{півд пар}$  - широта паралелі, найближчою з півдня до точки С.

На картографічній сітці в проекції Меркатора побудуйте дві локсодромії між точками А – С, та між точками С – В. За допомогою формули (2.13) знайдіть шляхові кути цих локсодромій. В першому випадку в формулі (2.13) слід замінити точку В на точку С, в другому випадку – точку А на точку С. Використовуючи формулу (2.12) знайдіть довжини локсодромій між точками А - С, та між точками С – В. За допомогою рівняння:

$$S_{лок ACB} = S_{лок AC} + S_{лок CB}, \quad (2.24)$$

обчислить загальну довжину двох локсодромій між точками А–С–В. Порівняйте отриману довжину з довжиною локсодромії та ортодромії, побудованих безпосередньо між точками А–В. Для цих довжин повинно виконуватися наступне співвідношення:



$$S_{орт AB} < S_{лок ACB} < S_{лок AB} \cdot \quad (2.25)$$

Знайдіть різниці довжин між локсодромією АВ та ортодромією, а також між двома локсодроміями АС, СВ та між ортодромією, за формулами:

$$\Delta S_1 = S_{лок AB} - S_{орт AB}, \quad \Delta S_2 = S_{лок ACB} - S_{орт AB} \cdot \quad (2.26)$$

Всі обчислені величини помістіть в табл. 2.8.

Проаналізуйте отримані числові значення  $\Delta S_1, \Delta S_2$ . Зробіть висновок про те, який з курсів транспортного засобу вздовж локсодромії А-В, або вздовж двох локсодромій А-С-В є більш коротким і наскільки.

## 2.3. Числовий приклад виконання завдання

### 2.3.1. Обчислення точок перетину паралелей і меридіанів з осями

Таблиця 2.1 - Початкові дані і загальні параметри

№ з/п	Параметр	Чисельне значення
1	$\varphi_{півд}$ (градуси)	50
2	$\varphi_{півн}$ (градуси)	70
3	$\lambda_{зах}$ (градуси)	140
4	$\lambda_{схід}$ (градуси)	180
5	$\Delta\varphi = \Delta\lambda$ (градуси)	5
6	$\mu_0$	1:12 000 000
7	$\varphi_0$ (градуси)	60
8	$\lambda_0$ (градуси)	160
9	$R$ (м)	6 388 829,25

Таблиця 2.2 - Обчислення точок перетину паралелей з віссю  $y$   
 $A = 26,620122$

$\varphi$ (градуси)	$\ln \tan\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)$	$x$ (см)	$x$ , приведенне до мінімального значення (см)	$S_{мер} = \Delta x$ (см)
70	1,73541516	46,20	19,29	-
				6,10
65	1,50645424	40,10	13,20	
				<u>5,04</u>
60	1,31695790	35,06	<u>8,15</u>	
				4,33
55	1,15423455	30,73	3,82	
				3,83
50	1,01068319	26,90	0,00	
				-

Таблиця 2.3 - Обчислення точок перетину меридіанів з віссю

$$x$$

$$B = 0,464609$$

$\lambda$ (градуси)	$(\lambda - \lambda_0)$ (градуси)	$y$ (см)
160	0	0,00
165	5	2,32
170	10	4,65
175	15	6,97
180	20	9,29

### 2.3.2. Побудова картографічної сітки проекції Меркатора в системі «AutoCAD»

Як і в розд. 1.2, задача 2, встановіть в системі «AutoCAD» одиниці – см.

Оскільки проекція – циліндрична, то довжина паралелей складає 9,29 см (максимальне значення  $y$  табл. 2.2), а довжина меридіанів – 19,29 см. (максимальне значення  $x$  табл. 2.1). Відрізки прямих ліній можна побудувати в системі «AutoCAD» як прями, паралельні осям з урахуванням їх довжини.

Перед початком побудов включити опцію ORTHO, натискаючи кнопку з тією ж назвою в рядку станів (див. рис. 2.1).

Для побудови паралелей виконайте наступні дії:

1. Наберіть в командному рядку команду  
line.

2. На запит

Specify first point:

введіть координати точки перетину першої паралелі з віссю  $x$  (в геодезії це вісь  $y$ ):

0,0.

3. На запит

Specify next point or [Undo]:

протягніть курсор миші вправо від початкової точки, так щоб в графічному вікні була побудована тимчасова горизонтальна лінія (див. рис. 2.1).

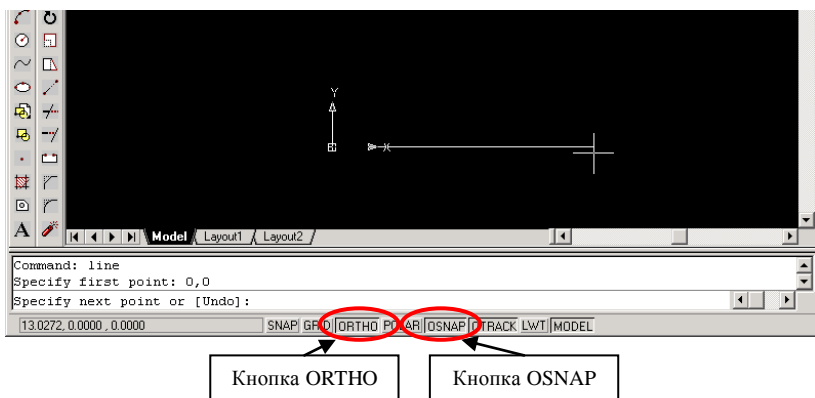


Рис. 2.1 - Побудова горизонтального відрізка прямої

4. Введіть в командний рядок довжину паралелі  
9.29.

5. Двічі натисніть клавішу Enter.

В графічному вікні буде побудована перша паралель. Якщо вона не буде видна, збільшить малюнок, скориставшись командою `Zoom > In` з меню `View`.

Аналогічно побудуйте решту паралелей проекції. Координати першої точки другої паралелі будуть такими:  
0,3.82.

Щоб побудувати перший меридіан, виконайте дії пунктів 1-2, описаних вище.

На запит

`Specify next point or [Undo]:`

протягніть курсор миші вгору від початкової точки, так щоб в графічному вікні була побудована тимчасова вертикальна лінія і введіть в командний рядок довжину меридіана:  
19.29.

Двічі натисніть клавішу Enter.

Аналогічно побудуйте решту меридіанів. Координати першої точки другого меридіана будуть такими:

### 2.32,0.

Оскільки обчислення виконувалися не з першого меридіана, а з середнього, то, насправді в результаті всіх вищеописаних дій буде побудована лише половина картографічної сітки проекції. Щоб побудувати всю картографічну сітку скористайтеся властивістю проекції – симетричністю щодо середнього меридіана. Для цього виконайте наступні дії:

1. Перевірте, що включена опція OSNAP з варіантом Endpoint.
2. Введіть в командний рядок команду mirror.
3. На запит

Select objects:

виділіть весь створений Вами малюнок і двічі натисніть клавішу Enter.

4. На запит

Specify first point mirror line:

встановіть курсор в нижній точці лівого меридіана, так як це показано на рис. 2.2 а, та натисніть клавішу Enter.

Зверніть увагу: Коли ви встановлюєте курсор в кінцевій точці меридіана або паралелі, остання показується жовтим квадратиком.

5. На запит

Specify second point mirror line:

встановіть курсор у верхній точці лівого меридіана, так як це показано на рис. 2.2 b, і натисніть клавішу Enter.

6. На запит

Delete source objects [Yes/No] <N>:

для підтвердження вибору No натисніть клавішу Enter.

В результаті всіх вищеописаних дій Ви побудуєте картографічну сітку, яка матиме вигляд показаний на рис. 2.3.

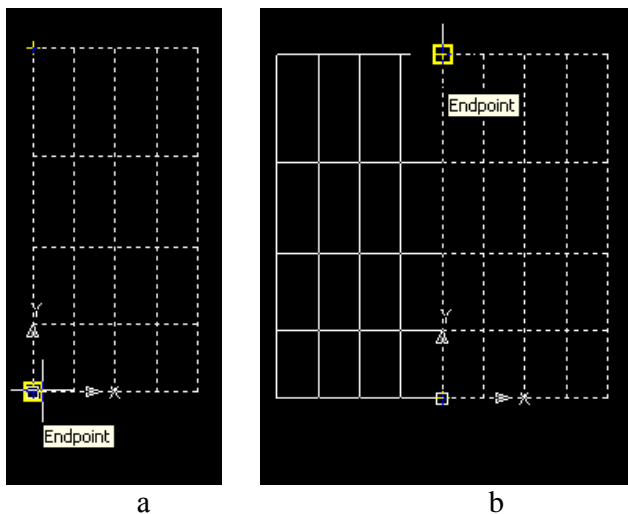


Рис. 2.2 - Вибір лінії дзеркального відображення малюнка

Початкове положення курсору при додаванні назви картографічної сітки

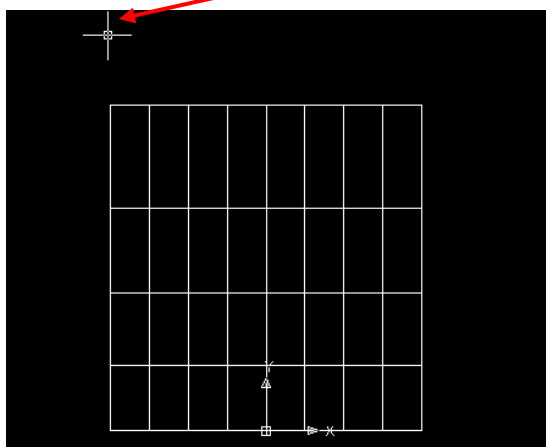


Рис. 2.3 - Картографічна сітка проєкції Меркатора, побудована в системі «AutoCAD»

До малюнка картографічної сітки повинна бути додана текстова інформація, а саме:

- Назва малюнка:  
**Картографічна сітка проекції Меркатора;**
- Числові значення градусів для меридіанів і паралелей.

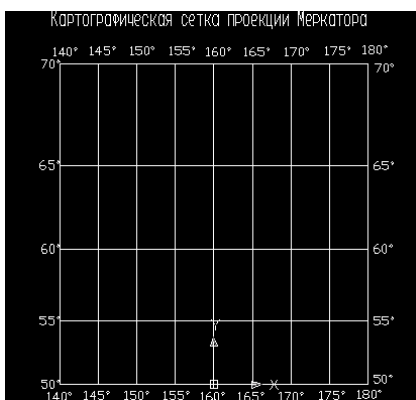
Як і в попередньому завданні (розд. 1.2), текстову інформацію необхідно помістити в окремий шар. Для його створення скористайтесь кнопкою Layers (Шари) на панелі інструментів Властивостей об'єктів (рис. 1.2-1.4).

Перед формуванням текстового рядка включити кнопку POLAR, розташовану в рядку станів (див. рис. 2.1).

Для формування назви картографічної сітки проекції скористайтеся командою text зі способом вирівнювання justify (обгрунтувати), з варіантом fit (приспосувати), так як це описано в розд. 1.2, задача 2.

Аналогічно, щоб встановити значення широт паралелей і довгот меридіанів поряд з картографічною сіткою проекції, скористайтеся інформацією, яка надана в розд. 1.2, задача 2.

В результаті всіх вищеописаних дій картографічна сітка повинна виглядати так, як показано на рис. 2.4.



*Рис. 2.4 - Картографічна сітка проекції Меркатора з шаром написів*

Збережіть отриманий малюнок у файлі з назвою Mercator.

### 2.3.3. Побудова картографічної сітки гномонічної проекції в системі «AutoCAD»

Використовуючи формули (2.7-2.11), виконайте обчислення координат точок перетину меридіанів і паралелей картографічної сітки гномонічної проекції. Результати обчислень занесіть в табл. 2.4.

Створіть в системі «AutoCAD» новий малюнок і встановіть для нього одиниці см.

Для побудови паралелей виконайте наступні дії:

1. Наберіть в командному рядку команду  
spline.

2. На запит

Specify first point or [Object]:

введіть координати першої точки паралелі з широтою  $70^0$ , помінявши  $x$ ,  $y$  місцями, а саме:

0,9.39,

і натисніть клавішу Enter.

3. На запит

Specify next point:

введіть координати другої точки паралелі з широтою  $70^0$

1.61,9.45.

Натисніть клавішу Enter.

4. На запит

Specify next point or [Close/Fit tolerance] <start tangent>:

введіть в командний рядок букву

f.

Натисніть клавішу Enter.

5. Коли з'явиться запит

Specify fit tolerance <0.0000>:

щоб підтвердити, що сплайн повинен проходити точно через початкові точки, натисніть клавішу Enter ще раз.

6. На наступний запит, подібний, представленому вище в пункті 3, введіть координати третьої точки паралелі з широтою  $70^0$

3.22,9.66.



Натисніть клавішу Enter.

- Повторюючи дії пункту 6, введіть наступні координати точок паралелі з широтою  $70^{\circ}$ . Вони обираються з табл. 2.4 по горизонталі.
- Після введення останньої точки чотири рази натисніть клавішу Enter.

В графічному вікні з'явиться зображення першої паралелі. Аналогічно, використовуючи відповідні координати, побудуйте решту паралелей проєкції.

Меридіани в гномонічній проєкції – прямі лінії. Проте, для контролю обчислень побудуйте їх так як і паралелі за допомогою команди `spline`. Координати відповідного меридіана вибираються з табл. 2.4 по вертикалі. В результаті вищерозглянутих побудов буде сформована половина картографічної сітки. Як і для проєкції Меркатора, її необхідно дзеркально відобразити по відношенню до середнього меридіана за допомогою команди `mirror`.

Створіть текстові рядки назви проєкції і підписів меридіанів і паралелей також як це описано раніше для проєкції Меркатора. Остаточна, картографічна сітка гномонічної проєкції буде мати вигляд показаний на рис. 2.5. Збережіть малюнок у файлі з назвою `Gnomon`.

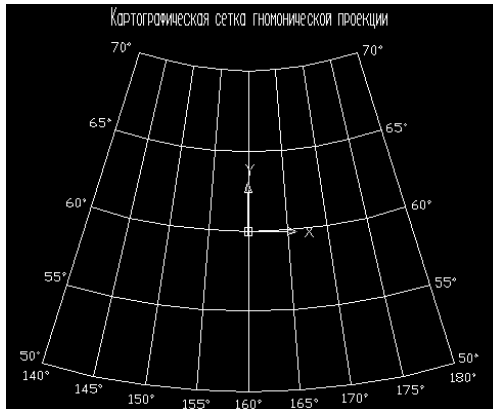


Рис. 2.5 - Картографічна сітка гномонічної проєкції із шаром написів

Таблиця 2.4 - Обчислення координат точок перетину меридіанів і паралелей картографічної сітки гномонічної проекції

$$C = 53,240244 \quad \sin \varphi_0 = 0,86602540 \quad \cos \varphi_0 = 0,50000000$$

$\varphi$ (градуси)	Параметри	$\lambda$ (градуси)				
		160	165	170	175	180
1	2	3	4	5	6	7
70	$\cos Z$	0,98480775	0,98415701	0,98220973	0,97898073	0,97449458
	$X$ (см)	9,39	9,45	9,66	9,99	10,46
	$Y$ (см)	0,00	1,61	3,22	4,81	6,39
	$S_{мер}$ (см)	4,73	4,73	4,74	4,75	4,77
65	$\cos Z$	0,99619470	0,99539060	0,99298444	0,98899451	0,98345120
	$X$ (см)	4,66	4,74	4,97	5,36	5,91
	$Y$ (см)	0,00	1,97	3,93	5,89	7,83
	$S_{мер}$ (см)	4,66	4,66	4,67	4,69	4,72
60	$\cos Z$	1,00000000	0,99904867	0,99620194	0,99148146	0,98492316
	$X$ (см)	0,00	0,09	0,35	0,79	1,41
	$Y$ (см)	0,00	2,32	4,64	6,95	9,24
	$S_{мер}$ (см)	4,66	4,66	4,68	4,70	4,74
55	$\cos Z$	0,99619470	0,99510338	0,99183774	0,98642263	0,97889925
	$X$ (см)	-4,66	-4,56	-4,27	-3,79	-3,11
	$Y$ (см)	0,00	2,67	5,35	8,01	10,67

1	2	3	4	5	6	7
	$S_{мер}$ (см)	4,73	4,74	4,76	4,79	4,84
50	$\cos z$	0,98480775	0,98358475	0,97992506	0,97385652	0,96542533
	$x$ (см)	-9,39	-9,28	-8,97	-8,46	-7,72
	$y$ (см)	0,00	3,03	6,06	9,10	12,12

Таблиця 2.5 - Параметри ортодромії та локсодромії

№ з/п	Параметр	Чисельне значення
1	$\varphi_A$ (градуси)	50
2	$\lambda_A$ (градуси)	140
3	$\varphi_B$ (градуси)	70
4	$\lambda_B$ (градуси)	180
5	$x_A$ (см)	0
6	$y_A$ (см)	-9,29
7	$x_B$ (см)	19,29
8	$y_B$ (см)	9,29
9	$\alpha_{AB}$ (градуси)	43,926
10	$S_{лок AB}$ (км)	3085,6
11	$S_{орт AB}$ (км)	3038,6

### **2.3.4. Побудова локсодромії та ортодромії на картографічних сітках проекцій Меркатора та гномонічної в системі «AutoCAD»**

Заповніть табл. 2.5, виконавши необхідні обчислення за допомогою формул (2.12-2.15) і даних табл. 2.4. Для заповнення табл. 2.5, слід використовувати величини  $x$ , приведені до мінімального значення (див. табл. 2.2). У зв'язку з тим, що при обчисленні ординат, використовується умова симетричності сітки проекції відносно осі  $x$ , ординати точок А, В за абсолютним значенням дорівнюють максимальному значенню  $y$  табл. 2.3, причому, ордината точки А – негативна, точки В – позитивна.

Відкрийте в системі «AutoCAD» файл з картографічною сіткою проекції Меркатора. Встановіть для опції OSNAP включеними варіанти Endpoint і Intersection. Створіть шар з назвою Merk-loks-ort. Встановіть для нього бірюзовий колір. Зробіть цей шар поточним. Побудуйте в шарі Merk-loks-ort локсодромію. Для цього виберіть команду line і вкажіть на координатній сітці малюнка точку А, потім точку В. Для завершення команди line натисніть клавішу Enter. Ви отримаєте зображення, представлене на рис. 2.6.

Аналогічно побудуйте ортодромію в гномонічній проекції, створивши на рисунку з картографічною сіткою гномонічної проекції (файл Gnomon) шар з назвою Gnom-loks-ort.

#### **Локсодромія в гномонічній проекції**

Для того щоб перенести зображення локсодромії з сітки проекції Меркатора на сітку гномонічної проекції, слід виконати лінійну інтерполяцію точок перетину локсодромії з меридіанами. Для цього потрібно знати відстані від найближчої південної паралелі до точки перетину локсодромії з меридіаном, тобто величини  $\Delta S_{\text{лок.Мерк}}$ . Ці

відстані на рис. 2.12 показані потовщеними. Для їх знаходження виконайте наступні дії:

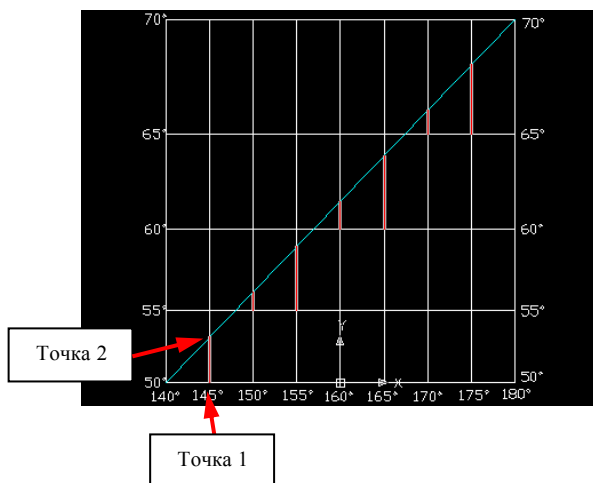


Рис. 2.6 - Картографічна сітка проєкції Меркатора з локсодромією та відрізками  $\Delta S_{\text{лок.Мерк}}$

1. Перевірте, що опція OSNAP вклучена з установками Endpoint і Intersection.
2. Наберіть в командному рядку команду `dist` і натисніть клавішу Enter.
3. На запит

Specify first point:

вказіть нижню точку першої відстані  $\Delta S_{\text{лок.Мерк}}$  для меридіана  $145^{\circ}$ . На рис. 2.6 вона показана, як точка 1. В мить, коли Ви встановите курсор над точкою 1, вона буде показана у вигляді жовтого квадратика. Клацніть її мишею.

4. На запит

Specify second point:

вказіть верхню точку першої відстані  $\Delta S_{\text{лок.Мерк}}$ . На рис. 2.6 вона показана, як точка 2. В мить, коли Ви встановите

курсор над точкою 2, вона буде показана у вигляді жовтого перехрестя, поверненого на  $45^0$ . Клацніть її мишею.

В командному рядку з'явиться повідомлення:

Distance = 2.4087, Angle in XY Plane = 90, Angle from XY Plane = 0

Delta X = 0.0000, Delta Y = 2.4087, Delta Z = 0.0000

Скопіюйте величину Distance з командного рядка в буфер обміну і вставте в табл. 2.6, в осередок з величинами  $\Delta S_{\text{лок.Мерк}}$  для меридіана з довготою  $145^0$ . Аналогічно, розрахуйте решту відстаней  $\Delta S_{\text{лок.Мерк}}$ .

Використовуючи рис. 2.6, перенесіть величини  $S_{\text{мер}}$  для проекції Меркатора з табл. 2.2 в табл. 2.6. Вони розраховані в останній колонці табл. 2.2. Згідно рис. 2.6,  $S_{\text{мер}}$  для меридіана з довготою  $145^0$  дорівнює відстані між паралелями з широтами  $50^0$  і  $55^0$ . Аналогічно, перенесіть відповідні значення  $S_{\text{мер}}$  для гномонічної проекції з табл. 2.4 в табл. 2.6.

Використовуючи формулу (2.18), розрахуйте  $\Delta S_{\text{лок.гном}}$ . Для даного прикладу ці величини представлені в табл. 2.6 жирним шрифтом.

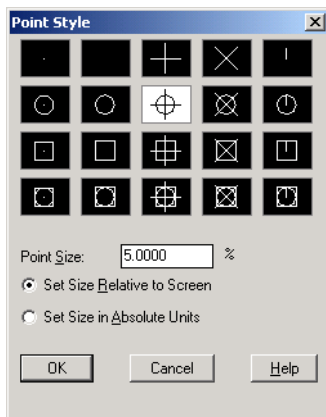
Відкрийте файл із зображенням гномонічної проекції (Gnomon). Перед побудовою виконайте наступні підготовчі дії:

1. Створіть додатковий шар з назвою Points і зробіть його поточним.
2. Відключіть опцію OSNAP, віджавши відповідну кнопку в рядку станів.

Таблиця 2.6 - Розрахунок точок перетину локсодромії з меридіанами

$\lambda$ (гра- дуси)	Між паралеля- ми (градуси)	$S_{мер}$ уздовж меридіана, перетинаючого локсодромію в проекції (см)		Відстань від найближчої південної паралелі до локсодромії в проекції (см)	
		Меркатора	гномонічній	Меркатора ( $\Delta S_{лок.Мерк}$ )	гномонічній ( $\Delta S_{лок.гном}$ )
145	50-55	3,83	4,79	2,4087	<b>3,01</b>
150	55-60	4,33	4,68	0,9973	<b>1,08</b>
155	55-60	4,33	4,66	3,4163	<b>3,68</b>
160	60-65	<u>5,04</u>	4,66	1,4950	<b>1,38</b>
165	60-65	5,04	4,73	3,9037	<b>3,66</b>
170	65-70	6,10	4,74	1,2727	<b>0,99</b>
175	65-70	6,10	4,75	3,6813	<b>2,87</b>

3. В меню Format (Формат) виберіть команду Point Style (Стиль точки) і в діалоговому вікні, представленому на рис. 2.7, виберіть один з добре видимих стилів точки, наприклад, такий, як показано на цьому рис.



*Рис. 2.7 - Діалогове вікно Point Style*

Натисніть в цьому вікні кнопку ОК.

Для побудови точок перетину локсодромії з меридіанами в гномонічній проекції виконайте наступні дії:

1. Наберіть в командному рядку команду  
point

і натисніть клавішу Enter.

2. У відповідь на запит  
Specify a point:

наберіть в командному рядку апостроф з командою  
виклику калькулятора, а саме  
'cal

Натисніть клавішу Enter. Цією командою Ви викликаєте калькулятор<sup>2</sup> системи «AutoCAD» в прозорому режимі<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> Як зазначається в [12, с. 341], калькулятор системи «AutoCAD» може не тільки виконувати числові розрахунки, як звичайний калькулятор, але також і обчислення, пов'язані з точками і векторами. Він підтримує всі об'єктні прив'язки і має власні функції. Зокрема, він має функцію



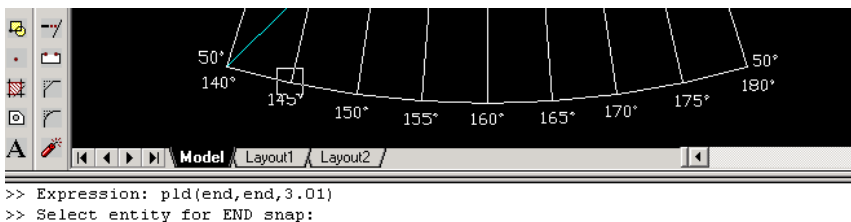
### 3. На запит

>> Expression:

введіть функцію

`pld(end,end,3.01)`

і натисніть клавішу Enter.



*Рис. 2.8 - Визначення першої точки функції pld для меридіана з довготою 145<sup>0</sup>*

4. З'явиться запит, представлений на рис. 2.8 з пропозицією вказати точку прив'язки Endpoint (END). Одночасно курсор миші перетвориться на квадрат. Встановіть його в південній точці меридіана з довготою 145<sup>0</sup>, так як це показано на рис. 2.8 і натисніть ліву клавішу миші.
5. На другий запит з пропозицією вказати другу точку об'єктної прив'язки Endpoint встановіть курсор в північній точці меридіана з довготою 145<sup>0</sup>, так як це показано на рис. 2.9 і натисніть ліву клавішу миші. На меридіані з'явиться точка, а в командному рядку її координати.

---

`pld(p1,p2,d)`, що дозволяє визначити точку на відрізку між точками `p1` і `p2`, розташовану на відстані `d` від точки `p1`. Точки `p1`, `p2` можна вказувати як координатами, так і їх назвою об'єктної прив'язки. Зокрема, точка Endpoint об'єктної прив'язки в функції `pld` називається `end`, а точка Intersection - `int`.

<sup>3</sup> Є два режими роботи калькулятора системи «AutoCAD», звичайний і прозорий. Для звичайного виклику калькулятора необхідно ввести команду `cal` без апострофа. Прозорий режим призначений для виклику команди `cal` з іншої команди. У цьому випадку необхідний апостроф.

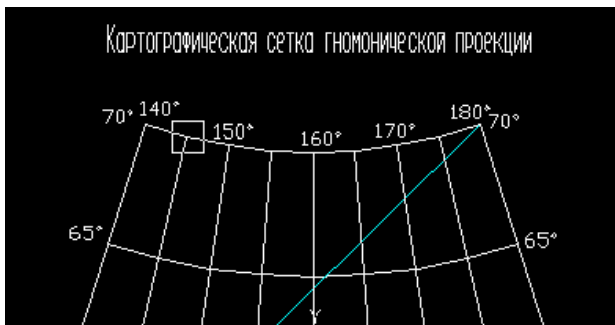


Рис. 2.9 - Визначення другої точки функції *pld* для меридіана з довготою  $145^0$

При побудові точки перетину локсодромії з меридіаном, довгота якого  $150^0$ , слід повторити дії вищеописаних пунктів 1-5, з тією лише різницею, що в цьому випадку функція *pld* матиме наступний вигляд

`pld(int,end,1.08)`

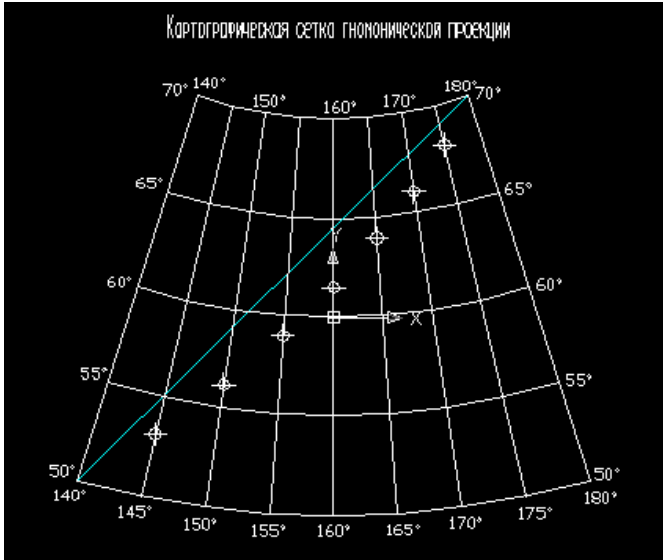
Точка *int* цієї функції – це точка перетину (intersection) меридіана, довгота якого  $150^0$ , з паралеллю, широта якої  $55^0$ . Саме її слід вказати при запиті про визначення першої об'єктної точки.

Аналогічно побудуйте решту точок перетину локсодромії з меридіанами. Ви отримаєте систему точок, показаних на рис. 2.10.

Щоб побудувати локсодромію в гномонічній проекції виконайте наступні дії:

1. Зробіть шар Gnom-loks-ort поточним.
2. Встановіть для опції OSNAP варіанти Endpoint (Кінцева точка) і Node (Вузол).
3. Введіть в командний рядок команду `spline`.

Натисніть клавішу Enter.



*Рис. 2.10 - Побудова точок перетину локсодромії з меридіанами в гномонічній проекції*

4. На запит

Specify first point or [Object]:

використовуючи варіант об'єктної прив'язки Endpoint, клацніть в графічному вікні лівою клавішею миші точку А. Ця точка є самою західною і південною точкою малюнка.

5. На запити

Specify next point:

використовуючи варіант об'єктної прив'язки Node, послідовно вибирайте в графічному вікні всі точки перетину локсодромії з меридіанами, побудовані Вами раніше. Останньою вибраною Вами точкою повинна бути точка В, тобто найпівнічніша і найсхідніша точка картографічної сітки.

6. На запит

Specify next point or [Close/Fit tolerance] <start tangent>:

введіть в командний рядок букву

f.

Натисніть клавішу Enter.

7. Коли з'явиться запит

Specify fit tolerance <0.0000>:

щоб підтвердити, що сплайн повинен проходити точно через початкові точки, натисніть клавішу Enter ще раз.

8. Тричі натисніть клавішу Enter.

В графічному вікні з'явиться зображення локсодромії.

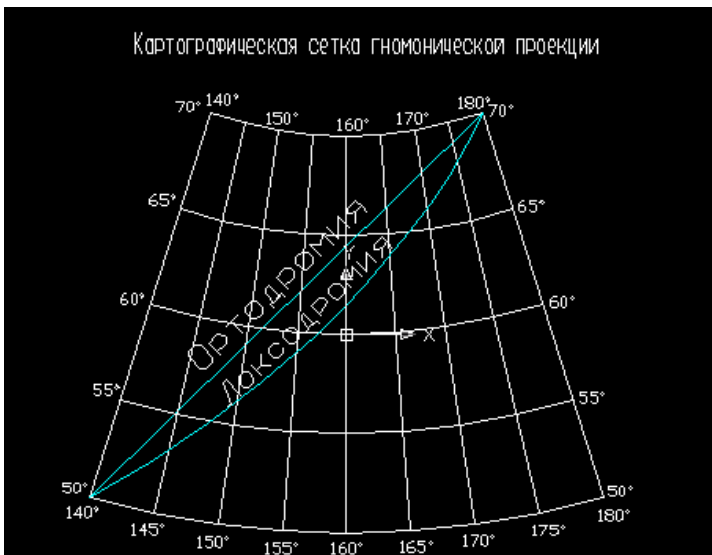
Для того, щоб повністю підготувати картографічну сітку гномонічної проекції до друку виконайте такі дії:

1. Відкрийте діалогове вікно Менеджера шарів (рис. 1.3) і відключіть видимість шару Points, клацнувши в рядку з назвою цього шару колонку On.
2. Зробіть шар text поточним. Натисніть у вікні Менеджера шарів кнопку ОК.
3. Додайте до зображення ортодромії її назву. Для цього скористайтеся методом орієнтування тексту, описаним раніше для текстового рядка назви картографічної сітки.
4. Аналогічно, додайте до зображення локсодромії її назву. Картографічна сітка гномонічної проекції в остаточному вигляді повинна мати вигляд, показаний на рис. 2.11.

### **Ортодромія в проекції Меркатора**

Як і для побудови локсодромії в гномонічній проекції, для виконання цієї частини завдання слід визначити відстані від найближчої південної паралелі до точки перетину ортодромії з меридіаном в гномонічній проекції, тобто величини  $\Delta S_{орт.гном.}$ . Для їх знаходження скористайтеся командою dist.

Заповніть табл. 2.7. Розрахуйте величини  $\Delta S_{орт.Мерк.}$ , використовуючи формулу (2.19).



*Рис. 2.11 - Картографічна сітка гномонічної проєкції з ортодромією та локсодромією*

Створіть шар з назвою Points. Використовуючи калькулятор і функцію pld, побудуйте в цьому шарі точки перетину ортодромії з меридіанами. Під час створення точок не забудьте відключити опцію SNAP.

Відкрийте файл з рисунком картографічної сітки проєкції Меркатора. Зробіть шар Merk-loks-ort поточним. Використовуючи команду spline сформуєте в цьому шарі ортодромію. Відключіть видимість шару points. Зробіть шар text поточним і сформуєте назви для кривих: Локсодромія, Ортодромія так як це показано на рис. 2.12.

Таблиця 2.7 - Розрахунок точок перетину ортодромії з меридіанами

$\lambda$ (градуси)	Між паралелями (градуси)	$S_{мер}$ уздовж меридіана, перетинаючого ортодромію в проекції (см)		Відстань від найближчої південної паралелі до ортодромії в проекції (см)	
		Меркатора	гномонічній	Меркатора ( $\Delta S_{орт.Мерк}$ )	гномонічній ( $\Delta S_{орт.гном}$ )
145	55-60	4,33	4,70	<b>0,13</b>	0,1419
150	55-60	4,33	4,68	<b>3,53</b>	3,8116
155	60-65	5,04	4,66	<b>2,13</b>	1,9652
160	60-65	<u>5,04</u>	4,66	<b><u>4,53</u></b>	4,1839
165	65-70	6,10	4,73	<b>1,66</b>	1,2867
170	65-70	6,10	4,74	<b>3,48</b>	2,7058
175	65-70	6,10	4,75	<b>4,94</b>	3,8506

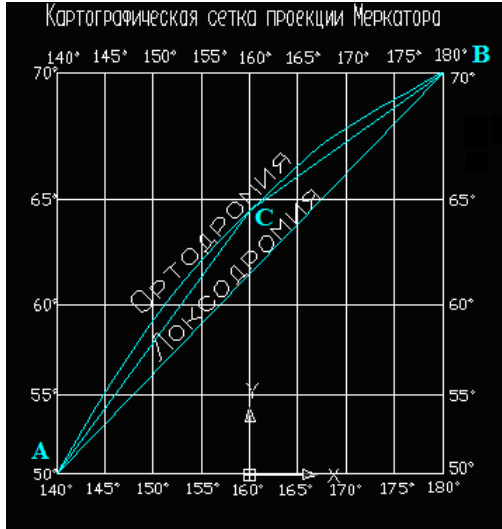


Рис. 2.12 - Картографічна сітка проекції Меркатора з ортодромією та локсодроміями

### 2.3.5. Побудова двох локсодромій через вузлову точку на ортодромії

Використовуючи в командному рядку команду `line`,

побудуйте дві локсодромії, першу – через точки A і C, другу – через точки C і B (див. рис. 2.12). Перед побудовою локсодромій перевірте, що опція `OSNAP` включена з установками `Endpoint` та `Intersection` (рис. 1.7).

З табл. 2.7 виберіть величину  $\Delta S_{ортМерк}$  для середнього меридіану, тобто для меридіану

$$\lambda = 160^{\circ}.$$

В цій табл. вона підкреслена і дорівнює 4,53 (см). З табл. 2.2 в колонці `x`, приведене до мінімального значення, оберіть `x` для паралелі, найближчої з півдня до точки C. В

табл. вона підкреслена і дорівнює 8,15 (см). Використовуючи формулу (2.20), обчисліть абсцису точки С.

Знайдіть в табл. 2.2, або в табл. 2.6 довжину меридіану між паралелями, які містять точку С. Як і в попередніх випадках ця величина в таблицях підкреслена.

За допомогою формул (2.13, 2.22-2.26) знайдіть параметри побудованих локсодромій і заповніть табл. 2.8.

*Таблиця 2.8 - Параметри локсодромій, побудованих через точку С на ортодромії*

№ з/п	Параметр	Чисельне значення
1	$\varphi_C$ (градуси)	64,494
2	$x_C$ (см)	12,68
3	$y_C$ (см)	0
4	$\alpha_{AC}$ (градуси)	36,228
5	$\alpha_{CB}$ (градуси)	54,567
6	$S_{лок AC}$ (км)	1996,6
7	$S_{лок CB}$ (км)	1055,3
8	$S_{лок ACB}$ (км)	3051,9
9	$\Delta S_1$ (км)	47,0
10	$\Delta S_2$ (км)	13,4

### **Підготовка малюнків до друку**

При формуванні малюнків до друку, слід мати на увазі, що вони вже побудовані з урахуванням масштабу. Тому, масштаб малюнків повинен бути встановлений

1:1.

Якщо малюнок не поміщається на листі формату А4, виберіть лист формату А3.



### **3. СКЛАДАННЯ КАРТОГРАФІЧНОЇ ОСНОВИ ТОПОГРАФІЧНОЇ КАРТИ МАСШТАБУ 1:100 000**



Мета завдання – закріплення на лабораторних заняттях знань про етапи складання математичної основи топографічних карт, компоновку та орієнтування картографічної сітки.

Вихідні дані обираються з додатку Б.

### ***3.1. Зміст завдання***

1. Підготовчі обчислення. Використовуючи номенклатуру карти, визначити номер зони, прямокутні координати граничних і проміжних точок внутрішньої рамки, плоске зближення меридіанів, координати точок перетину ліній координатної сітки з лініями внутрішньої рамки.
2. Скласти формуляр картоскладальницьких робіт.
3. Створити проект карти масштабу 1:100 000 в системі «AutoCAD Land Development Desktop».
4. Сформувати внутрішню і зовнішню рамки карти.
5. Сформувати координатну сітку карти.

### ***3.2. Опис завдання***

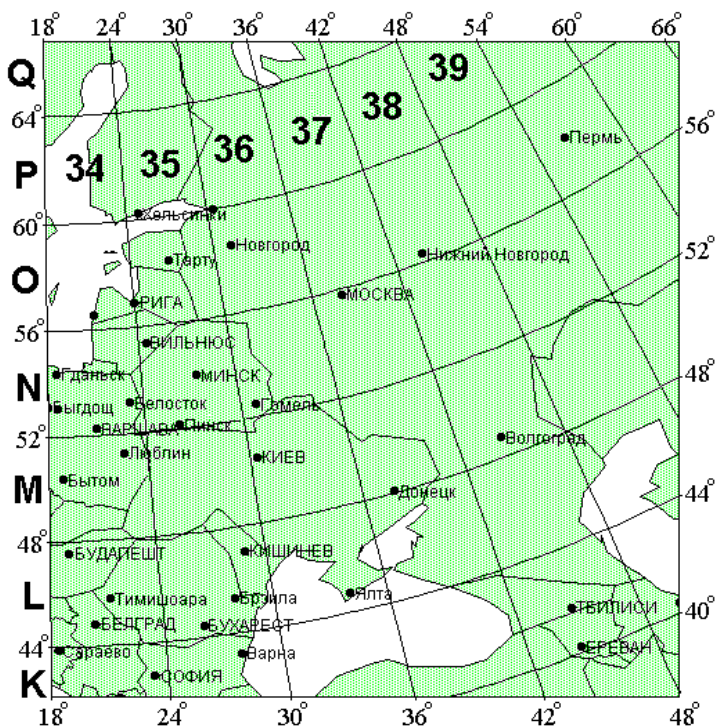
Знайдіть геодезичні координати граничних точок карти масштабу 1:100 000 з номенклатурою, обраною в додатку Б. Для цього можна скористатися рис. 3.1-3.2.

Використовуючи рис. 3.1 необхідно визначити середній меридіан зони  $L_0$ , а потім і її номер  $n$ , за формулою:

$$n = \frac{L_0 + 3^0}{6^0}. \quad 3.1)$$

Отримані координати граничних точок листа карти занесіть в таблицю «Координати кутів рамки трапеції»,

розташовану на сторінці формуляра топографічної карти, представлена в додатку С [13].



*Рис. 3.1 - Визначення координат граничних ліній карти масштабу 1:1 000 000 по її номенклатурі*

Розрахуйте довготу граничних точок листа карти по відношенню до осевого меридіана за формулою:

$$l = L - L_0. \quad (3.2)$$

Для визначення прямокутних координат  $x, y$  граничних точок листа карти, скористайтеся наступними формулами [5, с. 174]:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13											24
25											36
37											48
49											60
61											72
73											84
85											96
97											108
109											120
121											132
133											144

*Рис. 3.2 - Схема розділення листа карти масштабу 1:1 000 000 на листи карти масштабу 1:100 000*

$$x = \mu_0 \left[ X_B + \frac{l^2}{4} N \sin 2B \left( 1 + \frac{l^2}{12} \cos^2 B (5 - t^2 + 9\eta^2 + 4\eta^4) + \frac{l^4}{360} \cos^4 B (61 - 58t^2 + t^4) \right) \right] + x_0, \quad (3.3)$$

$$y = \mu_0 l N \cos B \left[ 1 + \frac{l^2}{6} \cos^2 B (1 - t^2 + \eta^2) + \frac{l^4}{120} \cos^4 B (5 - 18t^2 + t^4 + 14\eta^2 - 58\eta^2 t^2) \right] + y_0, \quad (3.4)$$

де  $N$  – радіус кривизни першого вертикалу,  $t, \eta$  – функції широти, рівні:

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 B}} \quad t = \tan B, \quad \eta = e' \cos B. \quad (3.5)$$

В другій формулі рівняння (3.5)  $e'$  - другий ексцентриситет земного еліпсоїда.

Згідно з традиціями вітчизняної картографії, частковий масштаб довжин уздовж осьового меридіану  $\mu_0$  і прямокутні координати центральної точки проєкції  $x_0, y_0$ , дорівнюють [9, с. 124]:

$$\mu_0 = 1, \quad x_0 = 0, \quad y_0 = 500\,000 + n \cdot 1\,000\,000. \quad (3.6)$$

У формулі (3.3)  $X_B$  - довжина дуги меридіану від екватора до точки з широтою  $B$ , яка може бути обчислена за допомогою виразу [5, с. 36, 9, с. 124]:

$$X_B = a(1 - e^2) \left[ \bar{A} \cdot B - \frac{\bar{B}}{2} \sin 2B + \frac{\bar{C}}{4} \sin 4B - \frac{\bar{D}}{6} \sin 6B + \dots \right]. \quad (3.7)$$

Чисельні значення сталих  $\bar{A}, \dots, \bar{D}$  у формулі (3.7) залежать від параметрів еліпсоїда і представлені в додатку D.

Плоске зближення меридіанів можна обчислити за допомогою виразу [9, с. 125]:

$$\gamma'' = l'' \sin B + \frac{l^3}{3} \sin B \cos^2 B (1 + 3\eta^2 + 2\eta^4) + \frac{l^5}{15} \sin B \cos^4 B (2 - t^2). \quad (3.8)$$

Для обчислень слід використовувати параметри еліпсоїда Красовського, представлені в додатку D.

Використовуючи отримані координати граничних точок, розрахуйте розміри сфероїдної трапеції, схематично показаної на рис. 3.3.

Для розрахунку рамок трапеції слід використовувати формули [5, с. 45]:

$$a = \frac{(L_2 - L_1) \cos B_1}{N_1}, \quad b = \frac{(L_3 - L_4) \cos B_3}{N_3}, \quad c = \frac{(B_2 - B_3)}{M_m}. \quad (3.9)$$

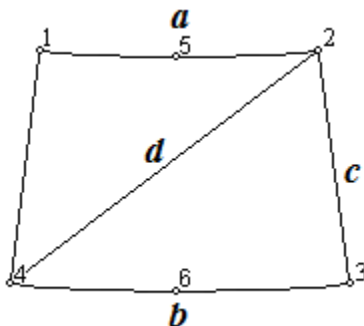


Рис. 3.3 - Сфероїдна трапеція листа карти з проміжними точками внутрішньої рамки

У формулах (3.9)  $(L_2 - L_1), (L_3 - L_4)$  - різниці довгот в радіанах відповідних граничних точок проекції  $(B_2 - B_3)$  - різниця широт точок проекції  $N_1, N_3$  - радіус кривизни першого вертикалу в точках 1 і 3,  $M_m$  - радіус кривизни меридіана в точці з широтою,

$$B_m = \frac{(B_2 + B_3)}{2}. \quad (3.10)$$

Для геодезичної відстані  $d$  на еліпсоїді можна використовувати наступні формули [5, с. 108]:

$$d \cong \frac{(B_2 - B_4) M_m}{\cos A_m} \cong \frac{(L_2 - L_4) \cos B_m N_m}{\sin A_m}, \quad (3.11)$$

де  $A_m$  визначається із співвідношення:

$$\tan A_m = \frac{(L_2 - L_4) \cos B_m N_m}{(B_2 - B_4) M_m}. \quad (3.12)$$

Площа трапеції обчислюється з виразу [5, с. 44]:

$$P = 2(L_2 - L_4) a^2 (1 - e^2) \sum_{i=1}^N A'_i \sin \frac{i(B_2 - B_4)}{2} \cos i B_m. \quad (3.13)$$

Зазвичай величину  $N$  в формулі (3.13) обирають рівною 5. Формули для обчислення коефіцієнтів  $A'_i$  ( $i = 1, \dots, 5$ ) можна знайти в [5, с. 44].

Всі обчислення можна виконати за допомогою файлу GaussKrugger.xls<sup>4</sup>. Результати обчислень занесіть у формуляр картоскладальницьких робіт [4, с. 278; 12], так як це показано нижче в розд. 3.7.

Щоб визначити суміжну зону, зверніть увагу на знак величини  $\gamma$ . Якщо знак цієї величини – негативний, то суміжною буде попередня зона, якщо позитивний – наступна. Наприклад, для величин, представлених нижче:

$$n = 5, \gamma = -1^{\circ}42'40'',$$

суміжною буде зона

$$n = 4.$$

За допомогою формули (3.1) визначить величину осьового меридіана суміжної зони. Замінивши в таблиці файлу GaussKrugger.xls значення осьового меридіана і номер суміжної зони, отримайте координати граничних точок в суміжній зоні. Результати обчислень занесіть в табл. формуляра.

Як відомо [4, с. 166], лінії внутрішньої границі топографічної карти – це лінії меридіанів і паралелей. В проекції Гаусса-Крюгера меридіани зображаються практично прямими лініями, а паралелі для карт масштабів 1:100 000 зображаються ламаними лініями. Тому для побудови північної і південної граничних ліній недостатньо мати координати граничних точок ліній, необхідно розрахувати координати двох проміжних точок, розташування яких показано на рис. 3.3.

Як видно з рис. 3.3, географічні координати точки 5 дорівнюють середньому арифметичному з географічних координат точок 1 і 2. Аналогічно, географічні координати

---

<sup>4</sup> Файл можна знайти на сторінці кафедри геодезії офіційного сайту ДВНЗ «Криворізький національний університет»

точки 6 – це середнє арифметичне з географічних координат точок 3 і 4. Прямокутні координати точок 5 і 6 можуть бути розраховані, так як і точок 1-4, за формулами (3.3-3.4). Для їх обчислення можна також скористатися файлом GaussKruger.xls. Результати обчислення занесіть в табл. 3.1.

### ***3.3. Створення проекту карти в «AutoCAD Land Development»***

Основна умова роботи в системі «AutoCAD Land Development», на відміну від інших додатків «AutoCAD», полягає в тому, що всі малюнки повинні бути пов'язані з проектами. Проектні дані запам'ятовуються не в малюнку, а в окремих папках і є загальними для всіх малюнків, що належать проекту. Тому, перші дії, які слід виконати в системі – це створити проект.

Запустіть програму «AutoCAD Land Development». Відкриється вікно запитів Today показане нижче.



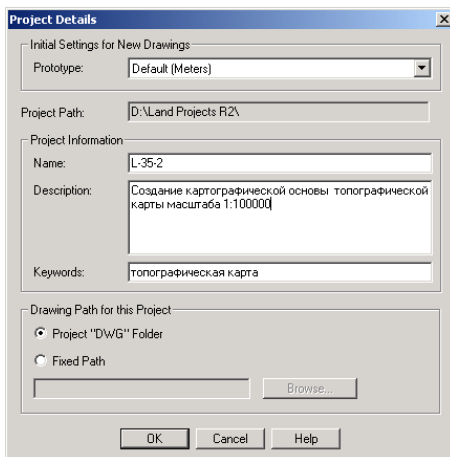
*Рис. 3.4 - Діалогове вікно для створення і відкриття проектів*

Щоб створити проект, виконайте такі дії:

1. У вікні Today клацніть слово New.
2. Відкриється діалогове вікно опису малюнка і прив'язки його до проекту, представлено на рис. 3.7. Клацніть в цьому вікні кнопку Create Project.



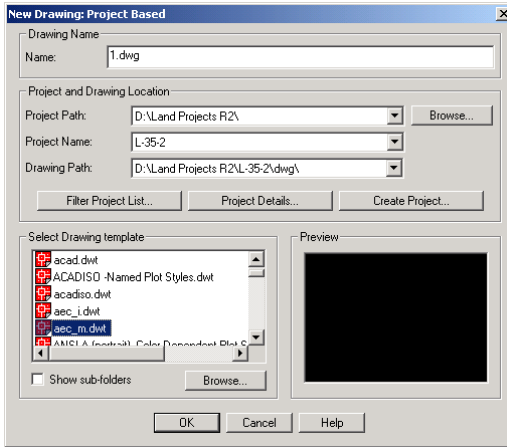
3. З'явиться вікно створення проекту, показане на рис. 3.5. Виконайте в цьому вікні наступні дії.
  - 3.1. Із списку Prototype виберіть варіант Default(Meters).
  - 3.2. В полі Name введіть номенклатуру Вашої карти.
  - 3.3. В полі Description введіть назву роботи.
  - 3.4. В полі Keywords введіть слова «топографічна карта».Натисніть кнопку ОК.
4. У вікні New Drawing Project Based, показаному на рис. 3.6, що знов відкриється, в полі Name вкажіть ім'я файлу – 1, в списку шаблонів, Select Drawing template виберіть шаблон aec\_m.dwt<sup>5</sup>. Натисніть кнопку ОК.



*Рис. 3.5 - Вікно створення проекту*

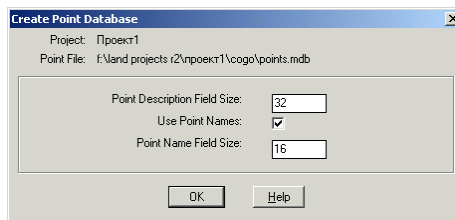
---

<sup>5</sup> При створенні нового малюнка, у нього завантажується за замовчуванням шаблон, в якому вже прописані певні налаштування. Це можуть бути одиниці вимірювання та їх точність, організація шарів, розмір і стиль тексту, тип і ширина ліній, стандартні блоки, межі і фірмові знаки, які застосовуються для всіх малюнків проекту. Файл aec\_m.dwt, пропонується в документації до програми «AutoCAD Land Development» в якості шаблону, як один з найбільш універсальних шаблонів для створення проекту.



*Рис. 3.6 - Діалогове вікно опису і прив'язки рисунка до проекту*

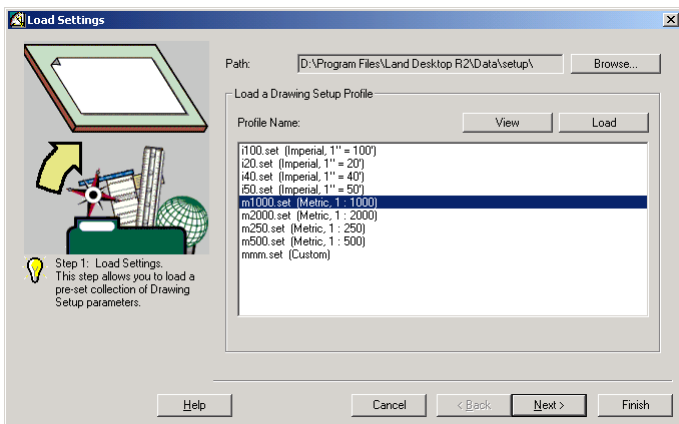
Відкриється діалогове вікно Create Point Database (рис. 3.7). Включіть в цьому вікні прапорець Use Point Names. В цьому випадку при створенні позамасштабних знаків, окрім номера, їм можна буде привласнювати імена.



*Рис. 3.7 - Вікно створення точкової бази даних*

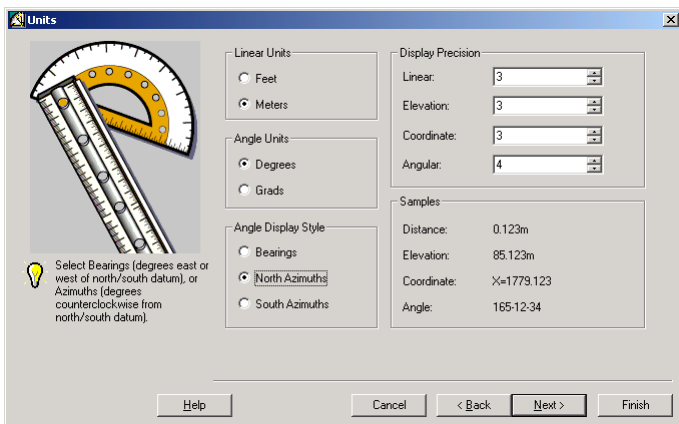
Клацніть ОК для продовження процедури створення проекту. Відкриється діалогове вікно Load Settings (рис. 3.8).

У вікні, представленому на рис. 3.8, слід вказати масштаб, діючий у вікні малюнка. Він не має ніякого відношення до масштабу карти, який слід встановити при її друкуванні. Оскільки координати проекції Гаусса-Крюгера обчислюються в метрах, а розмір малюнка визначається в мм, зручно використовувати масштаб 1:1000. Виберіть цей масштаб і натисніть кнопку Next.



*Рис. 3.8 - Діалогове вікно завантаження первинних установок проекту*

Відкриється вікно, показане на рис. 3.9, з опціями вибору одиниць проекту. Виберіть в цьому вікні ті ж самі опції, які показані на рис. 3.9, і натисніть кнопку Next.



*Рис. 3.9 - Вікно вибору одиниць проекту*

У вікні Scale, що відкриється, ще раз встановить горизонтальний масштаб 1:1000.

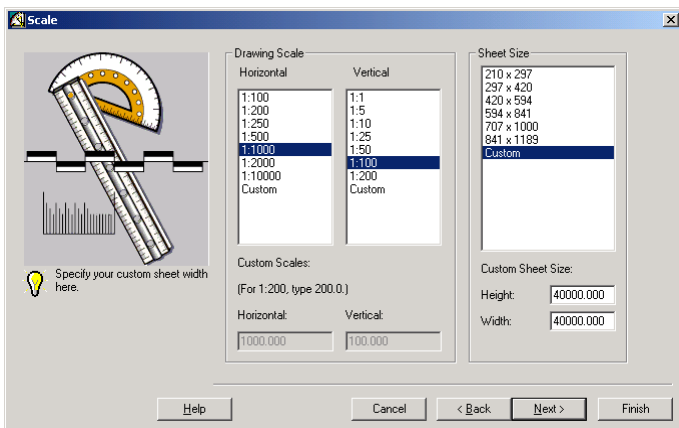


Рис. 3.10 - Вікно вибору масштабу малюнків проекту і розміру листа карти

Оскільки вибраний масштаб 1:1000, то розміри листа карти в мм повинні дорівнювати реальним розмірам сторони проекції в м. Наприклад, якщо реальні розміри сфероїдної трапеції вийшли рівними:

$$a = 37326 \text{ (м)}, c = 37073 \text{ (м)},$$

то розміри малюнка повинні бути не менше за ці величини. Округляючи ці величини в максимальну сторону, одержуємо розмір листа,

$$40000 \times 40000.$$

Введіть ці дані в поля Custom Sheet Size і натисніть кнопку Next.

У вікні Zone в полі Categories виберіть країну Ukraine. В списку, який відкриється нижче, слід вибрати зону, використовуючи значення її середнього меридіана. Наприклад, для зони з середнім меридіаном, рівним,

$$L_0 = 27^0,$$

слід вибрати рядок:

Russia(24 to 30 E):Belarus,Estonia,Moldavia,Latvia,Ukraine

Якщо зона вибрана правильно, її код буде показаний в полі CS Code. Зокрема, на рис. 3.11 в цьому полі показано:

GK-5.

Даний код означає зону 5 в проекції Гаусса-Крюгера.

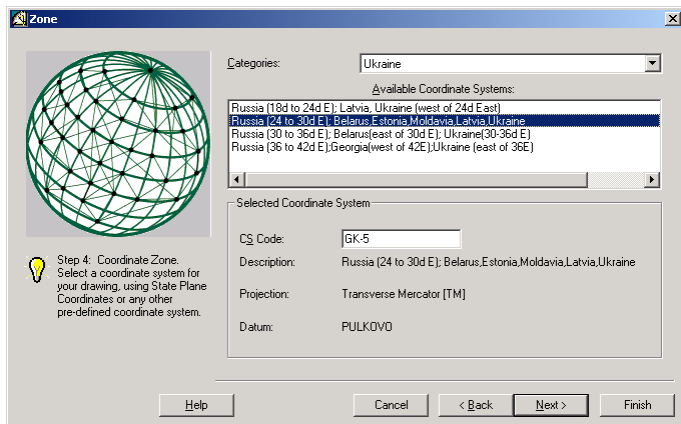


Рис. 3.11 - Вікно вибору зони проекції

Після натискання у вікні Zone кнопки Next, відкриється вікно Orientation (рис. 3.12).

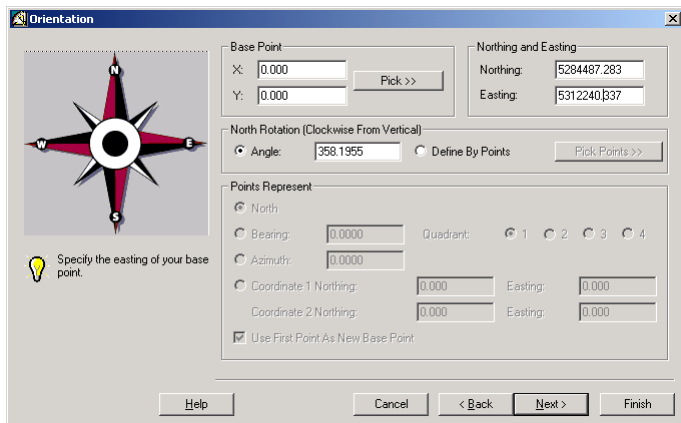
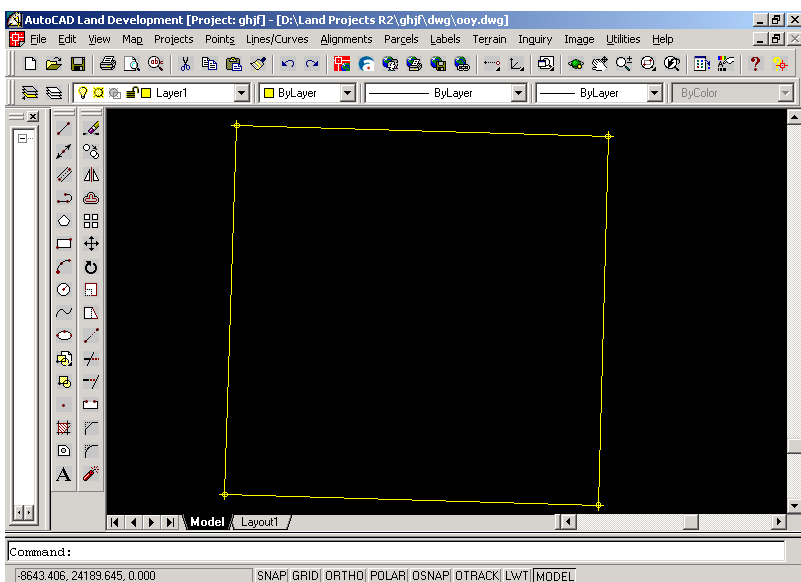


Рис. 3.12 - Вікно вибору параметрів орієнтації карти

Це вікно тісно пов'язано з попереднім вікном. Якщо будується План, то кут North Rotation повинен дорівнювати 0. Якщо використовується проекція Гаусса-Крюгера, то за допомогою кута North Rotation можна встановити координати малюнка або паралельно прямокутним координатам проекції,

або паралельно лініям внутрішньої рамки карти, тобто паралельно лініям меридіанів і паралелей. В першому випадку значення кута North Rotation слід прийняти рівним 0. Тоді обидві системи координат X,Y і система проєкції, координати якої називаються Northing - Easting, будуть паралельні один одному і зсунуті на величини, представлені в групі Northing and Easting. Проте, в цьому випадку внутрішня рамка карти виглядатиме так, як показано на рис. 3.13.



*Рис. 3.13 - Зовнішній вигляд внутрішньої рамки карти в проєкції Гаусса-Крюгера для випадку, коли система координат малюнка X,Y паралельна системі координат проєкції Northing - Easting*

Щоб встановити систему координат X,Y паралельно лініям внутрішньої рамки карти, необхідно в полі North Rotation вказати середній кут плоского зближення меридіанів. Кут заноситься в градусах, мінутах і секундах. Між градусами і мінутами ставиться точка, між мінутами і секундами ніяких роздільників не використовується. Наприклад, якщо плоске зближення меридіанів дорівнює:

$-1^{\circ}19'55''$ ,

то в поле North Rotation заноситься число  
-1.1955.

Базисною точкою (Base point) називається нижня ліва точка малюнка. Для неї у верхній частині вікна можна ввести прямокутні (X,Y) координати малюнка і прямокутні координати карти (Northing, Easting). Введіть в поле Northing координату x, а в поле Easting – у точки 4 сфероїдної трапеції. Натисніть кнопку Next.

Відкриється діалогове вікно Text Style (див. рис. 3.14).

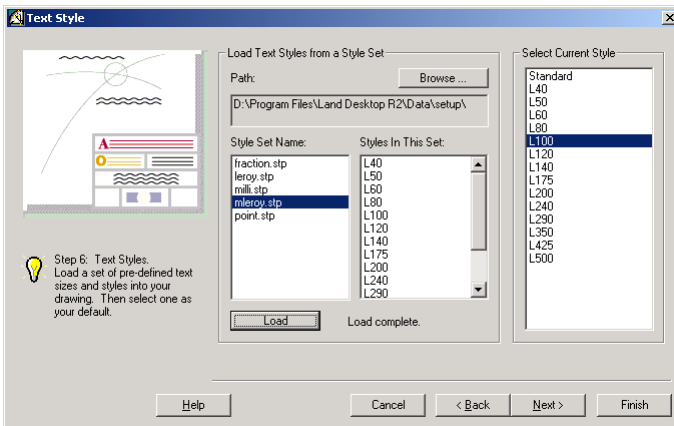


Рис. 3.14 - Діалогове вікно вибору стилю тексту

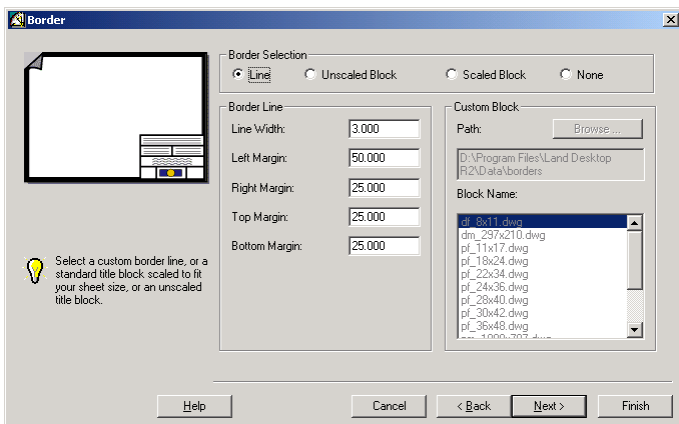
Із списку Style Set Name, виберіть mleou.stp<sup>6</sup>, а потім клацніть Load, щоб завантажити стиль тексту mleou.

Зі списку Set Current Style, виберіть L100. Клацніть Next, щоб показати діалогове вікно Межі (Border).

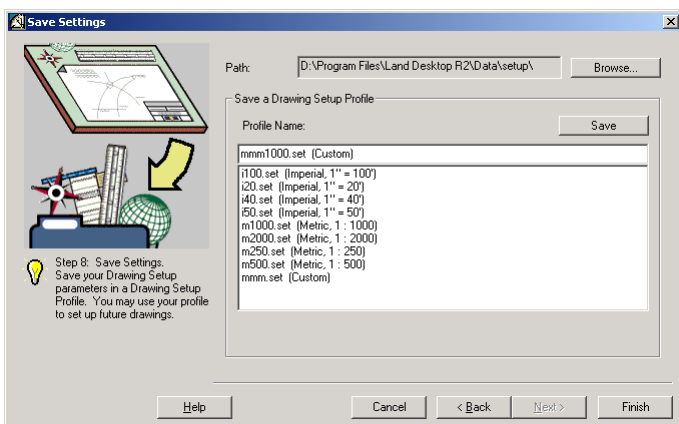
Для зручності орієнтування встановіть межі для свого малюнка, вибравши в перемикачеві Border Selection варіант Line. Клацніть кнопку Next.

---

<sup>6</sup> Файл з розширенням .stp – це файл, в якому зберігаються стилі тексту. Файл mleou.stp зберігає стиль, званий «Метричний (або міліметровий) Лерой». Подальший вибір стилю L100 дозволить Вам створити текстові рядки зі стилем Лерой і висотою 100 мм.



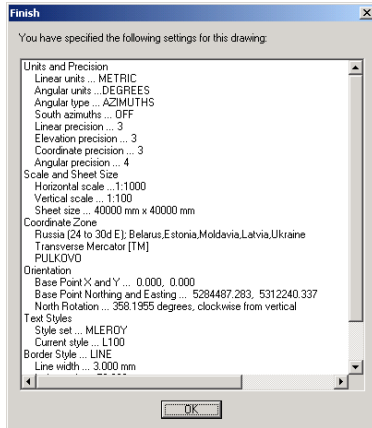
*Рис. 3.15 - Вікно формування межі малюнка*



*Рис. 3.16 - Вікно збереження установок малюнка, у файлі профілю*

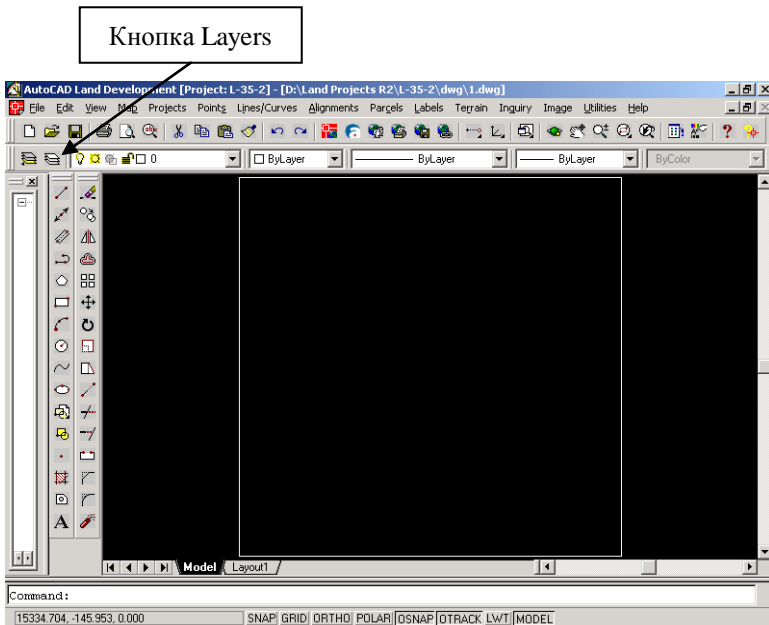
Оскільки ви змінили установки профілю m1000.set (Metric 1:1000), їх слід записати в новому профілі. Виберіть в списку профілів варіант mmm.set (Custom), відредагуйте його назву так як показано на рис. 3.16 і натисніть кнопку Save. Після того як новий профіль з'явиться в списку профілів, натисніть кнопку Finish. Відкриється вікно з установками нового профілю, представлено на рис. 3.17.





*Рис. 3.17 - Вікно профілю малюнка*

Натисніть в цьому вікні кнопку ОК. В графічному вікні з'явиться квадрат, показаний на рис. 3.18, з первинними граничними лініями Вашої карти.



*Рис. 3.18 - Первинні граничні лінії карти*

### 3.4. Внутрішня рамка карти

Нанесіть на малюнок граничні точки 1-6. Для цього створіть шар Granica. Вкажіть для нього колір –бірюзовий і зробіть його поточним. Виконайте наступні дії.

На панелі Object Properties натисніть кнопку Layers (рис. 1.2). В діалоговому вікні управління шарами (рис. 1.3) клацніть кнопку New. В списку шарів з'явиться новий рядок. В групі Details в полі Color виберіть колір, бірюзовий, в полі Name вкажіть назву для шару – Granica. Щоб зробити шар поточним натисніть у вікні управління шарами кнопку Current. Після цього натисніть кнопку OK.

В меню Points виберіть команду Point Settings. У вікні, що відкріється, виберіть вкладку Coords.

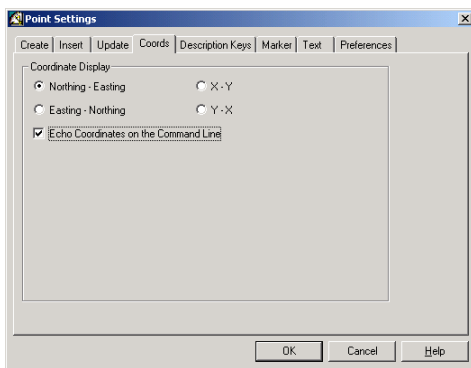


Рис. 3.19 - Діалогове вікно установок точкових об'єктів з вкладкою Coords

Встановіть перемикач Coordinate Display на варіанті Northing-Easting і включіть прапорець Echo Coordinates on Command Line. Перейдіть на вкладку Marker (рис. 3.20).

Виберіть в групах Custom Marker Style і Superimposed потрібні варіанти значка. В групі Custom Marker Size вкажіть варіант Size In Absolute Units. В полі Size введіть число 500. Перейдіть на вкладку Text (див. рис. 3.21).

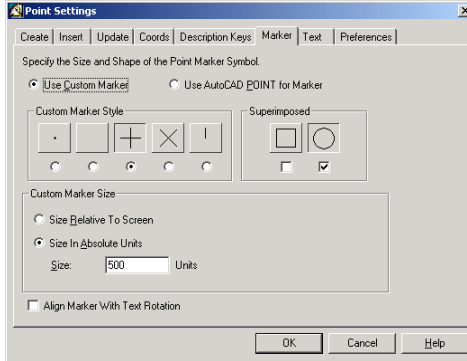


Рис. 3.20 - Вікно установок стилів точкових об'єктів з вкладкою Marker

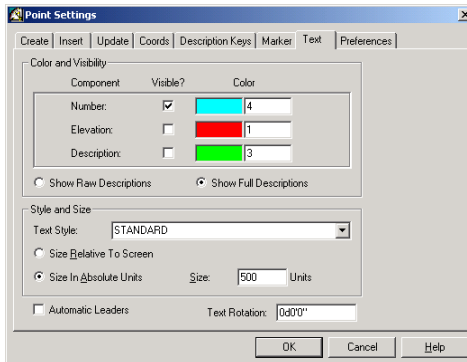


Рис. 3.21 - Вікно установок стилів точкових об'єктів з вкладкою Text

В групі Color and Visibility відключити прапорці Visible для рядків Elevation і Description. В групі Style and Size встановити перемикач на варіант Size In Absolute Units і в полі Size введіть одиниці – 500. Клацніть усередині поля Color і виберіть для маркера колір бірюзовий. Натисніть кнопку ОК.

Щоб побудувати внутрішню рамку карти, виконайте наступні дії:

1. Виберіть в меню Points команду Create Points > Northing/Easting.

2. На запит Northing: введіть координату Northing (  $x$  ) точки 1. Натисніть клавішу Enter.
3. На запит Easting: введіть координату Easting (  $y$  ) точки 1 і натисніть клавішу Enter.

Повторюючи дії пунктів 2-3, занесіть координати точок 2-6.

Щоб завершити команду побудови точок, двічі натисніть клавішу Enter.

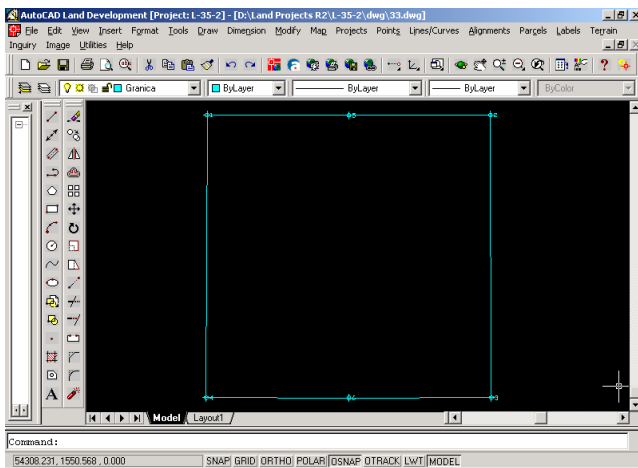
Включіть режим Osnap з опцією Node (Вузол).

Наберіть в командному рядку команду Line.

Використовуючи вузли побудованих точок 1-6, сформууйте через ці точки лінію.

Видаліть первинні граничні лінії малюнка.

Побудована Вами внутрішня рамка повинна мати вигляд показаний на рис. 3.22.




*Рис. 3.22 - Внутрішня рамка карти*

## 3.5. Зовнішня рамка карти

### 3.5.1. Побудова ліній зовнішньої рамки

Згідно [11], зовнішня рамка містить три лінії. Перша лінія будується на відстані 7,7 мм від ліній внутрішньої рамки, друга – 8,2 мм, а третя, завтовшки 0,7 мм, на відстані 9,65 мм. Всі лінії паралельні лініям внутрішньої рамки. Їх зручно будувати в допомогою команди Offset з меню Modify. Між першою і другою лініями будується лінійка, що дозволяє відділити одну мінуту дуги від іншої. Між другою і третьою лініями будується система точок на десятисекундній відстані одна від одної. Щоб побудувати лінії зовнішньої рамки виконайте наступні дії.

1.  В меню Modify виберіть команду Offset, або клацніть кнопку панелі інструментів Modify, показану на початку цього абзацу.

2. В командному рядку з'явиться запит  
Specify offset distance or [Through]:

В командний рядок слід ввести відстань між лінією внутрішньої рамки і першою зовнішньою лінією. Ця відстань дорівнює 7,7 мм. Проте її треба вводити з урахуванням масштабу карти в метрах. Введіть в командний рядок число 770 і натисніть клавішу Enter.

3. На запит

Select object to offset or <exit>:

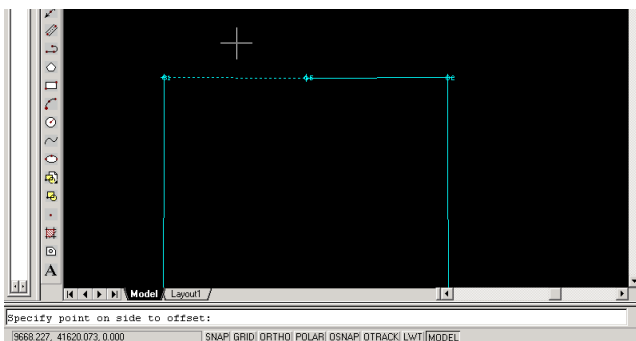
необхідно виділити лінію, по відношенню до якої буде побудована паралельна лінія. Виділіть в графічному вікні лінію 1-5 (рис. 3.3, 3.22).

4. При появі запиту

Specify point on side to offset:

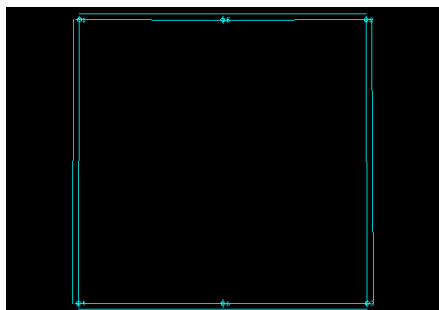
слід клацнути мишею в будь-якому місці за межами внутрішньої рамки карти. На рис. 3.23 показано зразок

положення курсору при побудові лінії зовнішньої рамки, паралельної лінії 1-5.



*Рис. 3.23 - Положення курсору при побудові лінії зовнішньої рамки*

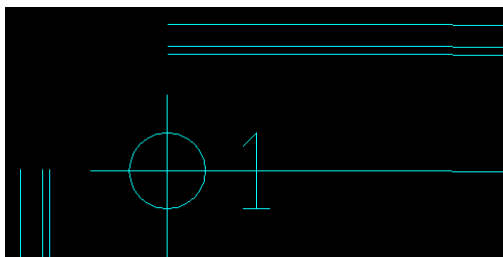
- Після появи лінії, паралельної лінії 1-5, в командному рядку буде повторений запит, представлений в пункті 3. Виділіть в графічному вікні лінію 5-2 і повторіть дії пункту 5. Аналогічно повторіть дії пунктів 3-5 для всіх ліній внутрішньої сітки. В результаті Ваших дій буде побудована лінія, паралельна лінії 1-5-2-3-6-4-1, так як це показано на рис. 3.24.
- Для завершення команди натисніть клавішу Enter.



*Рис. 3.24 - Побудова ліній зовнішньої рамки по лініях внутрішньої*


Повторіть дії пунктів 1-6 для ліній, розташованих, в масштабі карти, на відстанях 820 і 965 (м) від ліній

внутрішньої рамки. В результаті в графічному вікні з'явиться система паралельних ліній, які при збільшенні виглядатимуть так, як показано на рис. 3.25.



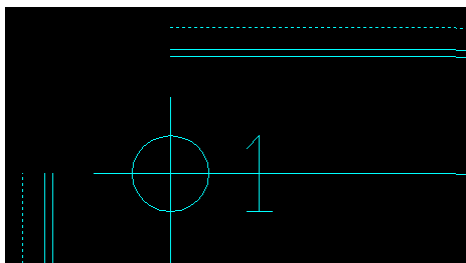
*Рис. 3.25 - Лінії зовнішньої сітки*

Замкніть останню систему ліній зовнішньої сітки. Для цього виконайте наступні дії.

1.  В меню Modify виберіть команду Extend, або клацніть кнопку з тією ж назвою, показану на початку даного абзацу.
2. На запит

Select Objects:

виділіть обидві крайні лінії зовнішньої границі, так як це показано на рис.3.26.

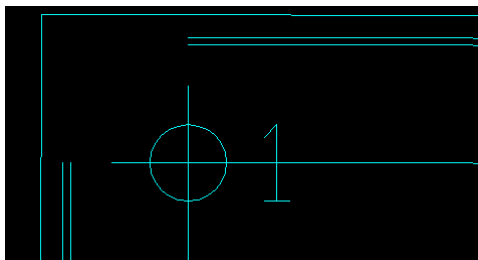


*Рис. 3.26 - Виділення ліній перед замиканням*

3. Натисніть клавішу Enter.
4. З'явиться запит

Select object to extend or shift-select to trim or  
[Project/Edge/Undo]:

Ще раз клацніть ті ж лінії і протягніть курсор у напрямку з'єднання. Вони замкнуться так, як показано на рис. 3.27. Натисніть клавішу Enter для завершення операції.



*Рис. 3.27 - Замикання крайніх ліній зовнішньої рамки*

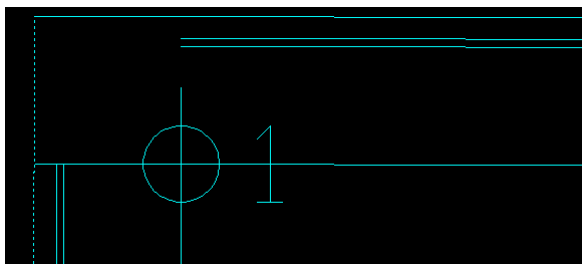
Виконуючи, вищеописані дії, замкніть решту ліній зовнішньої рамки карти.

Використовуючи команду Extend можна продовжити лінії внутрішньої рамки до перетину з крайніми лініями зовнішньої рамки. Для цього виконайте наступні дії.

1. В меню Modify виберіть команду Extend.
2. На запит

Select Objects:

виділіть крайню лінію зовнішньої рамки (див. рис. 3.28) і натисніть клавішу Enter.



*Рис. 3.28 - Продовження лінії внутрішньої границі до крайньої лінії зовнішньої рамки*

3. При появі запиту

Select object to extend or shift-select to trim or  
[Project/Edge/Undo]:



клацніть лінію внутрішньої рамки. Вона буде продовжена до лінії зовнішньої границі (рис. 3.28). Натисніть клавішу Enter.

Виконуючи ті ж дії, продовжте решту ліній внутрішньої рамки до ліній зовнішньої.

### **3.5.2. Побудова системи десятисекундних точок**

Різниця довгот між крайніми паралелями карти масштабу 1:100 000 складає 30 мінут, або 1800 секунд. Таким чином, між крайніми паралелями карти є 180 десятисекундних інтервалів. При побудові множини точок, розташованих на рівних відстанях, в системі «AutoCAD Land Desktop» перша і остання точки не будуються. Отже, загальна кількість точок уздовж паралелі дорівнює 179. Щоб побудувати цю систему точок, виконайте наступні дії.

- 1) В меню Points виберіть команду Point Settings. У вікні установок точкових об'єктів, показаному на рис. 3.19-3.21, встановіть такі опції:
  - a) На вкладці Create встановіть перемикачі в групах Elevations Descriptions на варіант Automatic.
  - b) На вкладці Marker в групі Custom Marker Style виберіть маркер у вигляді точки. Решту маркерів відключить.
  - c) На вкладці Text відключить видимість всіх варіантів тексту, очистивши всі прапорці Visible.
  - d) Натисніть кнопку ОК.
- 2) В меню Points виберіть команду Create Points – Interpolate > Number Distance.
- 3) З'явиться запит:

First point (or Entity):

Введіть в командний рядок букву E, натисніть клавішу Enter.

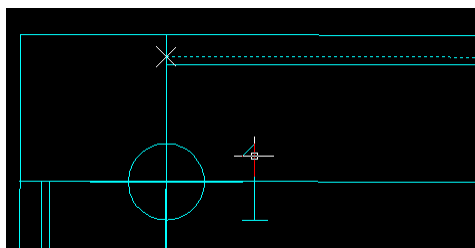
- 4) На запит

Entity (or Points):

виберіть лінію, уздовж якої будуть побудовані точки. На рис. 3.29 показана переривиста лінія, паралельна лінії 1-5. На початку лінії буде показаний хрестик. Саме від цього хрестика почнеться побудова точок. Точки слід побудувати з лівого боку від лінії на відстані, рівній половині відстані між виділеною лінією і крайньою лінією зовнішньої рамки. Відстань між лініями в масштабі карти дорівнює:

$$965-820=145 \text{ (м)}$$

Отже, точки повинні бути побудовані на відстані 72.5 (м) від виділеної лінії.



*Рис. 3.29 - Виділення лінії, уздовж якої необхідно побудувати систему точок*

5) На запити, що послідовно з'являться:

Elevation:

Elevation [eXit/Difference/Slope] <0>:

Натисніть клавішу Enter.

6) З'явиться запит

Enter number points <1>:

Введіть кількість точок, яку слід побудувати, тобто число 89. Оскільки виділена не вся лінія, паралельна паралелі, а тільки її половина від точки 1 до точки 5 (рис. 3.3), то вводиться не повна кількість точок, а половина, тобто,

$$(179-1)/2=89.$$

Від загального числа віднімається одна точка, яка повинна бути побудована над точкою внутрішньої рамки карти з номером 5.

Натисніть клавішу Enter.

7) На запит

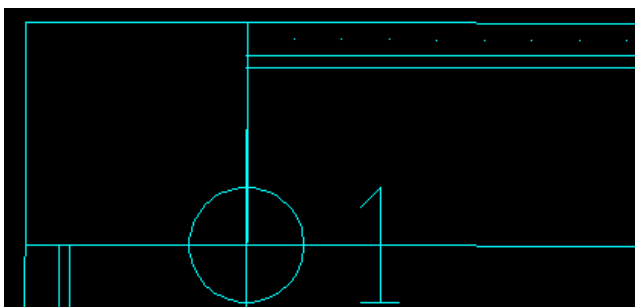
Offset <0>:

слід вказати відстань між виділеною лінією і системою точок, яка дорівнює:

-72.5.

Знак мінус перед числом свідчить про те, що точки будуть побудовані ліворуч від лінії. Якщо точки будуються праворуч від лінії, знак мінус не потрібен.

8) Після побудови точок (рис. 3.30), натисніть клавішу Enter.



*Рис. 3.30 - Побудова системи точок через 10 секундний інтервал*

Аналогічно побудуйте точки уздовж лінії, паралельної лінії 5-2.

Як показано на рис. 3.31, над точкою 5 відстань між сусідніми точками відповідає не 10, а 20 секундам. Щоб додати відсутню точку виконайте такі дії.

1. В меню Points виберіть команду Create Points – Interpolate > Interpolate.

2. На запит

Elevation precision <3>:

Натисніть клавішу Enter.

3. З'явиться запит

First point:

Клацніть мишею одну з точок, показаних на рис. 3.31.

4. При появі запиту

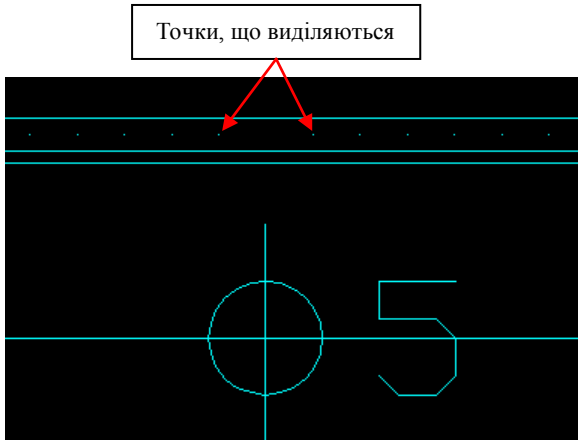
Second point:

Клацніть мишею другу точку.

5. З'явиться запит

Number points to add:

Введіть число 1. Тричі натисніть клавішу Enter. Між вибраними Вами точками з'явиться відсутня точка.



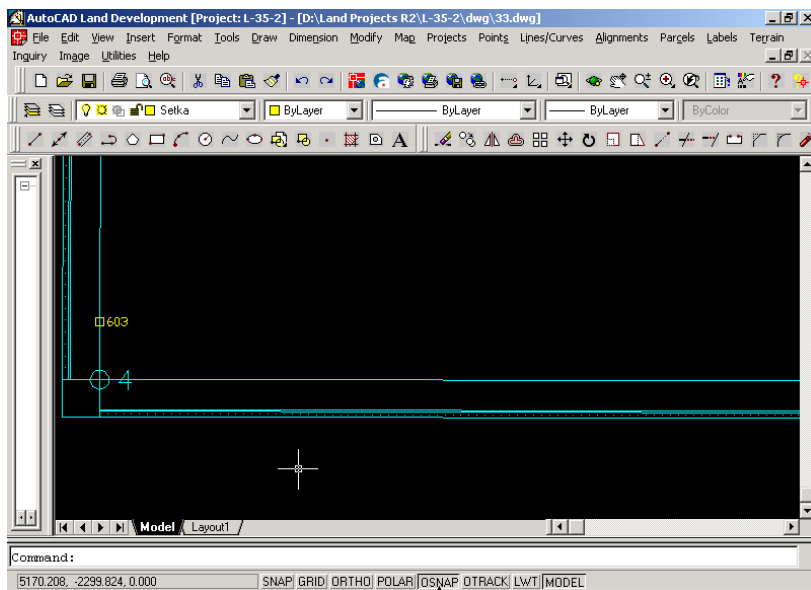
*Рис. 3.31 - Відсутність 10 секундної точки в центрі*

Аналогічно побудуйте множину точок через 10 секунд уздовж південної паралелі. При побудові множини точок уподовж меридіанів, оскільки меридіан зображається однією прямою лінією, то точки будуються відразу уздовж всієї лінії, паралельної лінії 4-1 (або 3-2). Тому при побудові вказується не половина, а вся кількість точок. Оскільки різниця широт між крайніми паралелями карти масштабу 1:100 000 складає 20 мінут, або 1200 секунд, то, загальна кількість точок уподовж меридіанів дорівнює 119.

### ***3.6. Кілометрова сітка***

Перш ніж побудувати кілометрову сітку на карті, необхідно виконати обчислення координат точок перетину хоча б однієї лінії кілометрової сітки з внутрішніми граничними лініями. Координати зручно обчислювати за допомогою системи «Excel».

Нижче, в табл. 3.2, представлені обчислення ординати точки 603, з координатою X, рівною мінімальному значенню X, більшому X точки 4. Положення точки 603 показано на рис. 3.32.



Кнопка Osnap

*Рис. 3.32 - Побудова першої точки перетину лінії  $x = const$  з граничною лінією*

В табл. 3.2 вихідними є координати початкової 4, і кінцевої 1, точок західної граничної лінії, а також значення  $x$  точки 603 перетину західної граничної лінії з першою координатною лінією  $x = const$ . Значення  $x$  координатної лінії повинне бути кратним 2000 м і бути мінімальним значенням, більшим за  $x$  точки 4. Наприклад, якщо

$$x_4 = 5\,284\,487.283 \text{ (м)},$$

то

$$x_{603} = 5\,286\,000 \text{ (м)}.$$

Якщо припустити, що ця координатна лінія перетинає східну граничну лінію карти в точці 604, то її абсциса також буде дорівнювати значенню

$$x_{604} = x_{603} = 5\,286\,000(\text{м}).$$

Оскільки координати точок уздовж прямої лінії змінюються лінійно, то

$$\Delta y_{4-603} = \frac{\Delta y_{4-1} \cdot \Delta x_{4-603}}{\Delta x_{4-1}}, \quad y_{603} = y_4 + \Delta y_{4-603}. \quad (3.14)$$

Аналогічно, за формулами (3.15), можна визначити ординату  $y$  точки перетину цієї координатної лінії зі східною граничною лінією, а саме:

$$\Delta y_{3-604} = \frac{\Delta y_{3-2} \cdot \Delta x_{3-604}}{\Delta x_{3-2}}, \quad y_{604} = y_3 + \Delta y_{3-604}. \quad (3.15)$$

Обчислення можна виконувати в табл. 3.3.

Всі подальші побудови бажано здійснювати в окремому шарі. Побудуйте його, назвавши *Setka*. Виберіть для шару колір, відмінний від бірюзового, наприклад, жовтий і зробіть його поточним.


Для того, щоб точки, побудовані в шарі *Setka*, відрізнялися від інших точок малюнка, виберіть в меню *Points* команду *Point Settings*. В діалоговому вікні, що відкриється, виберіть інший маркер, наприклад, квадрат і включить прапорець *Visible* на вкладці *Text* в рядку *Number*. Колір для тексту вкажіть жовтим.

Точки 603 і 604 будуються по координатах з використанням команди *Create Points > Northing/Easting* з меню *Points*.

Щоб побудувати першу координатну лінію скористайтеся командою *Line* з меню *Lines/Curves*. При побудові лінії включить показ вузлів точкових об'єктів. Для цього клацніть правою кнопкою миші в рядку станів кнопку *Osnap*. Вона показана на рис. 3.32. В діалоговому вікні, що відкриється, включить прапорець *Node* і натисніть кнопку *OK*.

Тепер під час побудови лінії при наближенні курсору миші до точкового об'єкту буде показаний умовний знак вузла і курсор примусово прив'язуватиметься до цього вузла.

Для побудови множини ліній, паралельних лінії, що проходить через точки 603 і 604, виконайте наступні дії.

1.  В меню Modify виберіть команду Array, або клацніть кнопку з тією ж назвою з панелі Modify. Вона показана на початку цього абзацу. Відкриється діалогове вікно, представлене на рис. 3.33.

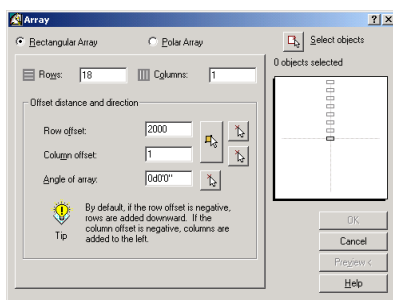


Рис. 3.33 - Діалогове вікно створення множини подібних об'єктів

2. В полі Rows вкажіть кількість координатних ліній  $x = const$  усередині границі карти. В нашому випадку ця кількість дорівнює 18.
3. В полі Columns вкажіть число 1.
4. В полі Row Offset введіть відстань між координатними лініями, 2000 (м).
5. Натисніть кнопку Select Objects і виберіть в графічному вікні лінію, побудовану між точками 603 і 604.
6. У вікні створення множини подібних об'єктів, що знов відкриється, натисніть кнопку ОК. В графічному вікні програми з'являться паралельні лінії. Вони показані на рис. 3.34.

Як видно з рис. 3.34, лінія, що проходить через точки 603 і 604 не є найпівденнішою лінією  $x = const$  усередині границь

карти. Є ще одна лінія, що проходить на південь від лінії 603-604. Вона перетинає південну і східну граничні лінії карти. Щоб побудувати цю лінію, виконайте наступні дії.

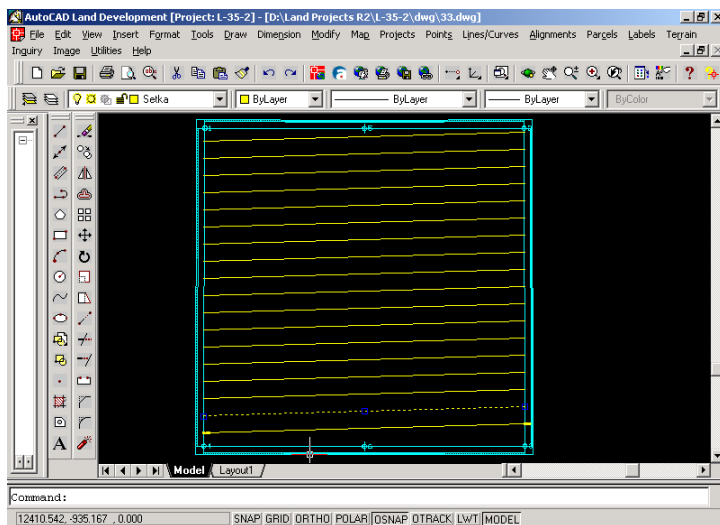


Рис. 3.34 - Побудова координатних ліній  $x = const$

1. В меню Modify виберіть команду Mirror.
2. На запит
 

Select Objects:

 виділіть координатну лінію  $x = const$ , розташовану над лінією, що проходить через точки 603-604. Вона виділена на рис. 3.34. Цей же запит буде повторений. Натисніть клавішу Enter, щоб показати, що інших об'єктів для дзеркального відображення не буде.
3. На запит
 

Specify first point mirror line:

 вкажіть точку 603.
4. На запит
 

Specify second point mirror line:

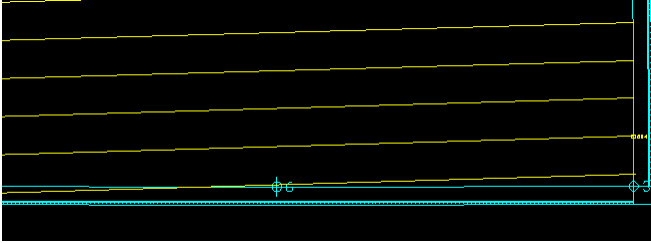
 вкажіть точку 604.
5. З'явиться запит
 

Delete source objects? [Yes/No] <N>:




Натисніть клавішу Enter.

В графічному вікні буде побудована найпівденніша координатна лінія карти, показана на рис. 3.35. Як видно з цього малюнка, вона перетинає південну і східну внутрішні границі карти.



*Рис. 3.35 - Перетин координатної лінії південної внутрішньої границі карти*

Очевидно, частина координатної лінії під південною границею повинна бути видалена. Щоб підрізати координатну лінію до південної границі карти, виконайте наступні дії.

1.  В меню Modify виберіть команду Trim, або натисніть кнопку з тією ж назвою на панелі Modify. Кнопка показана на початку цього абзацу.

2. На запит

Select Objects:

виділіть південну внутрішню границю карти. Натисніть клавішу Enter.

3. З'явиться запит

Select object to trim or shift-select to extend or  
[Project/Edge/Undo]:

Клацніть мишею ту частину координатної лінії, за внутрішньою рамкою, яка повинна бути видалена. Вона зникне з екрану. Для завершення програми натисніть клавішу Enter. В результаті Ваших дій координатна лінія прийме вигляд, показаний на рис. 3.36.

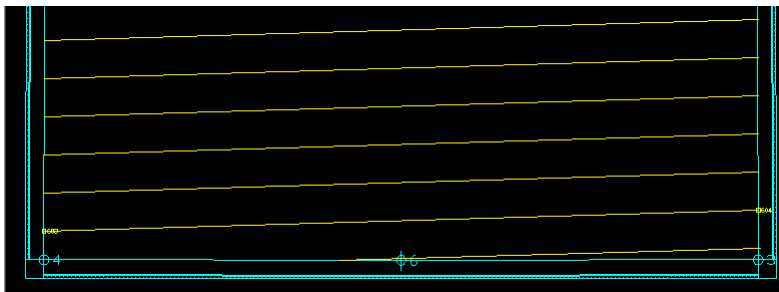


Рис. 3.36 - Підрізування координатної лінії до граничної лінії карти

Аналогічно вищерозглянутому, побудуйте координатні лінії  $y = const$ . Для розрахунку абсцис точок перетину самої західної з ліній  $y = const$ , перетинаючої північну і південну границі, скористайтеся наступними формулами:

$$\Delta x_{1-605} = \frac{\Delta x_{1-5} \cdot \Delta y_{1-605}}{\Delta y_{1-5}}, \quad x_{605} = x_1 + \Delta x_{1-605}, \quad (3.16)$$

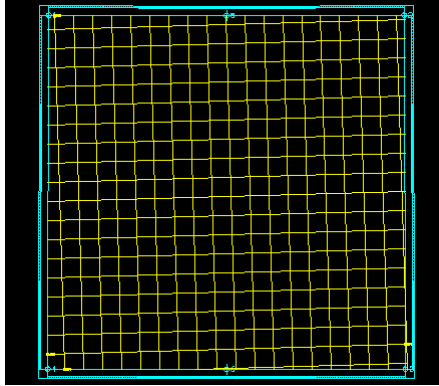
$$\Delta x_{4-606} = \frac{\Delta x_{4-6} \cdot \Delta y_{4-606}}{\Delta y_{4-6}}, \quad x_{606} = x_4 + \Delta x_{4-606}. \quad (3.17)$$

Обчислення зручно виконувати в табл. 3.4-3.5.

Для побудови множини координатних ліній  $y = const$  на підставі однієї, що проходить через точки 605 і 606, скористайтеся командою `Array` з меню `Modify`. В діалоговому вікні `Array` вкажіть такі опції.

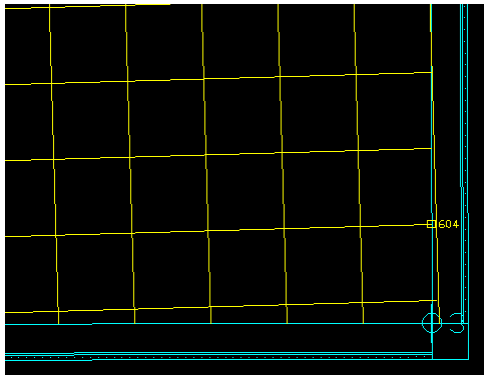
- В полі `Rows` введіть число 1
- В полі `Columns` введіть кількість координатних ліній. В числовому прикладі, що розглядається нижче, кількість координатних ліній дорівнює 19.
- В полі `Column offset` вкажіть відстань між координатними лініями, рівну 2000 (м).
- Натисніть кнопку `Select objects` і виділіть лінію, що проходить через точки 605 і 606.

В результаті виконання команди `Array` малюнок в графічному вікні виглядатиме так, як показано нижче.



*Рис. 3.37 - Результат виконання команди Array для координатних ліній  $y = \text{const}$*

Збільшений фрагмент рис. 3.37 для південно-східного кута карти, представлений на рис. 3.38, показує, що остання координатна лінія перетинає внутрішню східну границю. Використовуючи команду Trim з меню Modify, видалить частину цієї координатної лінії, що виходить за межі границі.



*Рис. 3.38 - Вихід координатної лінії за межі внутрішньої границі*

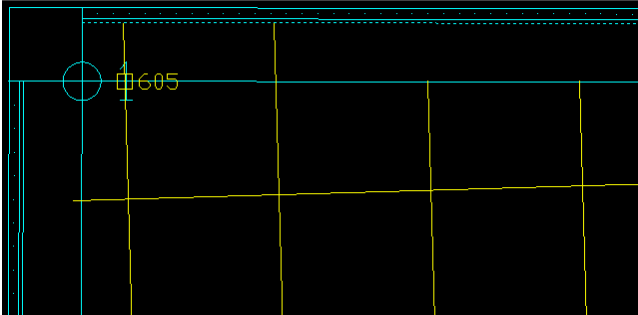
Як відомо [11], лінії координатної сітки повинні доходити до першої лінії зовнішньої границі. Щоб виконати цю умову виконайте наступні дії.

1. В меню Modify виберіть команду Extend

## 2. На запит

Select Objects:

виділіть лінію зовнішньої границі, до якої повинні бути доведені координатні лінії. Ця лінія показана на рис. 3.39. Натисніть клавішу Enter.



*Рис. 3.39 - Виділення лінії зовнішньої границі для доведення до неї координатних ліній*

## 3. На запит

Select object to extend or shift-select to trim or  
[Project/Edge/Undo]:

послідовно клацайте координатні лінії. На рис. 3.39 показано дві координатні лінії, які вже оброблені. Після того, як всі координатні лінії будуть доведені, натисніть клавішу Enter для завершення операції.

Видаліть допоміжні точки 1-6 і 603-606 з малюнка. Для цього виконайте наступні дії:

1. В меню Points виберіть команду Edit Points > Erase.

2. На запит

Points to Erase (All/Numbers/Group/selection/Dialog) ? <All>  
введіть букву n і натисніть клавішу Enter.

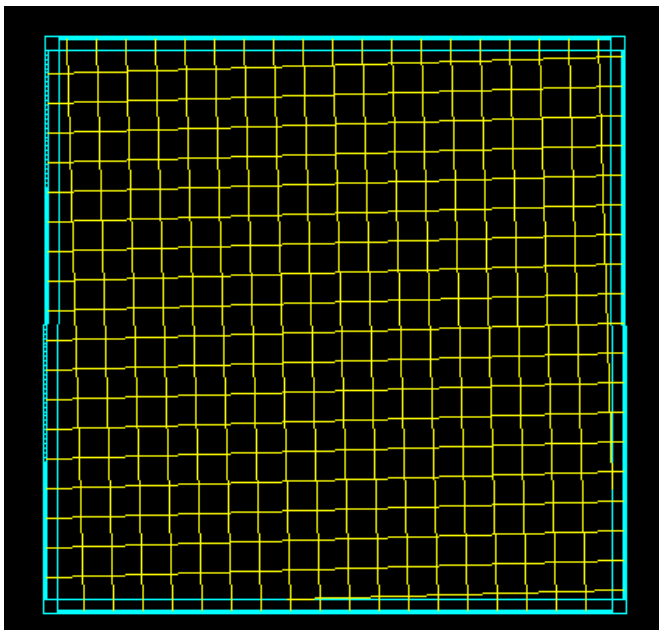
3. З'явиться запит

Point Name or Numbers:

Введіть в командний рядок наступну інформацію:

1-6,603-606.

Остаточно малюнок виглядатиме так як показано на рис. 3.40.



*Рис. 3.40 - Рамка карти масштабу 1:100 000 з координатною сіткою*

### ***3.7. Приклад виконання завдання***

Початкові дані: номенклатура листа карти масштабу 1:100 000,

L-35-2.

Згідно рис. 3.1, граничні меридіани листа карти L-35 мають наступні значення:

південна паралель -  $44^{\circ}$ ,

північна паралель -  $48^{\circ}$ ,

східний меридіан -  $24^{\circ}$ ,

західний меридіан -  $30^0$ ,  
 середній меридіан -  $27^0$ ,  
 номер зони – 5.

Підстановка значень граничних меридіанів і паралелей в схему на рис. 3.2 дає наступний результат:

	24°00'	24°30'	25°00'									30°00'
48°00'	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
47°40'	13											24
	25											36
	37											48
	49											60
	61											72
	73											84
	85											96
	97											108
	109											120
	121											132
44°00'	133											144

Рис. 3.41 - Схема визначення граничних ліній листа карти масштабу 1:100 000 з номенклатурою L-35-2

ДВНЗ «КНУ»

(відомство, установа)

ФОРМУЛЯР  
 топографічної карти

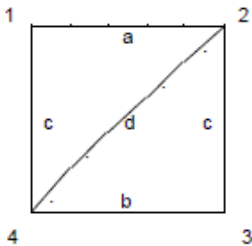
Трапеція L-35-002

Масштаб 1:100 000

Переріз рельєфу через \_\_\_\_\_

Метод зйомки  
Система координат  
Система висот

УСК-2000  
Балтійська



Теоретичні розміри (см):

a 37,33  
b 37,57  
c 37,07  
d 52,68

Площа трапеції 1387,39 кв. см

### Координати кутів рамки трапеції

№ к у т а	Географічні						Прямокутні			
	Широта			Довгота			основні		суміжні	
	°	'	"	°	'	"	x	y	x	y
1	48	00	00	24	30	00	5321546,823	5313439,633	5324452,933	4761176,234
2	48	00	00	25	00	00	5320457,420	5350749,938	5326270,014	4798481,183
3	47	40	00	25	00	00	5283396,632	5349790,690	5289215,931	4800401,685
4	47	40	00	24	30	00	5284487,283	5312240,337	5287396,741	4762856,125

Довгота осевого меридіану: основної зони  $L_0 = 27^0$

суміжної зони  $L_0 = 21^0$

Зближення меридіанів (середнє)  $\gamma_{cp} = -1^0 40' 05''$

**Заповнив**

**Перевірив**

(посада, підпис, прізвище, дата)

(посада, підпис, прізвище, дата)

Таблиця 3.1 - Координати проміжних точок північної і південної границі карти

Номер точки	Географічні						Прямокутні в м. в градусній зоні	
	широта			довгота			X (Nothing)	Y (Easting)
	о	'	“	о	'	“		
5	48	00	00	24	45	00	5320971,834	5332094,619
6	47	40	00	24	45	00	5283911,635	5331015,365

Таблиця 3.2 - Розрахунок координат точки перетину лінії  $x = const$  із західною границею карти

Параметр (м)	Номер точки		
	1	4	603
$x$ (Northing)	5321546,823	5284487,283	5286000
$y$ (Easting)	5313439,633	5312240,337	5312289,291
$\Delta x$	37059,540		1512,717
$\Delta y$	1199,296		48,954

Таблиця 3.3 - Розрахунок координат точки перетину лінії  $x = const$  з східною границею карти

Параметр (м)	Номер точки		
	2	3	604
$x$ (Northing)	5320457,420	5283396,632	5286000
$y$ (Easting)	5350749,938	5349790,690	5349858,073
$\Delta x$	37060,788		2603,368
$\Delta y$	959,248		67,383



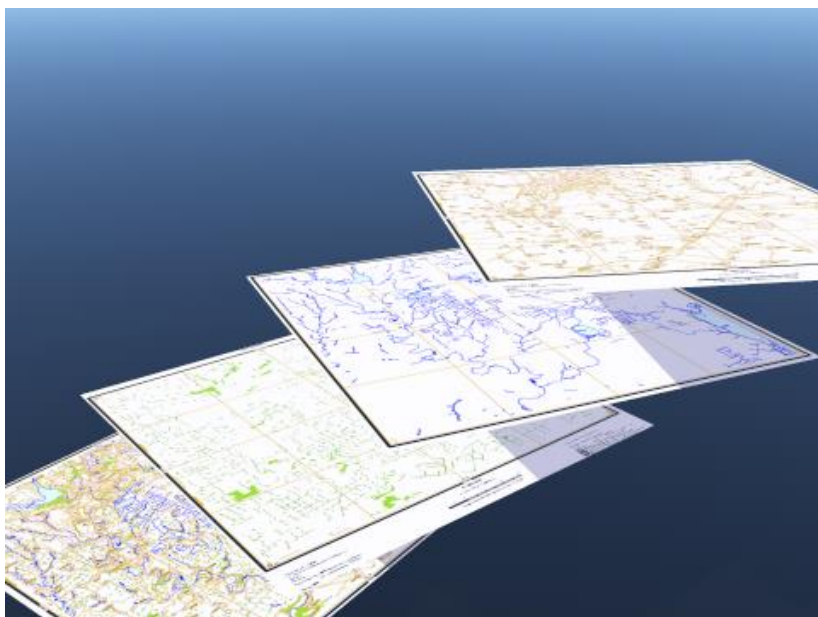
Таблиця 3.4 - Розрахунок координат точки перетину лінії  $y = const$  з північною границею карти

Параметр (м)	Номер точки		
	5	1	605
$x$ (Northing)	5320971,834	5321546,823	5321529,551
$y$ (Easting)	5332094,619	5313439,633	5314000
$\Delta x$	-574,989		-17,272
$\Delta y$	18654,986		560,367

Таблиця 3.5 - Розрахунок координат точки перетину лінії  $y = const$  з південною границею карти

Параметр (м)	Номер точки		
	6	4	606
$x$ (Northing)	5283911,635	5284487,283	5284433,331
$y$ (Easting)	5331015,365	5312240,337	5314000
$\Delta x$	-575,648		-53,952
$\Delta y$	18775,028		1759,663

## 4. КАРТОГРАФІЧНА ГЕНЕРАЛІЗАЦІЯ



Як вказує А.М. Берлянт в [1, с. 129], процес генералізації важче інших картографічних процесів піддається формалізації і автоматизації. Не всі етапи і процедури можуть бути алгоритмізовані, не всі критерії вдається однозначно формалізувати. В цьому завданні підібрано декілька простих задач з генералізації, які дозволяють використовувати алгоритмізацію і можуть виконуватися за допомогою таких комп'ютерних систем, як «MapInfo» і «AutoCAD Land Development Desktop».

Початковими даними для виконання завдань є шари електронної геологічної карти масштабу 1:200 000<sup>7</sup>. Карта створена на основі топографічної карти того ж масштабу. Проте, на ній представлені не всі шари. Є шари гідрографії, населених пунктів, автомобільних доріг, деревних насаджень.

#### ***4.1. Зміст завдання***

Виконайте наступні завдання картографічної генералізації шарів електронної геологічної карти для переходу від масштабу 1:200 000 до масштабу, визначеного номером варіанту (див. додаток Е).

1. Цензовий відбір змісту гідрографії карти. Початкова таблиця і таблиця, що генералізується, вибираються з додатку Е по номеру варіанту.
2. Відбір населених пунктів за допомогою норми.
3. Генералізація населених пунктів з використанням методу переходу від простих об'єктів (понять) до їх збірних позначень.
4. Узагальнення контурів об'єктів, що картографуються (річок або ізоліній).

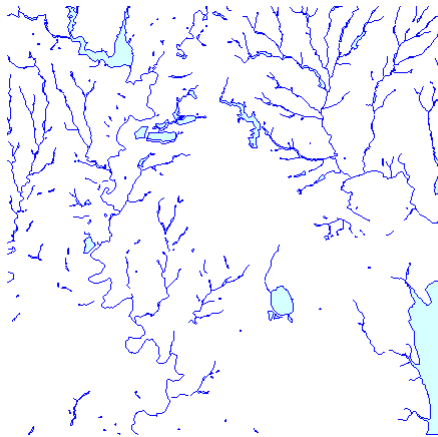
---

<sup>7</sup> Файл з шарами карти можна знайти на сторінці кафедри геодезії офіційного сайту ДВНЗ «Криворізький національний університет»

При виконанні всіх задач слід керуватися [6 - 8; 11].

#### ***4.2. Цензовий відбір змісту гідрографії карти***

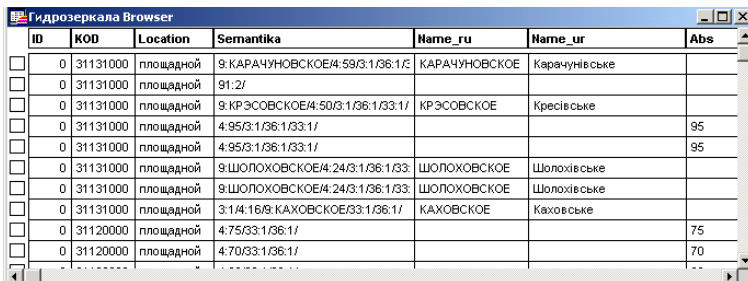
Початкові дані – векторний шар карти, побудований в системі «MapInfo», для карти масштабу 1:200 000 з об'єктами гідрографії. Для відкриття цього шару загрузить систему «MapInfo». В меню File (Файл) виберіть команду Open Table (Відкрити таблицю). В діалоговому вікні, що відкриється, виберіть папку, в якій міститься файл початкових даних (Для варіанту № 1 це папка L3620400). Знайдіть усередині папки необхідний файл і клацніть кнопку Open (Відкрити). Відкриється вікно карти із зображенням мережі гідрографії, так як це показано на рис .4.1. Збережіть таблицю в своїй папці.



*Рис. 4.1 - Шар об'єктів гідрографії*

### 4.2.1. Аналіз змісту шару гідрографії

Відкрийте список, що належить цьому шару. Для цього в меню Window (Вікно) виберіть команду New Browser Window (Новий список). Відкриється список представлений на рис. 4.2.



ID	KOD	Location	Semantika	Name_ru	Name_ur	Abs	
<input type="checkbox"/>	0	31131000	площадной	9.КАРАЧУНОВСКОЕ#4:59/3:1/36:1/1	КАРАЧУНОВСКОЕ	Карачунівське	
<input type="checkbox"/>	0	31131000	площадной	91:2/			
<input type="checkbox"/>	0	31131000	площадной	9.КРЕСОВСКОЕ#4:50/3:1/36:1/33:1/	КРЕСОВСКОЕ	Кресівське	
<input type="checkbox"/>	0	31131000	площадной	4:95/3:1/36:1/33:1/			95
<input type="checkbox"/>	0	31131000	площадной	4:95/3:1/36:1/33:1/			95
<input type="checkbox"/>	0	31131000	площадной	9.ШОЛОХОВСКОЕ#4:24/3:1/36:1/33:	ШОЛОХОВСКОЕ	Шолохівське	
<input type="checkbox"/>	0	31131000	площадной	9.ШОЛОХОВСКОЕ#4:24/3:1/36:1/33:	ШОЛОХОВСКОЕ	Шолохівське	
<input type="checkbox"/>	0	31131000	площадной	3:14:16/9.КАХОВСКОЕ/33:1/36:1/	КАХОВСКОЕ	Каховське	
<input type="checkbox"/>	0	31120000	площадной	4:75/33:1/36:1/			75
<input type="checkbox"/>	0	31120000	площадной	4:70/33:1/36:1/			70

Рис. 4.2 - Список таблиці з векторизованою гідрографією

Векторизація гідрографії була виконана некоректно. Зверніть увагу, на те, що в одному шарі містяться всі об'єкти гідрографії без розділення на річки, озера, водосховища і т.п. Ідентифікація об'єкту може бути виконана за допомогою його коду з поля KOD. Виконайте аналіз кодів списку, представленого на рис. 4.2. Для цього скористайтеся кодами об'єктів, вказаними в [6, с. 2-26]. Занесіть кожний код, знайдений Вами в списку, і його опис в табл. 4.1.

Використовуючи інформацію таблиці з гідрографією, створіть таблицю, яка міститиме тільки ті об'єкти, які присутні в назві таблиці, для якої повинна бути виконана генералізація (див. додаток Е). Наприклад, якщо необхідно виконати генералізацію таблиці «Водосховища та водойми», саме ці об'єкти повинні увійти до створюваної таблиці.

## 4.2.2. Створення таблиці «Водосховища та водойми»

Використовуючи запит, створіть таблицю, яка містить водосховища і водойми. Для цього в меню Query (Запит) виберіть команду Select (Вибір). Відкриється діалогове вікно, представлене на рис. 4.3.

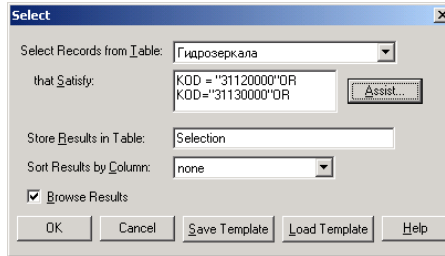


Рис. 4.3 - Діалогове вікно формування запиту

В полі Select Records from Table (Вибрати записи з Таблиці) виберіть назву початкової таблиці. Натисніть кнопку Assist (Вираз). Відкриється діалогове вікно формування виразу для запиту, показане на рис. 4.4.

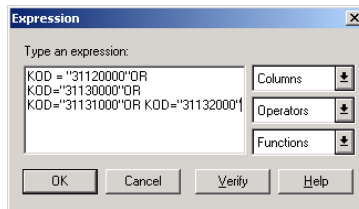


Рис. 4.4 - Вікно формування виразу для запиту

Створіть вираз, структура якого показана на рис. 4.4. Для цього виконайте наступні дії:

1. Із списку Columns виберіть назву колони KOD.
2. Із списку Operators виберіть оператор «=».
3. Далі відкрийте подвійні лапки і наберіть перший код для об'єкту «Озера» - 31120000. Закрийте лапки.
4. Виберіть із списку Operators варіант OR.
5. Повторіть дії пунктів 1-3 для решти кодів об'єктів, що належать до угруповання «Водосховища та водойми».

6. Щоб перевірити вираз натисніть кнопку Verify.
7. Якщо створений Вами вираз синтаксично правильний, натисніть кнопку ОК.
8. Щоб створити таблицю з вибраними «Водосховищами та водоймами» натисніть кнопку ОК у вікні Select (Вибір).
9. В робочому полі системи «MapInfo» з'явиться список з вибраними Вами об'єктами. Збережіть його в своїй папці з назвою «ВодосхВодойми». Для цього в меню File (Файл) виберіть команду Save Copy As (Зберегти копію як).

Збережена таблиця закрита. Тому закрийте всі вікна в робочому полі системи «MapInfo» і відкрийте щойно збережену таблицю, вибравши в меню File (Файл) команду Open Table (Відкрити таблицю). Щоб відкрити таблицю у вигляді списку виберіть у вікні, що відкривається, в списку Preferred View (Попередній Вигляд) варіант Browser (Список). Відкриється список з відібраними Вами об'єктами гідрографії, який може мати вигляд, показаний на рис. 4.5.

ID	KOD	Location	Semantika	Name_ru	Name_ur	Abs	
<input type="checkbox"/>	0	311310	площадн	9.КАРАЧУНОВСКОЕ/4:59/3:1/36:1/33:1/91:3/	КАРАЧУНОВСКОЕ	Карачунівське	
<input type="checkbox"/>	0	311310	площадн	91:2/			
<input type="checkbox"/>	0	311310	площадн	9.КРЕЗОВСКОЕ/4:50/3:1/36:1/33:1/	КРЕЗОВСКОЕ	Кресівське	
<input type="checkbox"/>	0	311310	площадн	4:95/3:1/36:1/33:1/			95
<input type="checkbox"/>	0	311310	площадн	4:95/3:1/36:1/33:1/			95
<input type="checkbox"/>	0	311310	площадн	9.ШОЛОХОВСКОЕ/4:24/3:1/36:1/33:1/	ШОЛОХОВСКОЕ	Шолохівське	
<input type="checkbox"/>	0	311310	площадн	9.ШОЛОХОВСКОЕ/4:24/3:1/36:1/33:1/	ШОЛОХОВСКОЕ	Шолохівське	
<input type="checkbox"/>	0	311310	площадн	3:1/4:16/9:КАХОВСКОЕ/33:1/36:1/	КАХОВСКОЕ	Каховське	
<input type="checkbox"/>	0	311200	площадн	4:75/33:1/36:1/			75
<input type="checkbox"/>	0	311200	площадн	4:70/33:1/36:1/			70

Рис. 4.5 - Вибрані за допомогою запиту об'єкти гідрографії

З [7] виберіть умови (цензи) зображення об'єктів гідрографії, представлених в таблиці «ВодосхВодойми», на карті з масштабом Вашого варіанту. Перепишіть ці умови в свій зошит. Наприклад, можна в зошит для виконання роботи записати таку інформацію [7, с. 8]:

*“Озера та інші природні й штучні водойми наносяться на картах ... масштабів 1:200 000-1:1 000 000 — площею в*

масштабі карти 2 мм<sup>2</sup> і більше. Водойми менших розмірів показують у випадках, коли вони характеризують особливості території, що картографується, є орієнтирами або мають інші важливе значення.”

Згідно умов зображення озер та інших природних і штучних водойм, вказаних вище, вони генералізуються за одну схемою і можуть бути представлені в одній таблиці.

Щоб скористатися цензом для відбору об'єктів, представленим в [7], додайте поле до створеної Вами таблиці. Для цього виконайте такі дії:

1. Виберіть в меню Table (Таблиця) команду Maintenance > Table Structure (Змінити > Перебудувати).
2. У вікні зміни структури таблиці, показаному на рис. 4.6, виберіть кнопку Add Field (Додати поле).

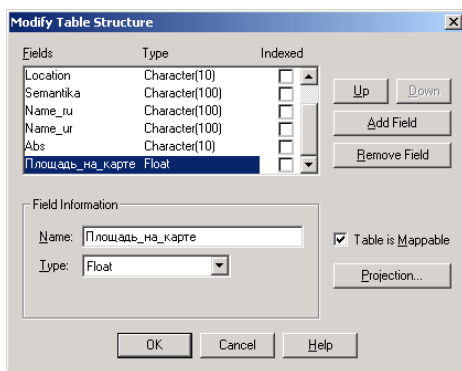


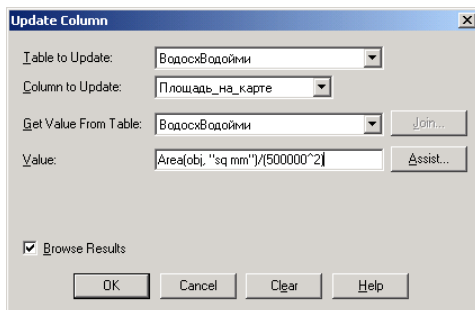
Рис. 4.6 - Діалогове вікно зміни структури таблиці

3. В полі Name (Назва) введіть назву нової колонки – «Площа\_на\_карті».
4. В полі Type (Тип) виберіть тип – Float (Дійсний).
5. Натисніть кнопку ОК.

Для того, щоб розрахувати площу об'єктів гідрографії, виконайте наступні дії:

1. В меню Table (Таблиця) виберіть команду Update Column (Модифікувати Колону). Відкриється діалогове вікно, показане на рис. 4.7.





*Рис. 4.7 - Діалогове вікно модифікації колони*

2. В списку Table to Update (Таблиця для зміни) виберіть назву таблиці з вибраними Вами об'єктами гідрографії. В полі Column to Update (Колона для зміни) виберіть назву колони «Площа\_на\_карті».
3. Натисніть кнопку Assist (Вираз). У вікні формування виразу, показаному на рис. 4.4, виконайте наступні дії:
4. В списку Functions виберіть функцію Area. Відредагуйте одиниці визначення площі, вказавши квадратні міліметри.
5. В списку Operators виберіть знак ділення (/).
6. Відкрийте круглі дужки і наберіть число, рівне знаменнику масштабу Вашого варіанту (див. додаток E).
7. Виберіть в списку Operators знак зведення в ступінь і наберіть число 2. Закрийте круглі дужки.
8. Перевірте вираз. Якщо він синтаксично правильний, натисніть кнопку ОК.
9. Щоб розрахувати площу об'єктів гідрографії натисніть кнопку ОК у вікні Update Column (Модифікації колони) (рис. 4.7).
10. Відкриється список з об'єктами гідрографії, остання колона якого міститиме обчислену площу об'єктів в масштабі карти.

Згідно [7, с. 8], цензом відбору Водосховищ і водойм для карт масштабу 1:200 000 – 1:1 000 000 є площа 2 мм<sup>2</sup> в масштабі карти. Очевидно, не всі водосховища і водойми,

представлені в таблиці «ВодосхВодойми» можуть бути поміщені на створювану карту. Щоб відібрати тільки ті об'єкти, які задовольняють вказаному вище цензу, створіть запит. Для цього в меню Query (Запит) виберіть команду Select (Вибір). У вікні, представленому на рис. 4.3, вкажіть таблицю для запиту «ВодосхВодойми». Натиснувши кнопку Assist (Вираз), сформууйте вираз, показаний нижче

Площа\_на\_карті >=2.

Натисніть кнопку ОК.

В робочому полі системи MapInfo з'явиться список, в який потраплять тільки ті об'єкти гідрографії, площа яких задовольняє цензу відбору. Збережіть цей список у вигляді окремої таблиці, вибравши в меню File (Файл) команду Save Copy As (Зберегти копію як). Назвіть цю таблицю також як і попередню, додавши до назви знаменник масштабу. Наприклад,

«ВодосхВодойми500000».

Створена Вами таблиця може бути використана для складання топографічної карти вибраного масштабу.

### 4.2.3. Генералізація річок і струмків

Аналогічно, використовуючи коди річок і струмків, виберіть з початкового файлу всі річки та струмки. Збережіть отриману таблицю з назвою «РічкиСтрумки». Додайте в цю таблицю колону з назвою «Довжина\_ріки». Якщо масштаб варіанту завдання є 1:500 000, то для розрахунку довжин річок та струмків у см. в масштабі карти можна скористатися виразом:

ObjectLen(obj, "cm")/(500000).

Порівняйте отриману довжину з цензом, представленим в [7, с. 8], згідно якому річки і струмки наносять на карту в тому випадку, якщо їх довжина не менше 1,5 см. в масштабі карти. Перепишіть в зошит умову нанесення на карту

масштабу Вашого варіанту річок і струмків. Для вибору річок потрібної довжини, використовуйте запит з наступним виразом:

Довжина\_ріки >= 1.5.

Збережіть результат запиту в окремій таблиці, формуючи назву так само як і у попередньому випадку, наприклад «РічкиСтрумки500000».

### 4.3. Генералізація населених пунктів за допомогою норми

Відкрийте таблицю населених пунктів, розташовану в тій же папці, що і таблиця з гідрографією. У вікні Map (Карта) ця таблиця має вигляд, показаний на рис. 4.8а, у вікні Browser (Список) – так, як показано на рис. 4.8б.



а

ID	KOD	Location	name/ru	Name_ru	ty	lru	
<input type="checkbox"/>	1 846	4210000	пгт.адресий	30.0.56.МАРЬИВКА.01	МАРЬИВКА	T	Марьивка
<input type="checkbox"/>	1 847	4210000	пгт.адресий	30.0.56.КАМЕРСКОЕ.01	КАМЕРСКОЕ	UL	Камерское
<input type="checkbox"/>	1 848	4210000	пгт.адресий	30.0.259.НОВОРИТСКОВО.01	НОВОРИТСКОВА	T	Новоритская
<input type="checkbox"/>	1 849	4210000	пгт.адресий	30.0.368.ЭТАКОСОВО.01	ЭТАКОСОВА	C	Этакосовка
<input type="checkbox"/>	1 850	4210000	пгт.адресий	30.0.36.АНДРЕЙСКО.01	АНДРЕЙСКО	C	Андреевка
<input type="checkbox"/>	1 851	4210000	пгт.адресий	30.0.448.СЕРОВО.01	СЕРОВИКА	C	Серовка
<input type="checkbox"/>	1 852	4210000	пгт.адресий	30.0.589.ИРАКОВО.01	ИРАКОВО	C	Ираково
<input type="checkbox"/>	1 853	4120000	пгт.адресий	0.КАЛИНИНОВ.1.801.01	КАЛИНИНОВ	T	Калиново
<input type="checkbox"/>	1 854	4120000	пгт.адресий	0.ЗАЛЧИНОЕ.2.201.01	ЗАЛЧИНОЕ	C	Залчиное
<input type="checkbox"/>	1 855	4210000	пгт.адресий	30.0.563.ЗЕРНАЯ.РАБО.01	ЗЕРНАЯ РАБ.	UL	Зерная Раба
<input type="checkbox"/>	1 857	4200000	пгт.адресий	30.0.565.ЧЕРНАЯ.ГОРНА.01	ЧЕРНАЯ ГОРНА	UL	Черная Горна
<input type="checkbox"/>	1 858	4210000	пгт.адресий	30.0.559.ЗЕРНАЯ.ТУТ.01	ЗЕРНАЯ ТУТ	C	Зерная Тут
<input type="checkbox"/>	1 859	4210000	пгт.адресий	30.0.563.ЗЕРНАЯ.ВАКСА.01	ЗЕРНАЯ ВАКСА	C	Зерная Вакса
<input type="checkbox"/>	1 860	4210000	пгт.адресий	30.0.368.МАКАРОВО.01	МАКАРОВА	C	Макаровка
<input type="checkbox"/>	1 861	4210000	пгт.адресий	30.0.569.НОВОРИТСКОВО.01	НОВОРИТСКОВА	T	Новоритская
<input type="checkbox"/>	1 862	4210000	пгт.адресий	30.0.578.КОСОВО.01	КОСОВОКА	C	Косовка
<input type="checkbox"/>	1 863	4110000	пгт.адресий	0.КРИВОЙ.КОТЛ.КОВ.1.773.01	КРИВОЙ КОТ.	C	Кривой Кот
<input type="checkbox"/>	1 864	4200000	пгт.адресий	30.0.568.ТРАКОВО.01	ТРАКОВОЕ	C	Траково
<input type="checkbox"/>	1 865	4210000	пгт.адресий	30.0.36.РАКОВО.01	РАКОВО	C	Раква
<input type="checkbox"/>	1 866	4210000	пгт.адресий	30.0.7.НОВЫЙ.ЦЕНТРО.01	НОВЫЙ ЦЕНТР	C	Новый Центр
<input type="checkbox"/>	1 867	4210000	пгт.адресий	30.0.7.Н.ВЕСЕЛО.01	ВЕСЕЛОЕ	C	Весело
<input type="checkbox"/>	1 868	4210000	пгт.адресий	30.0.359.КОЖА.НОВО.01	КОЖА.НОВО.01	C	Кожановская
<input type="checkbox"/>	1 869	4210000	пгт.адресий	30.0.448.В.ИТАЦКОЕ.01	В.ИТАЦКОЕ	C	Витцаково

б

Рис. 4.8 - Таблица населенных пунктов карты масштабу 1:200 000 а – у вікні Map, б - у вікні Browser

Як і у попередньому випадку виконайте ідентифікацію об'єктів по кодах. Для цього заповніть таблицю 4.1 для цього шару. Таблиця необхідна для того, щоб визначити, які саме типи населених пунктів є на карті.

Як указується в [7, с. 10], на картах масштабів 1:500 000 та 1:1 000 000 навантаження зображеннями населених пунктів визначається залежно від характеру району, густоти розташування населених пунктів на місцевості, їхньої величини, значимості й типу. Норми навантаження карт зображеннями населених пунктів наведені в табл. 4.2, дані якої обрані з [7, табл. 5, с. 10].

Згідно [7, с. 10], максимальне навантаження карт зображеннями населених пунктів (до 140 на 1 дм<sup>2</sup>) застосовують при картографуванні густонаселених районів із середніми (від 500 до 1 000 жителів) і малими (менше 500 жителів) населеними пунктами. Для відображення малообжитих районів (лісових, гірських, пустельних) на карти масштабів 1:200 000-1:1 000 000 наносяться всі житлові, окремо розташовані будівлі, а також нежитлові будівлі (літники, зимівники і т. ін.), якщо вони можуть бути орієнтирами.

Таким чином, для того, щоб скористатися нормою показу населених пунктів на топографічній карті масштабу 1:500 000, або масштабу 1:1 000 000, необхідно розрахувати такі величини, як кількість населених пунктів на карті та її площу.

Для знаходження кількості населених пунктів виберіть в меню Query (Запит) команду Calculate Statistics (Обчислити статистику). Відкриється діалогове вікно, представлене на рис. 4.9.

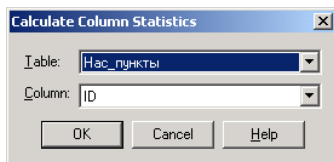


Рис. 4.9 - Вікно вибору таблиці для розрахунку статистичних даних

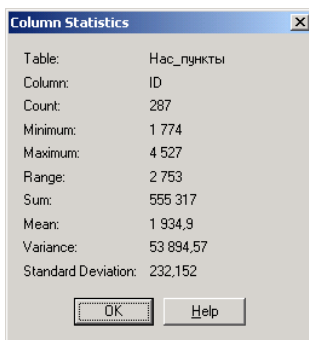
Таблиця 4.1 - Коди об'єктів таблиці «Гідродзеркала»

Код	Найменування	
	класифікаційного угруповання	об'єкта класифікації
31131000	Водосховища та водойми	Водосховища
31120000	Водойми	Озера
31410000	Водотоки	Річки
31132000	Водосховища та водойми	Ставки
31130000	Водосховища та водойми	-

Таблиця 4.2 - Приблизні норми навантаження карт зображеннями населених пунктів згідно [7, с. 10]

Тип району за чисельністю населення	Кількість населених пунктів на місцевості, що відповідає за площею 1 дм <sup>2</sup> на карті масштабу		Кількість населених пунктів, які показуються на 1 дм <sup>2</sup> карти масштабів	
	1:500 000	1:1 000 000	1:500 000	1:1 000 000
Густонаселений	понад 375	понад 1500	120-140	120-140
Середньонаселений	125-375	500-1500	80-120	80-120
Малонаселений	25-125	100-500	25-80	60-80
Рідконаселений	5-25	20-100	всі	20-60
Малообжитий	менше 5	менше 20	всі	всі

Вкажіть в цьому вікні таблицю «Нас\_пункты» і натисніть кнопку ОК. З'явиться вікно статистики, показане на рис. 4.10.



*Рис. 4.10 - Інформаційне вікно статистичних даних*

Кількість записів в таблиці – це величина Count. Випишіть її значення з інформаційного вікна в зошит. Зокрема, згідно рис. 4.10, загальна кількість населених пунктів дорівнює 287.

Щоб визначити площу карти можна скористатися інструментом Ruler (Лінійка). Виберіть на панелі Main (Операції) кнопку Ruler (Лінійка). В робочому полі системи «MapInfo» з'явиться вікно лінійки, показане на рис. 4.11.



*Рис. 4.11 - Вікно інструменту Лінійка*

Клацніть мишею лівий верхній кут внутрішньої рамки карти, а потім правий верхній кут внутрішньої рамки. У вікні Лінійки буде показана відстань між вибраними Вами точками на земній кулі. Наприклад,

$$a = 76,20 \text{ км.}$$

Аналогічно, знайдіть довжину бічної сторони карти. Позначте її буквою  $c$ . Наприклад,

$$c = 76,14 \text{ км.}$$

Добуток цих величин дасть площу поверхні, що показується картою на земній кулі. Для визначення площі на карті слід помножити отриману площу на головний масштаб, зведений у квадрат, а саме:

$$S = a \cdot c \cdot \mu_0^2. \quad (4.1)$$

За допомогою формули (4.1) площа буде розрахована в тих одиницях, в яких були зміряні величини  $a, c$ , тобто в (км<sup>2</sup>). Щоб отримати цю величину в дм<sup>2</sup>, необхідно помножити отримане число на коефіцієнт переходу від км<sup>2</sup> до дм<sup>2</sup>, тобто на 10<sup>8</sup>. Зокрема, з урахуванням вищенаведених величин буде отримана наступна площа карти:

$$S = 14,5 \text{ (дм}^2\text{)}.$$

Кількість населених пунктів на 1 дм<sup>2</sup> знайдемо по формулі:

$$N = \frac{\text{Count}}{S}. \quad (4.2)$$

Для вищенаведених чисел ця величина буде дорівнювати:

$$N = 20.$$

Використовуючи табл. 4.2, необхідно визначити тип району за чисельністю жителів (перша колона таблиці), а потім норму навантаження карти зображеннями населених пунктів для вибраного масштабу. В нашому випадку тип району – «Рідконаселений». На карті масштабу 1:500 000 з таким типом показуються всі населені пункти, на карті масштабу 1:1 000 000 - від 20 до 60 населених пунктів. Враховуючи, що щільність населених пунктів для даного прикладу дорівнює 20, для масштабу 1:1 000 000 також не вимагається виконувати відбір населених пунктів. Якби реальна щільність населених пунктів в шарі перевищила допустиму щільність, вказану в табл. 4.2, то частину населених пунктів необхідно було б видалити.

Значущість населеного пункту, в першу чергу, визначається кількістю його жителів. В початковій таблиці «Нас\_пункти» відсутня ця інформація. Тому до цієї таблиці потрібно додати поле з назвою «Кільк\_Мешканців». Для

отримання інформації про кількість мешканців для кожного населеного пункту скористайтеся мережею «Інтернет». В першу чергу видаляються ті населені пункти, кількість мешканців в яких мінімальна. Проте, як указується в [7, с. 10], на картах масштабів 1:200 000-1:1 000 000 показуються всі будівлі, якщо вони можуть бути орієнтирами.

#### ***4.4. Перехід від простих об'єктів (понять) до їх збірних позначень***

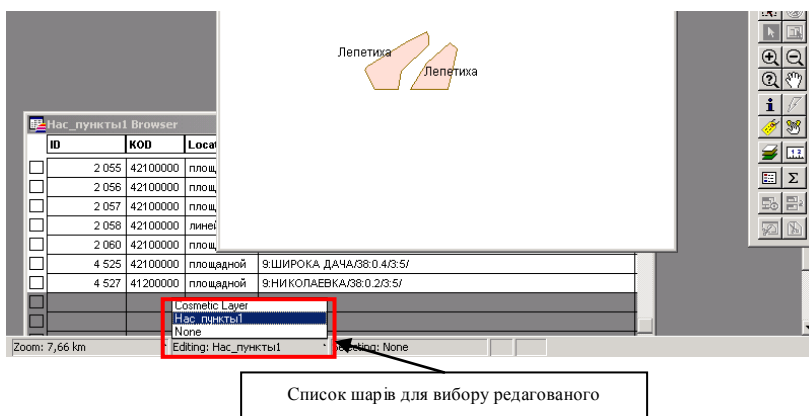
Зверніть увагу на те, як показуються населені пункти на картах масштабів 1:500 000 - 1:1 000 000. Згідно [7, с. 10], «На картах масштабів 1:500 000-1:1 000 000 населені пункти зображуються із збереженням зовнішнього контуру, але з узагальненим відображенням характеру планування та щільної внутрішньоквартальної забудови, а населені пункти, площа яких не виражається в масштабі карти, зображуються позамасштабними знаками (пунсонами)».

Для визначення населених пунктів, площі яких не можуть бути показані в масштабі карти виконайте наступні дії:

1. Додайте в таблицю «Насел\_пункти» колону з назвою «Площа\_на\_карті» (див. вище задачу генералізації об'єктів гідрографії).
2. Розрахуйте площу кожного населеного пункту, використовуючи вираз, показаний на рис. 4.7. Опис формування виразу з урахуванням обраного масштабу представлений нижче цього рисунку.
3. Знайдіть ті населені пункти, які в масштабі карти займають площу, меншу ніж 2 мм<sup>2</sup>. Ці населені пункти повинні бути видалені з бази населених пунктів. Для них необхідно створити окрему таблицю, по якій вони показуватимуться на карті у вигляді пунсонів.



Проте, аналіз бази даних населених пунктів показує, що механічно розділити її на дві частини неможливо. Зверніть увагу, що в списку є об'єкти з одним найменуванням, розташовані достатньо близько, щоб припустити, що це, насправді один населений пункт, розділений якоюсь перешкодою. На рис. 4.12 показано два об'єкти з однією назвою, «Лепетуха». Кожний з них має площу меншу ніж 2 мм<sup>2</sup>. Якщо виконати заміну цих об'єктів на пунсони, то на карті з'являться два пунсона з однією назвою. Інший неприпустимий варіант, пов'язаний з такими об'єктами, коли один з об'єктів має площу, більшу ніж 2 мм<sup>2</sup>, а інший – меншу. В цьому випадку на карті з'являться два близько розташовані об'єкти, один площадний, інший позамасштабний, з однією і тією ж назвою.



*Рис. 4.12 - Два об'єкти бази даних, що належать одному населеному пункту*

Тому, перш ніж розділити базу даних об'єктів на дві частини, слід виконати злиття таких об'єктів. Для цього виконайте наступні дії.

1. Відкрийте таблицю населених пунктів в двох вікнах: у вікні Browser (Список) і в вікні Map (Карта) (рис. 4.13).

2. Встановіть для таблиці «Населені\_пункти» можливість редагування. Для цього в рядку станів відкритої таблиці шарів і виділіть назву шару, так як це показано на рис. 4.12.
3. Знайдіть і виділіть в списку два тотожні за назвою та сусідні записи, як це показано на рис. 4.13. Перевірте, що об'єкти, які ідентифікуються цими записами розташовані по сусідству у вікні Мар (Карта).

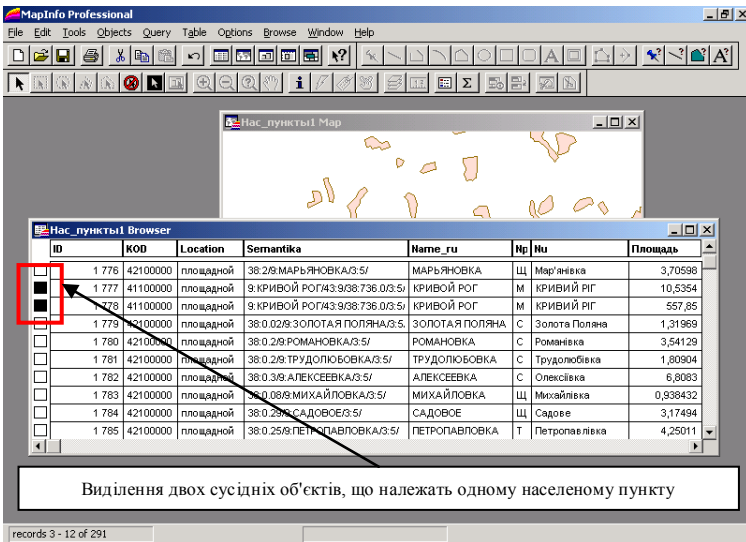
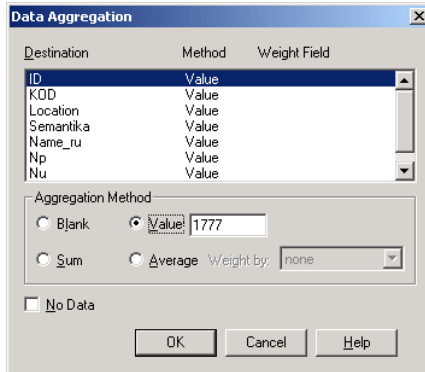


Рис. 4.13 - Виділення двох сусідніх об'єктів

4. Клацніть рядок заголовка вікна Мар (Карта), зробивши його активним.
5. Виберіть з меню Objects (Об'єкти) команду Combine (Комбінація). Відкриється діалогове вікно, процедури об'єднання об'єктів, показане на рис. 4.14.
6. Встановіть для колони ID варіант Value (Значення) (рис. 4.14). Перевірте, що для колони Площа використовується варіант Sum (Сума).



*Рис. 4.14 - Діалогове вікно об'єднання об'єктів*

7. Натисніть кнопку ОК. Раніше виділені об'єкти в списку будуть видалені. Замість них з'явиться один об'єкт, створений їх об'єднанням. Його можна знайти в кінці списку об'єктів.
8. Відмініть виділення цього об'єкту, клацнувши в будь-якому вільному місці карти.
9. Повторіть дії пунктів 3-7 для всіх подібних об'єктів.

Тепер можна виконати процедуру виділення з бази даних тих населених пунктів, площі яких не менше 2 мм<sup>2</sup>. Для цього виконайте такі дії:

1. В меню Query (Запит) виберіть команду Select (Вибір).
2. В діалоговому вікні формування запиту (рис. 4.3), в полі Select Records from Table (Вибрати записи з Таблиці) виберіть назву початкової таблиці (Населені\_пункти). Натисніть кнопку Assist і в діалоговому вікні формування виразу для запиту (рис. 4.4) сформуєте вираз, показаний нижче.

Площа  $\geq 2$ .

3. Після натиснення кнопки ОК у вікні вибору в робочому полі системи «MapInfo» з'явиться список з відібраними, за вищеописаною умовою, населеними пунктами.

4. Збережіть цей список з назвою «Населені\_пункти\_Площадн», вибравши в меню File (Файл) команду Save copy as (Зберегти копію як).

Аналогічно, виберіть з основної бази даних населених пунктів, ті, площі яких менше 2 мм<sup>2</sup>. Для цього виконайте вищеописані дії, застосувавши наступний вираз:

Площа < 2.

Збережіть список отриманих населених пунктів з назвою «Населені\_пункти\_Пунсони».

Далі необхідно створити позамасштабні знаки в центроїдах тих площадних об'єктів, площі яких менше 2 мм<sup>2</sup>. Це можна виконати за допомогою процедури геокодування. Але для цього необхідно змінити структури двох таблиць – початкової «Населені\_пункти» і такої, що підлягає геокодуванню, «Населені\_пункти\_Пунсони». Щоб змінити структуру першої таблиці виконайте наступні дії:

1. Виберіть в меню Table (Таблиця) команду Maintenance > Table Structure (Змінити > Перебудувати). В списку доступних таблиць (рис. 4.15) виберіть назву таблиці «Населені\_пункти». Натисніть кнопку ОК.

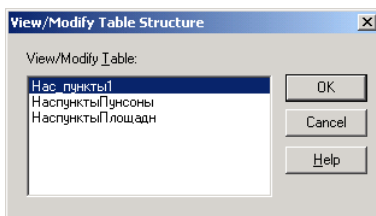
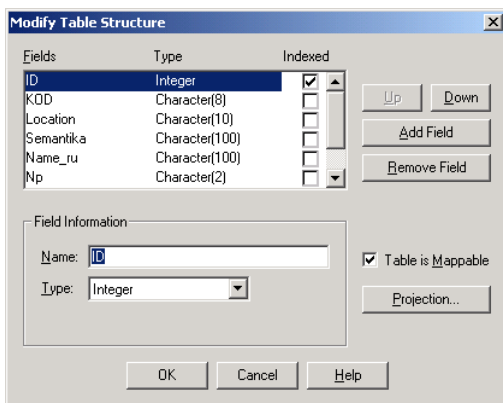


Рис. 4.15 - Вікно вибору таблиці для модифікації

2. В діалоговому вікні зміни структури таблиці, зробіть поле ID таким, що індексується, як це показано на рис. 4.16.
3. Натисніть кнопку ОК. Тепер таблиця «Населені\_пункти» може бути використана для геокодування.



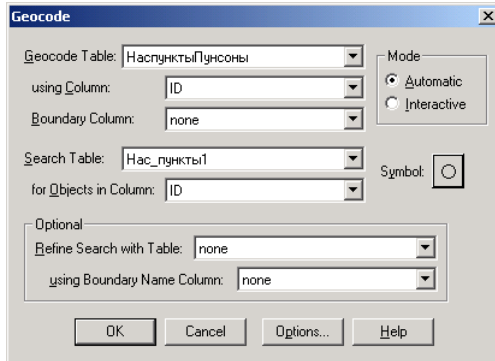
*Рис. 4.16 - Діалогове вікно модифікації структури таблиці*

Щоб змінити структуру таблиці «Населені\_пункти\_Пунсони» виконайте наступні дії:

4. Відкрийте щойно створені Вами таблиці «Населені\_пункти\_Площадн» і «Населені\_пункти\_Пунсони», вибравши в меню File (Файл) команду Open (Відкрити).
5. Виберіть в меню Table (Таблиця) команду Maintenance > Table Structure (Змінити > Перебудувати). В списку доступних таблиць виберіть назву таблиці «Населені\_пункти\_Пунсони». Натисніть кнопку ОК.
6. У вікні модифікації структури таблиці відключить прапорець Table is Mappable (Таблиця Картографіруема). Натисніть кнопку ОК. В результаті таблиця «Населені\_пункти\_Пунсони» позбавилася всіх графічних об'єктів.

Щоб геокодувати об'єкти, виконайте наступні дії:

7. В меню Table (Таблиця) виберіть команду Geocode (Геокодування). Відкриється діалогове вікно, показане на рис. 4.17.
8. В полі Geocode Table (Таблиця для геокодування) вкажіть таблицю «Населені\_пункти\_Пунсони», в полі using Column (Використовуючи колону) виберіть назву колони ID.



*Рис. 4.17 - Діалогове вікно геокодування*

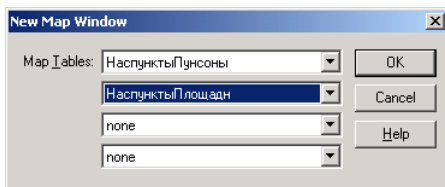
9. В полі Search Table (Шукати в Таблиці) виберіть початкову таблицю «Населені\_пункти». В полі for Objects in Column (для об'єктів з колони) вкажіть колону ID.
10. Натисніть кнопку Symbol (Символ) і підберіть потрібний пунсон з групи символів.
11. Натисніть кнопку ОК у вікні геокодування. Відкриється інформаційне вікно, представлене на рис. 4.18, з повідомленням, що всі рядки геокодовані. Натисніть в цьому вікні кнопку ОК.



*Рис. 4.18 - Інформаційне вікно про результати процедури геокодування*

Щоб проглянути результат геокодування і проаналізувати як виглядатимуть обидва шари населених пунктів, виберіть в меню Window (Вікно) команду New Map Window (Нова карта). В діалоговому вікні вибору шарів, що відкриється для карти (рис. 4.19), виберіть в першому списку шар «Населені\_пункти\_Пунсоны», в другому списку – «Населені\_пункти\_Площадн».

Натисніть кнопку ОК. В робочому полі системи «MapInfo» з'явиться графічне вікно з вибраними Вами шарами. Воно виглядатиме так, як показано на рис. 4.20.



*Рис. 4.19 - Вікно вибору шарів для карти*



*Рис. 4.20 - Шари із зображеннями населених пунктів*

Зверніть увагу: частина населених пунктів показана пунсонами.

#### **4.5. Узагальнення контурів об'єктів**

Система «AutoCAD Land Development Desktop» володіє спеціальною процедурою узагальнення контурів об'єктів, що картографуються. Для виконання цієї процедури виконується перевірка відстані між вузлами. Якщо відстань виявиться менше критичної то, вузол з бази даних видаляється. Щоб

скористатися цією процедурою, необхідно експортувати шар з початкової системи в систему «AutoCAD».

Якщо в першому завданні Ви виконали цензовий відбір річок, то дане завдання слід виконувати за допомогою створеної Вами раніше таблиці «Річки», узагальнюючи контури річок.

#### **4.5.1. Узагальнення контурів річок**

Виконайте узагальнення контурів річок, які Ви помістили в таблицю «Ріки500000»<sup>8</sup> (див розд. 4.1). Для цього спочатку екпортуйте таблицю в систему «AutoCAD», виконавши такі дії:

1. В меню Table (Таблиця) виберіть команду Export (Експорт). У вікні вибору таблиці, для експорту вкажіть таблицю «Ріки500000» (або «Ріки1000000»). Натисніть кнопку ОК.
2. Відкриється вікно для збереження файлу, що екпортується. Виберіть свою папку для збереження файлу. В списку Тип файлу вкажіть тип AutoCAD DXF (\*.dxf). Натисніть кнопку Зберегти. Відкриється вікно з варіантами експорту інформації, в якому можна все залишити без змін. Натисніть кнопку ОК.

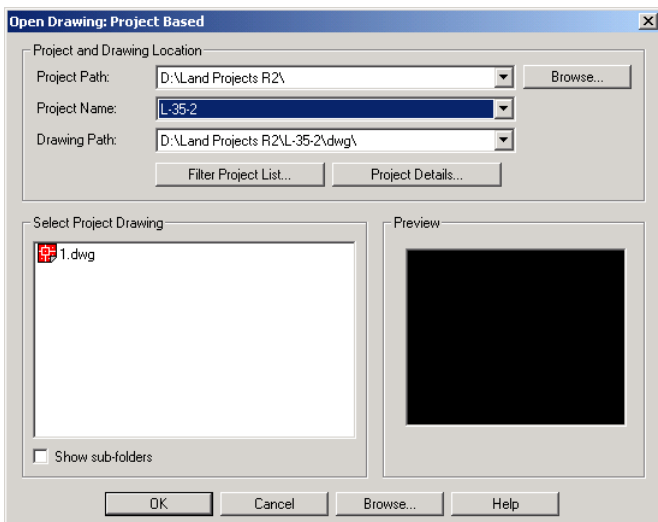
Файли з розширенням \*.dxf не використовуються системою «AutoCAD Land Development Desktop», проте можуть відкриватися класичною програмою «AutoCAD». Відкрийте файл «Ріки500000.dxf» в системі «AutoCAD» і збережіть його у форматі \*.dwg. Закрийте програму «AutoCAD» і відкрийте систему «AutoCAD Land Development Desktop». У вікні Today виберіть кнопку Open. Відкриється діалогове вікно вибору файлу малюнка, показане на рис. 4.21.

---

<sup>8</sup> Назва шару повинна залежати від масштабу, з яким Ви працюєте. Зокрема, якщо варіант Вашого завдання має масштаб 1 000 000, то назва шару повинна виглядати так:

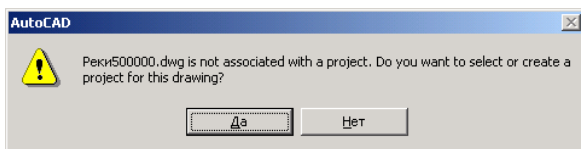
«Ріки1000000».





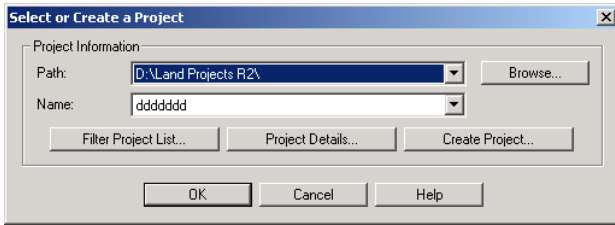
*Рис. 4.21 - Вікно відкриття рисунка*

Натисніть в цьому вікні кнопку **Browse** (Список), розташовану в його нижній частині, і вкажіть шлях до файлу **Ріки500000.dwg**. Відкриється вікно, показане нижче з повідомленням, що малюнок не прив'язаний до проекту. Щоб мати нагоду виконувати які-небудь дії в малюнку, його обов'язково слід прив'язати до проекту. Тому натисніть у вікні, показаному на рис. 4.22, кнопку **Да**.



*Рис. 4.22 - Вікно з пропозицією прив'язати рисунок до проекту*

Відкриється вікно, представлене на рис. 4.23, в якому можна або створити новий проект для малюнка, або прив'язати малюнок до вже існуючого проекту. Створіть новий проект. Для цього натисніть кнопку **Create Project**.

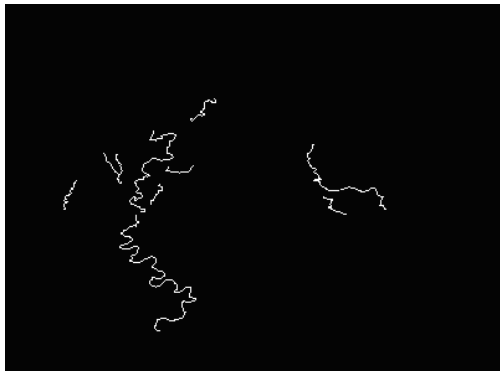


*Рис. 4.23 - Вікно прив'язки рисунка до проекту*

У вікні деталей проекту (рис. 3.5), в списку Prototype вкажіть варіант Default (Meters), в полі Name введіть назву проекту «Генералізація». Натисніть кнопку ОК.

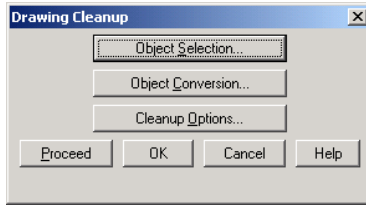
Ви повернетеся у вікно, показане на рис. 4.23. Натисніть кнопку ОК. Відкриється вікно для опцій точкових об'єктів створеного Вами проекту, показане на рис. 3.7. Нічого не міняючи в цьому вікні, натисніть кнопку ОК.

Малюнок із зображенням річкової мережі, показаний нижче, буде відкритий в робочому полі системи «AutoCAD Land Development Desktop».



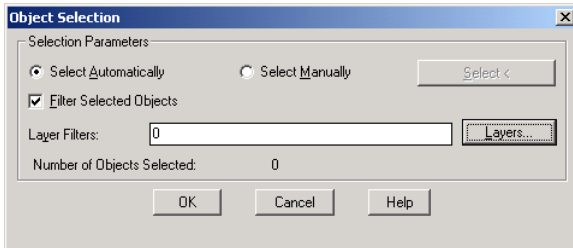
*Рис. 4.24 - Експортована річкова мережа*

Виберіть в меню Map (Карта) команду Tools (Інструменти) і далі, підкоманду Drawing Cleanup (Очистити креслення). Відкриється вікно, показане на рис. 4.25.



*Рис. 4.25 - Вікно виконання процедури узагальнення контурів об'єктів*

Виберіть в цьому вікні кнопку Object Selection (Вибір об'єкта). Відкриється вікно вибору об'єктів для виконання процедури узагальнення, представлене на рис. 4.26.

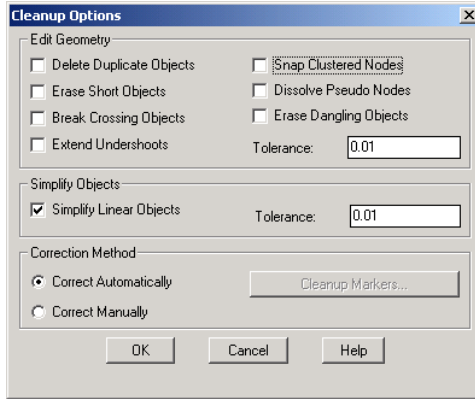


*Рис. 4.26 - Вікно вибору об'єктів для процедури узагальнення*

Встановіть перемикач в цьому вікні на варіант Select Automatically (Автоматичний вибір), виберіть прапорець Filter Selected Objects (Фільтрування обраних об'єктів), натисніть кнопку Layers (Шари) і виберіть єдиний шар з номером 0 у вікні із списком шарів. Натисніть у вікні Object Selection кнопку ОК.

Клацніть у вікні виконання процедури узагальнення (рис. 4.25) кнопку Cleanup Options (Опції узагальнення контурів). У вікні опцій узагальнення, що відкриється, встановіть всі опції саме такими, якими вони показані на рис. 4.27. Натисніть у вікні кнопку ОК.

Для того, щоб запустити процедуру узагальнення, виберіть у вікні виконання процедури узагальнення контурів об'єктів (рис. 4.25) кнопку Proceed (Виконати). Зверніть увагу на те, як змінилися контури річок. Збережіть отриманий малюнок під іншою назвою.



*Рис. 4.27 - Вікно установок опції узагальнення контурів об'єктів*

#### **4.5.2. Узагальнення контурів ізоліній**

Початковими даними цього завдання є шар ізоліній, побудований в системі «AutoCAD Land Development Desktop», що зберігається у файлі N.dwg<sup>9</sup>, де N – номер варіанту.

Відкрийте файл з поверхнею у вищеназваній системі. Виберіть в меню Terrain (Рельєф) команду Contour Utilities > Weed Contour Vertices (Утілити ізоліній > Видалення вузлів ізоліній). З'явиться діалогове вікно генералізації ізоліній, показане на рис. 4.28.

Для первинної побудови горизонталей були використані такі чинники, як критична відстань, і критичний кут, які мали такі значення:

$$L_{\text{критична}} = 10 \text{ м,}$$

---

<sup>9</sup> Папку з файлами ізоліній N.dwg можна знайти на сторінці кафедри геодезії офіційного сайту ДВНЗ «Криворізький національний університет»

$$\theta_{\text{критичний}} = 44^{\circ}.$$

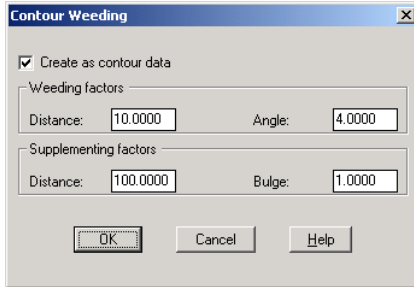


Рис. 4.28 - Діалогове вікно генералізації і згладжування горизонталей

Ці чинники означають, що якщо сума відстаней від вузла до двох сусідніх вузлів на горизонталі виявляється менше критичної відстані і кут відхилення від первинного напрямку в цьому вузлі виявляється менше критичного, то вузол з бази даних поверхні видаляється. Згідно з рис. 4.29, вузол видаляється, якщо

$$L_1 + L_2 < L_{\text{критична}} \quad \text{і} \quad \theta < \theta_{\text{критичний}} \quad . \quad (4.3)$$

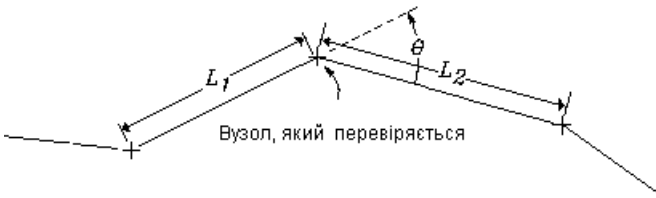


Рис. 4.29 - Генералізація горизонталей

Встановіть в групі Weeding factors в полі Distance значення, рівне 20 м, і натисніть кнопку ОК. На запит:

Select objects (Entity/Layer) <Layer>:

введіть букву E і натисніть клавішу Enter.

Виберіть одну горизонталь і натисніть клавішу Enter. Зверніть увагу на те, як змінилася горизонталь. Вузли, видалені з горизонталі у процесі генералізації, показані червоним кольором (див. рис. 4.30 б).

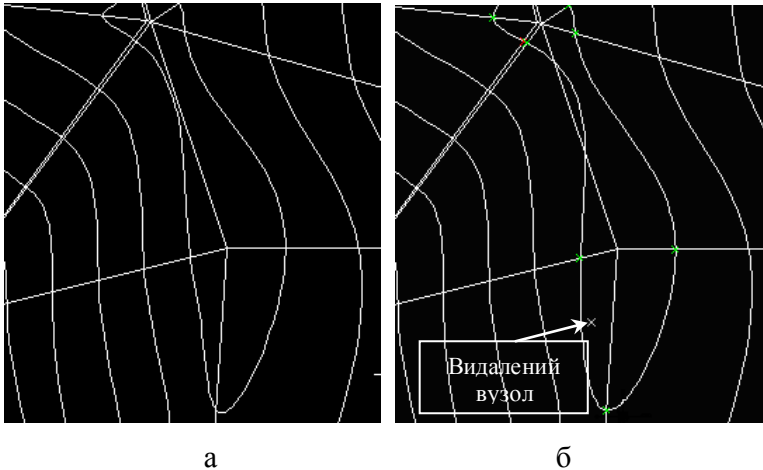


Рис. 4.30 - Горизонталі а – до і б – після виконання процедури генералізації

Виконайте генералізацію для всього шару. Для цього знову виберіть команду Weed Contour Vertices. На запит, представлений вище, введіть букву L і натисніть клавішу Enter. З'явиться запит:

Select entity on layer (or RETURN for layer name):

Натисніть клавішу Enter. На запит:

Layer name (or RETURN to end):

введіть назву шару, в якому побудовані горизонталі:

CONT-MJR.

Натисніть клавішу Enter.

Якщо горизонталі були побудовані в двох шарах, повторіть процедуру генералізації для другого шару (CONT-MNR).

Збережіть отриману модель рельєфу.

## 5. ПРОЕКТУВАННЯ МАКЕТА КОМПОНОВКИ ТЕМАТИЧНОЇ ДРІБНОМАСШТАБНОЇ КАРТИ



Завдання даної роботи мають за мету ознайомити студентів з методикою розробки макета компоновки карти за допомогою системи «MapInfo».

Початковими даними для виконання завдань є шари електронних карт Всесвіту (World, WorldCap), Росії (RUS\_OBL, ADM-CENT), США (States), які є у вільному доступу в мережі Internet.

Графічні побудови виконуються студентами на комп'ютері. На перевірку студенти здають роздруківку макета компоновки карти на листі формату А4. Початкові дані вибираються з додатку Ж.

Як вказує А.М. Берлянт в [1, с. 68], Компоновка вважається вдалою, якщо всі елементи карти розміщені доцільно, достатньо компактно, але не скупчено, ними зручно користуватися. При оцінюванні цієї роботи враховується те, наскільки раціонально організований простір макета.

## ***5.1. Зміст завдання***

Виконайте наступні задачі:

1. Створення тематичного шару карти.
2. Створення додаткових таблиці і карти-врізки.
3. Складання макету компоновки карти.

## ***5.2. Створення тематичного шару карти***

В системі «MapInfo» відкрийте у вигляді списку і у вигляді карти початкову таблицю. Для варіанту № 0 це таблиця World. Відкрийте також супутні таблиці (Grid15, Ocean). Зробіть активним вікно Map (Карта), клацнувши усередині нього мишею. Підберіть для Вашої карти відповідну проекцію. Для цього в меню Map (Карта) виберіть команду Options (Режими). У вікні, що відкриється, натисніть кнопку Projections (Проекції) і виберіть потрібну проекцію.



Створить тематичний шар, вказаний в колоні початкових даних «Назва тематичного шару» (див. додаток Ж). Для цього виконайте такі дії:

1. В меню Map (Карта) виберіть команду Create Thematic Map (Створити тематичну карту).
2. В діалоговому вікні вибору варіанту тематичної карти, представленому нижче, вкажіть потрібний варіант. Наприклад для варіанту № 0 слід вибрати варіант Ranges (Діапазони) і будь-який з варіантів Region Ranges в списку Template Name. Натисніть кнопку Next (Далі).

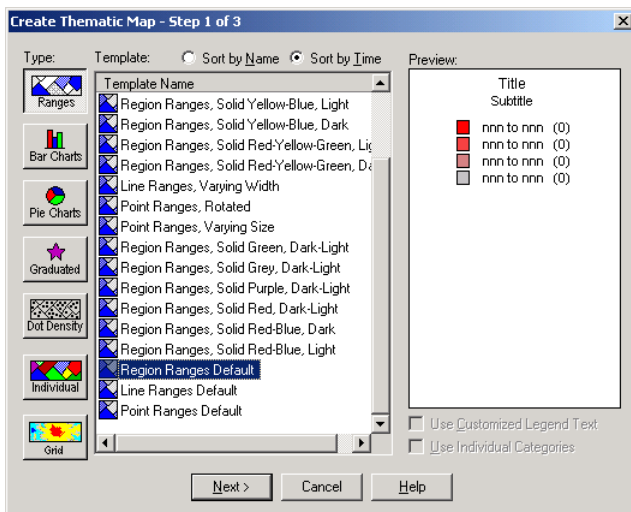
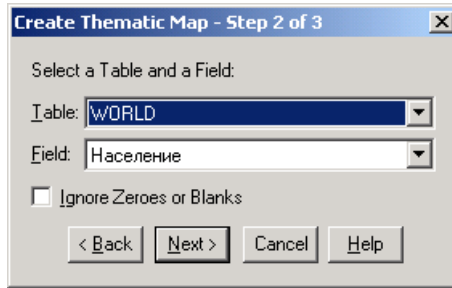


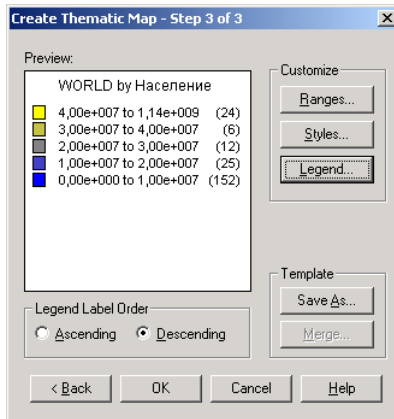
Рис. 5.1 - Вікно вибору варіанту тематичної карти

3. У вікні вибору таблиці і колони, для створення тематичної карти, один з варіантів якого показаний на рис. 5.2, виберіть назву початкової таблиці і назву колони, що використовуються.

Відкриється вікно вибору опцій тематичної карти, показане на рис. 5.3.



*Рис. 5.2 – Вікно вибору початкових таблиці і колони для створення тематичної карти*



*Рис. 5.3 - Вікно вибору опцій тематичного шару карти*

4. Використовуючи кнопки верхньої правої частини цього вікна підберіть потрібні опції для тематичної карти.
5. Натисніть кнопку ОК. В робочому полі системи з'являться два нових вікна: Map (Карта) з тематичним шаром і Legend (Легенда) з умовними позначеннями цього шару.

### 5.3. Створення додаткової таблиці і карти-врізки

Щоб створити таблицю скористайтеся командою SQL-select (SQL-вибір) з меню Query (Запит). У вікні запиту, що відкриється, підберіть потрібні опції і натисніть кнопку ОК. Наприклад, для створення таблиці Населення, згрупованого по континентах, слід вибрати опції, показані на рис. 5.4.

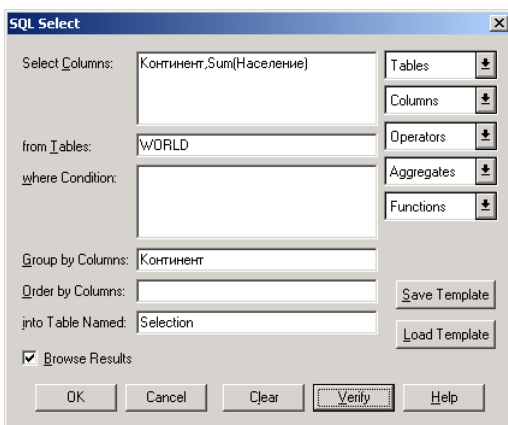


Рис. 5.4 - Діалогове вікно SQL-вибору

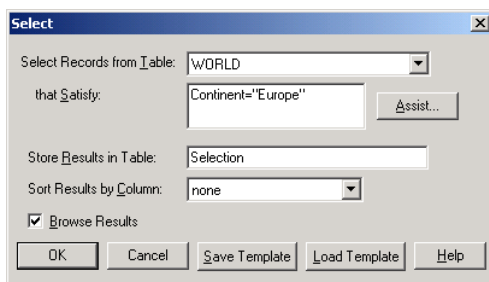
Створіть карту-врізку. Наприклад, щоб створити політичну карту Європи слід створити запит на основі таблиці World. Для цього в меню Query (Запит) виберіть команду Select (Вибрати). У вікні вибору, що відкриється, слід підібрати опції, представлені на рис. 5.5.

Після натиснення кнопки ОК у вікні вибору в робочому полі системи «MapInfo» з'явиться таблиця з назвою Query n. Відкрийте цю таблицю у вікні карти. Для цього в меню Window (Вікно) виберіть варіант New Map Window (Нове вікно Карти). Із списку таблиць, що відкриється, виберіть таблицю Query n. Відкриється вікно карти з вибраними Вами об'єктами.

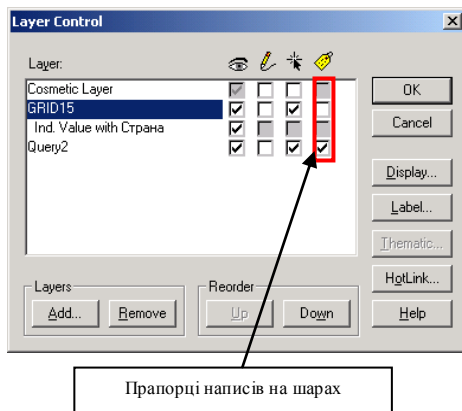


Додайте до цього вікна градусну сітку. Для цього в меню Map (Карта) виберіть команду Контроль шарів (Layer

Control), або клацніть кнопку з тією ж назвою на панелі Main (Операції). Кнопка показана на початку цього абзацу. У вікні контролю шарів (рис. 5.6) клацніть кнопку Add (Додати). В списку доступних шарів виберіть шар Grid15. Для того щоб на карті – врізці були представлені назви, включіть прапорець Написів для створеного Вами шару (див. рис. 5.6).



*Рис. 5.5 - Опції вікна вибору для створення карти Європи по таблиці World*



*Рис. 5.6 - Вікно управління шарами*

Якщо необхідно отримати політичну карту, виберіть в меню Map (Карта) команду Create Thematic Map (Створити тематичну карту). У вікні створення тематичного шару, виберіть варіант Individual (Окремі значення). Створіть шар з тематикою - якісним фоном.

## 5.4. Створення макета компоновки карти

Після того, як Ви створили всі вікна, необхідні для складання макета карти, виберіть в меню Window (Вікно) команду New Layout Window (Нове вікно Макета). Відкриється діалогове вікно створення макета карти, представлене на рис. 5.7.

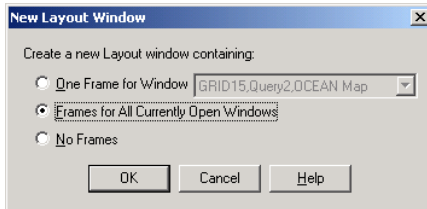


Рис. 5.7 - Вікно створення макета карти

Встановіть у вікні створення макета карти перемикач на варіант Frames for All Currently Open Windows (Рамки для всіх поточне відкритих вікон) і натисніть кнопку ОК. В робочому полі системи «MapInfo» відкриється вікно макета карти з листом формату A4, орієнтованим як портрет. Змініть орієнтацію листа і, якщо необхідно, формат. Для цього в меню File (Файл) виберіть команду Page Setup (Параметри сторінки). У вікні, що відкриється (рис. 5.8), змініте орієнтацію сторінки на Landscape (Ландшафт). Натисніть кнопку ОК.

Вікно макета карти буде переорієнтовано, так як це показано на рис. 5.9.

Підберіть потрібні розміри для рамок всіх вікон. При зміні масштабу карти усередині рамки зверніть увагу, що у вікні макета масштаб карти змінюється разом з розміром рамки. Щоб змінити масштаб карти без зміни розміру рамки у вікні макета, перейдіть у вікно самої карти і змініть її масштаб, використовуючи кнопки Zoom-In (Збільшити), або Change View (Змінити вигляд).

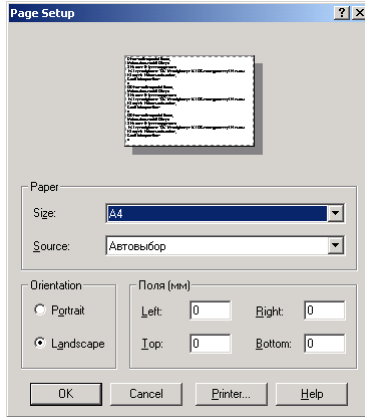


Рис. 5.8 - Вікно установок макета карти перед друком

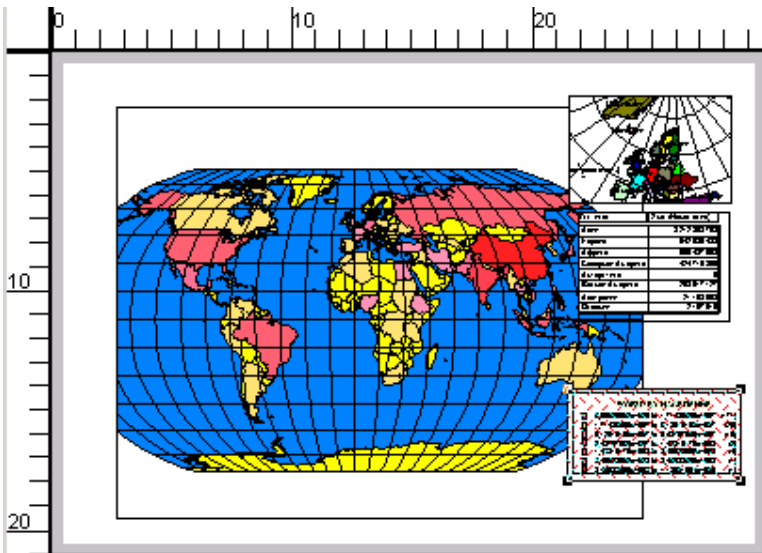
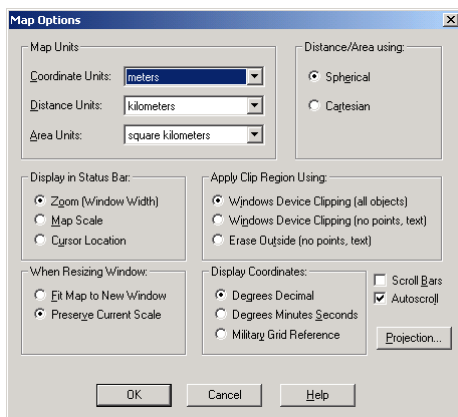


Рис. 5.9 - Вікно макета карти

Щоб масштаб карти не змінювався відповідно до розміру вікна карти, виберіть в меню Map (Карта) команду Options (Режими). У вікні опцій вікна карти (рис. 5.10) встановіть перемикач When Resizing Window (Коли змінюється розмір

Вікна) на варіант Preserve Current Scale (Поточний масштаб не міняється).

У вікні макета карти площа, яка займається інформацією, повинна бути максимальною. Необхідно звести до мінімуму кількість областей, що не несуть ніякої інформації.



*Рис. 5.10 - Вікно опцій карти*

Для остаточного оформлення макета слід виконати такі дії:

1. Додати в макет назву карти. Для цього на панелі Drawing (Пенал) виберіть кнопку Text (Текст).
2. Додати в макет рядок з масштабом карти. Перш ніж додати масштаб, слід його визначити і змінити так, щоб він був кратний 1 000 000. Для цього виберіть кнопку вибору об'єктів Select (Вибір) і двічі клацніть мишею в рамці карти, розташованої усередині макета. Відкриється діалогове вікно, представлене на рис. 5.11.

В полі Scale on paper (Масштаб карти) введіть число кратне 100, так як це показано на рис. 5.11. Розрахуйте масштаб карти і вкажіть його у вікні макета, створивши текстовий рядок.

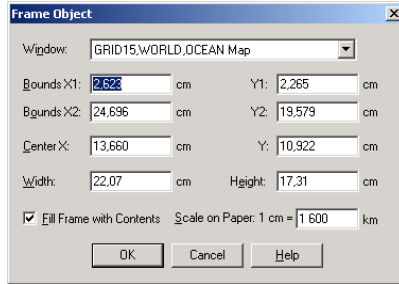


Рис. 5.11. Вікно опцій рамки макета карти

### 3. Додати в макет зовнішню рамку карти.

Створіть зовнішню рамку карти. Для цього можна використати кнопку Rectangle (Прямокутник), розташовану на панелі Drawing (Пенал).

Між внутрішньою і зовнішньою рамками введіть чисельні значення градусів для меридіанів і паралелей картографічної сітки. Зразок зовнішнього вигляду макета карти може бути таким, як показано на рис. 5.12.

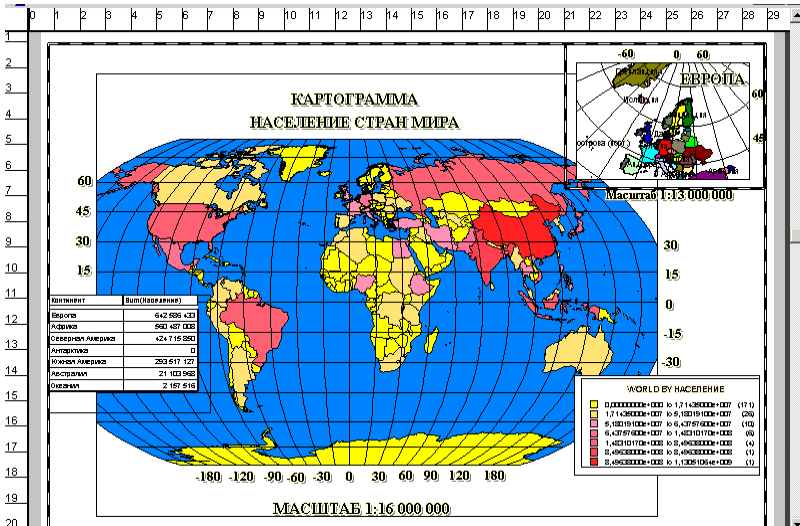


Рис. 5.12 - Зразок макета карти всесвіту



## Питання для самоконтролю

1. Який вигляд має картографічна сітка циліндричної (азимутальної) проекції?
2. На які групи поділяються проекції за характером спотворень?
3. Сформулюйте співвідношення між екстремальними масштабами довжин і масштабами вздовж меридіанів і паралелей для ортогональних проекцій.
4. Які величини використовуються при побудові індикатрис Тіссо?
5. Які особливості орієнтації індикатрис Тіссо в ортогональних проекціях?
6. В якій проекції ортодромія (локсодромія) зображується прямою лінією?
7. Довжина якої з кривих, локсодромії або ортодромії, більш коротка?
8. Хто вперше запропонував гномонічну проекцію?
9. Як зображуються меридіани в гномонічній проекції?
10. До якої групи проекцій за виглядом меридіанів і паралелей відноситься проекція Меркатора?
11. Яка проекція використовується при побудові топографічних карт масштабу 1:100 000?
12. Чому дорівнює масштаб довжин вздовж осьового меридіана зон, які використовуються для вітчизняних топографічних карт?
13. Який еліпсоїд використовується для побудови вітчизняних топографічних карт?
14. Що можна сказати про масштаб карти, якщо її номенклатура L-35-002?
15. Якими лініями зображуються меридіани на топографічних картах масштабу 1:100 000?
16. Чому дорівнює відстань в кутових одиницях між точками що використовуються для визначення географічних координат в зарамковому оформленні топографічної карти?

17. Які методи картографічної генералізації можна реалізувати з допомогою «MapInfo»?
18. Які центри використовуються у вітчизняній картографії для зображення об'єктів гідрографії на топографічних картах масштабу 1:100 000?
19. Які норми використовуються у вітчизняній картографії для зображення населених пунктів на топографічних картах масштабу 1:100 000?
20. За допомогою якої програми можна виконати генералізацію контурів річок?
21. Які чинники використовуються для генералізації ізоліній у програмі «AutoCAD Land Development Desktop»?
22. Вкажіть умови вдалого компонування карти?
23. Які елементи входять до компонування карти?
24. Які методи тематичного картографування можна реалізувати за допомогою «MapInfo»?

## **Літературні джерела**

1. Берлянт А.М. Картография: Учебник для вузов / А.М. Берлянт. - М.: Аспект Пресс, 2002. – 336 с.
2. Бугаевский Л.М. Математическая картография : учебн. для вузов / Л.М. Бугаевский. - М.: Златоуст, 1998. – 400 с.
3. Вахрамеева Л.А. Картография : учебн. [для студ. геодезических специальностей вузов] / Л.А. Вахрамеева. - М.: Недра, 1981. – 224 с.
4. Гараевская Л.С. Практическое пособие по картографии: Учебн. пособие для техникумов. – 2-е изд., перераб. и доп. / Л.С. Гараевская, Н.В. Малюсова. - М.: Недра, 1990. – 194 с.

5. Закатов П.С. Курс высшей геодезии : учебн. [для студ. геодезических специальностей вузов; изд. 4, перераб. и доп.] / П.С. Закатов. - М.: Недра, 1976. – 511 с.
6. Класифікатор інформації, яка відображається на топографічних картах масштабів 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000, 1:1 000 000 / Затверджений начальником Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України в 1998 р. і погоджений з начальником Центрального топографічного управління Генерального штабу Збройних сил України / К, 1998 . – 53 с. – (Нормативний документ Укргеодезкартографії. Класифікатор). — Режим доступу: <http://gki.com.ua/normativnye-dokumenty>.
7. Основні положення створення та оновлення топографічних карт масштабів 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000, 1:1 000 000 (Затверджені наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру України №156 від 31.12.1999 р. і погоджені з Воєнно-топографічним управлінням Генерального штабу Збройних сил України) Обов'язкові для всіх підприємств, організацій та установ, які виконують топографо-геодезичні та картографічні роботи, незалежно від форм власності та їхньої відомчої залежності / За загальною редакцією П.М. Шевчука. — С. 18. (Нормативний документ Укргеодезкартографії. Основні положення). — Режим доступу: <http://gki.com.ua/normativnye-dokumenty>.
8. Про затвердження Кодексу ustalеної практики. Керівний технічний матеріал з виготовлення та приймання цифрової топографічної карти. (Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. Державна служба геодезії, картографії та кадастру «Укргеодезкартографія»). Наказ 24 листопада 2008 р. м. Київ, № 148. – 25 с.

9. Савчук С.Г. Вища геодезія: підруч. [для студ. вищ. навч. закл. ] / С.Г. Савчук. - Житомир: ЖДТУ, 2005. – 315 с.
10. Світова геодезична система координат WGS-84. Основні положення. Зв'язок з іншими геодезичними системами. (Затверджено наказом Міністерства екології та природних ресурсів України від 14.12.2001 р. № 467). – 2001, 24 с. – (Нормативний документ Мінекоресурсів).
11. Умовні знаки для топографічної карти масштабу 1:10 000 / Затверджено наказом Міністерства екології та природних ресурсів України від 09 липня 2001 р. № 254. – К., 2001. – 33 с. – (Нормативний документ Міністерства екології та природних ресурсів України).
12. Финкельштейн Э. AutoCAD 2002. Библия пользователя : Пер. с англ. / Элен Финкельштейн. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1072 с.
13. Формуляр топографічної карти / Затверджено наказом Державної служби геодезії, картографії та кадастру від 02 липня 2008 року № 95. Форма ТСО-2. К., 2008. – 30 с. — (Нормативний документ Укргеодезкартографії. Формуляр).

# ДОДАТКИ

## ДОДАТОК А

№ варіанту	Формули проєкції	Назва проєкції	Меридіани (радіани)	Паралелі (радіани)	Координати точок (градуси)					
					1		2		3	
					$\phi$	$\lambda$	$\phi$	$\lambda$	$\phi$	$\lambda$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	$x = R\varphi, y = R\lambda$	Генріха Морепоплавця	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	0	0	30	30	60	60
1	$x = R\varphi, y = \frac{1}{2}R\lambda$	Маріна Тірського	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	0	0	30	30	60	60
2	$x = R \ln \tan\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right),$ $y = R\lambda$	Меркатора	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}$	0	0	30	30	60	60
3	$x = R \sin \varphi, y = R\lambda$	Ізоциліндрична Ламберта	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	0	0	30	30	60	60

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	$x = 2R \tan \frac{\varphi}{2}, y = R\lambda$	Стереографічна Брауна	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	0	0	30	30	60	60
5	$x = R \tan \varphi, y = R\lambda$	Центрально-перспективна Уэтча	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}$	0	0	30	30	60	60
6	$x = R \left( \frac{\pi}{2} - \varphi \right) \cos \lambda,$ $y = R \left( \frac{\pi}{2} - \varphi \right) \sin \lambda$	Постеля	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \dots, 2\pi$	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$	90	-	60	60	30	30
7	$x = 2R \sin \left( \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \cos \lambda,$ $y = 2R \sin \left( \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \sin \lambda$	Ламберта	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \dots, 2\pi$	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$	90	-	60	60	30	30
8	$x = 2R \tan \left( \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \cos \lambda,$ $y = 2R \tan \left( \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \sin \lambda$	Стереографічна Гіппарха	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \dots, 2\pi$	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$	90	-	60	60	30	30

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9	$x = R \cos \varphi \cos \lambda,$ $y = R \cos \varphi \sin \lambda$	Ортографічна Гішарха	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \dots, 2\pi$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	90	-	60	60	30	30
10	$x = R \operatorname{ctg} \varphi \cos \lambda,$ $y = R \operatorname{ctg} \varphi \sin \lambda$	Фалеса Мілетського	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \dots, 2\pi$	$\frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	90	-	60	60	30	30
11	$x = R \frac{\sin \varphi}{2 + \cos \varphi}, y = R \lambda$	Зовнішня перспективна	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	0	0	30	30	60	60
12	$x = R \varphi, y = \frac{\sqrt{3}}{2} R \lambda$	Маріна Тірського	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	0	0	30	0	60	60
13	$x = \frac{R}{2} \ln \tan \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right),$ $y = \frac{R}{2} \lambda$	Меркатора	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}$	0	0	30	0	60	60
14	$x = \frac{2R}{\sqrt{3}} \sin \varphi, y = \frac{\sqrt{3}R}{2} \lambda$	Брауна	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	0	0	30	0	60	60
15	$x = \frac{\sqrt{3}R}{2} \ln \tan \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right),$	Меркатора	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}$	0	0	30	60	60	60

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	$y = \frac{\sqrt{3}R}{2} \lambda$									
16	$x = \frac{R}{2} \operatorname{ctg} \varphi \cos \lambda,$ $y = \frac{R}{2} \operatorname{ctg} \varphi \sin \lambda$	Гномонічна	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \dots, 2\pi$	$\frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$	90	-	60	60	30	30
17	$x = \frac{3R}{2} \tan\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right) \cos \lambda,$ $y = \frac{3R}{2} \tan\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right) \sin \lambda$	Стереографічна	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \dots, 2\pi$	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$	90	-	60	60	30	30
18	$x = R \tan \varphi, \quad y = \frac{R}{2} \lambda$	Циліндрична	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}$	0	0	30	30	60	60
19	$x = R \varphi, \quad y = \frac{\sqrt{2}R}{2} \lambda$	Маріна Гірського	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	0	0	30	30	60	0
20	$x = \frac{2R}{\sqrt{2}} \sin \varphi,$	Ламберта	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	0	0	30	30	60	0



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	$y = \frac{\sqrt{2}R}{2} \lambda$									
21	$x = \frac{\sqrt{2}R}{2} \ln \tan\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right),$ $y = \frac{\sqrt{2}R}{2} \lambda$	Герхарда Кремера	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}$	0	0	30	60	60	60
22	$x = R\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) \sin \lambda,$ $y = R\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) \cos \lambda$	Постеля	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \dots, 2\pi$	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$	90	-	60	90	30	30
23	$x = 2R \operatorname{ctg}\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right) \sin \lambda,$ $y = 2R \operatorname{ctg}\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right) \cos \lambda$	Стереографічна	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \dots, 2\pi$	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$	90	-	60	90	30	30
24	$x = RF \cos \lambda,$ $y = RF \sin \lambda,$	Гінзбурга	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \dots, 2\pi$	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$	90	-	60	60	30	30

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	$F = \sin\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right) +$ $+ \tan\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right)$									
25	$x = RF \cos \lambda,$ $y = RF \sin \lambda,$ $F = 2 \frac{\sin\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right)}{\sqrt{\cos\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right)}}$	Брейзінга	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \dots, 2\pi$	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$	90	-	60	60	30	30
26	$x = \frac{3R}{2} \tan\left(\frac{\varphi}{2}\right), y = \frac{R}{2} \lambda$	Голла	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	0	0	30	30	60	0
27	$x = 4R \tan\left(\frac{\pi}{8} - \frac{\varphi}{4}\right) \cos \lambda,$ $y = 4R \tan\left(\frac{\pi}{8} - \frac{\varphi}{4}\right) \sin \lambda$	Соловійова	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \dots, 2\pi$	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$	90	-	60	60	30	30

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
28	$x = R \left( \frac{3 \cos \varphi}{2 + \sin \varphi} \right) \cos \lambda,$ $y = R \left( \frac{3 \cos \varphi}{2 + \sin \varphi} \right) \sin \lambda$	Соловейова	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \dots, 2\pi$	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$	90	-	60	60	30	30
29	$x = \frac{3R}{2} \operatorname{ctg} \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \sin \lambda,$ $y = \frac{3R}{2} \operatorname{ctg} \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \cos \lambda$	Гіппарха	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \dots, 2\pi$	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$	90	-	60	60	30	30
30	$x = \frac{4R}{(\pi + 2)} \left( \frac{\pi}{2} - \varphi \right) \cos \lambda,$ $y = \frac{4R}{(\pi + 2)} \left( \frac{\pi}{2} - \varphi \right) \sin \lambda$	Ідеальна за Чебишевим для півкулі	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \dots, 2\pi$	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$	90	-	60	60	30	30
31	$x = \left( \frac{2 + \sqrt{3}}{2} \right) R \tan \varphi,$ $y = \frac{\sqrt{3}}{2} R \lambda$	Голла	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}$	0	0	30	60	60	60

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
32	$x = \frac{4R}{5} \left( \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \cos \lambda,$ $y = \frac{4R}{5} \left( \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \sin \lambda$	Постеля	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \dots, 2\pi$	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$	90	-	60	60	30	30
33	$x = \frac{2R}{\pi} \left( \frac{\pi}{2} - \varphi \right) \cos \lambda,$ $y = \frac{2R}{\pi} \left( \frac{\pi}{2} - \varphi \right) \sin \lambda$	Постеля	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \dots, 2\pi$	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$	90	-	60	60	30	30
34	$x = 2R \cos \varphi \cos \lambda,$ $y = 2R \cos \varphi \sin \lambda$	Гіпарха	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \dots, 2\pi$	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$	90	-	60	60	30	30
35	$x = 2R \sin \left( \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \sin \lambda,$ $y = 2R \sin \left( \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \cos \lambda$	Ламберта	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \dots, 2\pi$	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$	90	-	60	60	30	30
36	$x = \frac{R}{2} \operatorname{ctg} \varphi \sin \lambda,$	Гномонічна	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \dots, 2\pi$	$\frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$	90	-	60	60	30	30

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	$y = \frac{R}{2} \operatorname{ctg} \varphi \cos \lambda$									
37	$x = 4R \tan\left(\frac{\pi}{8} - \frac{\varphi}{4}\right) \sin \lambda,$ $y = 4R \tan\left(\frac{\pi}{8} - \frac{\varphi}{4}\right) \cos \lambda$	Соловійова	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \dots, 2\pi$	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$	90	-	60	60	30	30
38	$x = 2R \frac{\cos \varphi}{1 + \sin \varphi} \cos \lambda,$ $y = 2R \frac{\cos \varphi}{1 + \sin \varphi} \sin \lambda$	Соловійова	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \dots, 2\pi$	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$	90	-	60	60	30	30
39	$x = RF \cos \lambda,$ $y = RF \sin \lambda,$ $F = 4 \operatorname{ctg}\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right) \times$ $\times \ln \sec\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right)$	Єйрі	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \dots, 2\pi$	$0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$	90	-	60	60	30	30
40	$x = R\varphi, y = R \sin \lambda$	-	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	0	0	30	30	60	60

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
41	$x = R\varphi, y = R \tan \frac{\lambda}{2}$	-	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	0	0	30	30	60	60
42	$x = R\varphi, y = R \sin \frac{\lambda}{2}$	-	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	0	0	30	30	60	60
43	$x = R\varphi, y = R\lambda \cos \varphi$	Сансона	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	0	0	30	30	60	60
44	$x = R \sin \varphi, y = R\lambda \cos \varphi$	Мольвейде	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	0	0	30	30	60	60
45	$x = \sqrt{2}R \sin \varphi,$ $y = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} R \lambda \cos \varphi$	Гомолографічна Мольвейде	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	0	0	30	30	60	60
46	$x = R \tan \varphi \sec \lambda,$ $y = R \tan \lambda$	Поперечна гномонічна	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}$	0	0	30	30	60	60
47	$x = \frac{2R \sin \varphi}{1 + \cos \varphi \cos \lambda},$ $y = \frac{2R \cos \varphi \sin \lambda}{1 + \cos \varphi \cos \lambda}$	Поперечна азимутальна стереографічна	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	0	0	30	30	60	60
48	$x = R \sin \varphi,$	Поперечна азимутальна	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	0	0	30	30	60	60

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	$y = R \cos \varphi \sin \lambda$	ортографічна								
49	$x = \frac{\sqrt{2} R \sin \varphi}{\sqrt{1 + \cos \varphi \cos \frac{\lambda}{2}}},$ $y = \frac{2\sqrt{2} R \cos \varphi \sin \frac{\lambda}{2}}{\sqrt{1 + \cos \varphi \cos \frac{\lambda}{2}}}$	Аітова - Гаммера	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \dots, \pm \pi$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	0	0	30	30	60	60
50	$x = R \arctan(\tan \varphi \sec \lambda),$ $y = \frac{R}{2} \ln \frac{1 + \cos \varphi \sin \lambda}{1 - \cos \varphi \sin \lambda}$	Ламберта - Гауса	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	$0, \pm \frac{\pi}{6}, \pm \frac{\pi}{3}, \pm \frac{\pi}{2}$	0	0	30	30	60	60

## ДОДАТОК Б

№ варіанту	Вихідні дані до завдання № 2						Вихідні дані до завдання № 3
	$\lambda_{зах}$ (градуси)	$\lambda_{схід}$ (градуси)	$\varphi_{півд}$ (градуси)	$\varphi_{півн}$ (градуси)	$\mu_0$	$\Delta\varphi = \Delta\lambda$ (градуси)	Номенклатура карти
1	40	80	20	40	1:20000000	5	L-35-010
2	45	85	25	45	1:20000000	5	L-36-005
3	50	90	30	50	1:20000000	5	L-36-038
4	55	95	35	55	1:20000000	5	L-36-058
5	60	100	40	60	1:20000000	5	L-35-024
6	65	105	45	65	1:20000000	5	L-36-094
7	70	110	50	70	1:17000000	5	L-37-016
8	75	115	55	75	1:17000000	5	L-37-056
9	80	120	35	55	1:17000000	5	L-37-097
10	85	125	40	60	1:17000000	5	L-35-059
11	90	130	60	80	1:15000000	5	M-34-036
12	95	135	60	80	1:15000000	5	M-35-014
13	100	140	65	85	1:15000000	5	M-35-044
14	105	145	10	30	1:15000000	5	M-35-074
15	110	150	15	35	1:15000000	5	L-35-081
16	115	155	20	40	1:15000000	5	M-35-107
17	24	56	24	40	1:13000000	4	M-35-141
18	28	60	28	44	1:13000000	4	M-36-037
19	32	64	32	48	1:13000000	4	M-37-050



1	2	3	4	5	6	7	8
20	36	68	36	52	1:13000000	4	L-36-001
21	40	72	40	56	1:13000000	4	L-36-002
22	44	76	44	60	1:12000000	4	L-36-003
23	48	80	48	64	1:12000000	4	L-36-004
24	52	84	52	68	1:12000000	4	L-36-005
25	56	88	56	72	1:12000000	4	L-36-006
26	60	92	60	76	1:12000000	4	L-36-007
27	64	96	64	80	1:10000000	4	L-36-008
28	68	100	72	84	1:10000000	4	L-36-009
29	72	104	72	88	1:10000000	4	L-36-010
30	76	108	40	56	1:10000000	4	L-36-011
31	80	112	24	40	1:10000000	4	L-36-012
32	84	116	32	48	1:10000000	4	L-36-014
33	88	120	56	72	1:10000000	4	L-36-015
34	3	27	69	81	1:10000000	3	L-36-016
35	6	30	66	78	1:9000000	3	L-36-017
36	9	33	63	75	1:9000000	3	L-36-018
37	12	36	60	72	1:9000000	3	L-36-020
38	15	39	57	69	1:9000000	3	L-36-024
39	18	42	54	66	1:9000000	3	L-36-025
40	21	45	51	63	1:9000000	3	L-36-026
41	24	48	48	60	1:9000000	3	M-36-038
42	27	51	45	57	1:18000000	3	M-36-039

1	2	3	4	5	6	7	8
43	30	54	42	54	1:1800000	3	М-36-040
44	33	57	39	51	1:1800000	3	М-36-041
45	36	60	36	48	1:1800000	3	М-36-042
46	39	63	33	45	1:1800000	3	М-36-043
47	42	66	30	42	1:1800000	3	М-36-044
48	45	69	27	39	1:1800000	3	М-36-045
49	38	72	24	36	1:1200000	3	М-36-046
50	51	75	21	33	1:1200000	3	М-36-047

ДОДАТОК В

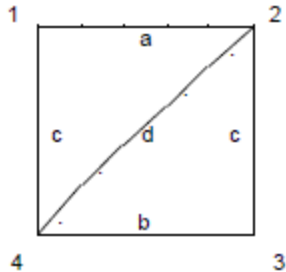
---

(відомство, установа)

**ФОРМУЛЯР**  
**топографічної карти**

Трапеція \_\_\_\_\_

Масштаб \_\_\_\_\_  
 Переріз рельєфу через \_\_\_\_\_  
 Метод зйомки \_\_\_\_\_  
 Система координат \_\_\_\_\_  
 Система висот \_\_\_\_\_



Теоретичні розміри (см):

a	
b	
c	
d	

Площа трапеції \_\_\_\_\_ кв. см

### Координати кутів рамки трапеції

№ к у т а	Географічні						Прямокутні			
	Широта			Довгота			основні		суміжні	
	°	'	"	°	'	"	x	y	x	y
1										
2										
3										
4										

Довгота осьового меридіану:    основної зони     $L^\circ =$     °    '    "  
    суміжної зони     $L^\circ =$     °    '    "  
 Зближення меридіанів (середнє)     $\gamma^\circ =$     °    '    "

**Заповнив**

\_\_\_\_\_

(посада, підпис, прізвище, дата)

**Перевірив**

\_\_\_\_\_

(посада, підпис, прізвище, дата)

## ДОДАТОК Д

Параметри еліпсоїда Красовського та інші сталі [5, с. 16]

Параметр	Значення
$a$	6 378 245 (м)
$e^2$	0,006 69342 1623
$e'^2$	0,006 73852 5415
$\bar{A}$	1,005 051 7739
$\bar{B}$	0,005 062 37764
$\bar{C}$	0,000 010 62451
$\bar{D}$	0,000 000 02081

## ДОДАТОК Е

№ варіанту	Масштаб	Папка	Початкова таблиця гідрографії	Таблиця, що генералізується
1	2	3	4	5
1	1:500 000	L3620400	Гідродзеркала	Водосховища і водойми
2	1:1 000 000	L3620400	Гідродзеркала	Водосховища і водойми
3	1:500 000	M3623400	Гідродзеркала	Водосховища і водойми
4	1:1 000 000	M3623400	Гідродзеркала	Водосховища і водойми

1	2	3	4	5
5	1:500 000	L3620400	Гідродзеркала	Річки
6	1:1 000 000	L3620400	Гідродзеркала	Річки
7	1:500 000	M3623400	Гідродзеркала	Річки
8	1:1 000 000	M3623400	Гідродзеркала	Річки
9	1:500 000	L3620400	Гідродзеркала	Водосховища і водойми
10	1:1 000 000	L3620400	Гідродзеркала	Водосховища і водойми
11	1:500 000	M3623400	Гідродзеркала	Водосховища і водойми
12	1:1 000 000	M3623400	Гідродзеркала	Водосховища і водойми
13	1:500 000	L3620400	Гідродзеркала	Річки
14	1:1 000 000	L3620400	Гідродзеркала	Річки
15	1:500 000	M3623400	Гідродзеркала	Річки
16	1:1 000 000	M3623400	Гідродзеркала	Річки
17	1:500 000	L3620400	Гідродзеркала	Водосховища і водойми
18	1:1 000 000	L3620400	Гідродзеркала	Водосховища і водойми
19	1:500 000	M3623400	Гідродзеркала	Водосховища і водойми
20	1:1 000 000	M3623400	Гідродзеркала	Водосховища і водойми

## ДОДАТОК Ж

№ варіанту	Початкова таблиця	Колони, що використовуються	Назва тематичного шару	Додаткова інформація	
				Таблиця	Карта - врізка
0	World	Населення	Картограма населення	Таблиця населення, згрупована по континентах	Політична карта Європи
1	World	Pop_Male, Pop_Fem	Картодіаграма розподілу населення за статевою ознакою	Таблиця розподілу населення за статевою ознакою, згрупована по континентах	Карта України з даними картодіаграми
2	World	Pop_0_14, Pop_15_64, Pop_65Plus	Картодіаграма розподілу населення за віком	Таблиця розподілу населення за віком, згрупована по континентах	Карта України з даними картодіаграми
3	World	Male_0_14, Male_15_64, Male_65Plus	Картодіаграма розподілу чоловічого населення за віком	Таблиця розподілу чоловічого населення за віком, згрупована по континентах	Карта України з даними картодіаграми
4	World	Fem_0_14, Fem_15_64, Fem_65Plus	Картодіаграма розподілу жіночого населення за віком	Таблиця розподілу жіночого населення за віком, згрупована по континентах	Карта України з даними картодіаграми

1	2	3	4	5	6
5	World	Pop_Urban, Pop_Rural	Картодіаграма розподілу населення за місцем мешкання: місто-село	Таблиця розподілу населення за місцем мешкання: місто-село, згрупована по континентах	Карта України з даними картодіаграми
6	World	Pop_Urb_Male Pop_Urb_Fem	Картодіаграма розподілу міського населення за статевою ознакою	Таблиця розподілу міського населення за статевою ознакою, згрупована по континентах	Карта України з даними картодіаграми
7	World	Pop_Rur_Male Pop_Rur_Fem	Картодіаграма розподілу сільського населення за статевою ознакою	Таблиця розподілу сільського населення за статевою ознакою, згрупована по континентах	Карта Європи з даними картодіаграми
8	World	Pop_Rur_Male Pop_Rur_Fem	Картодіаграма розподілу сільського населення за статевою ознакою	Таблиця розподілу сільського населення за статевою ознакою, згрупована по континентах	Карта України з даними картодіаграми
9	World	Населення	Точкова карта населення	Таблиця населення, згрупована по континентах	Політична карта Європи
10	World	Країна	Політична карта	Таблиця кількості	Політична карта



1	2	3	4	5	6
			Світу	країн, згрупована по континентах	Європи
11	World	Письменність	Картограма письменності населення Світу	Таблиця середньо вагової (вага-площа) величини письменності по континентах	Політична карта Європи
12	World	Inflat_Rate	Картограма рівня інфляції країн Світу	Таблиця перших країн з максимальним рівнем інфляції з угрупованням по континентах	Картограма рівня інфляції Європи
13	World	Unempl_Rate	Картограма рівня безробіття країн Світу	Таблиця перших країн з максимальним рівнем безробіття з угрупованням по континентах	Картограма рівня безробіття Європи
14	World	Indust_Growth	Картограма рівня зростання індустрії країн Світу	Таблиця перших країн з максимальним рівнем зростання індустрії з угрупованням по континентах	Картограма рівня зростання індустрії країн Європи
15	World	Inflat_Rate, Unempl_Rate	Картодіаграма рівнів інфляції і безробіття країн Світу	Таблиця з колонами: країна, населення, рівень інфляції, рівень безробіття. Вибрати	Політична карта Європи

1	2	3	4	5	6
				країну з максимальним рівнем інфляції і країну з максимальним рівнем безробіття	
16	World	Inflat_Rate, Unempl_Rate	Картодіаграма рівнів інфляції і безробіття країн Світу	Таблиця з колонами: країна, населення, рівень інфляції, рівень безробіття. Вибрати країну з максимальним рівнем інфляції і країну з максимальним рівнем безробіття	Політична карта Європи
17	WorldCap	Cap_Pop	Політична карта Світу із столицями, представленими градуйованими значками залежно від кількості жителів	Таблиця з колонами: країна, столиця населення вибрати країну з максимальною кількістю жителів в столиці з угрупованням по континентах	Політична карта Європи з тими ж даними, що і основна карта
18	RUS_OBL	Sum_1995	Картограма густини населення Росії. Для визначення густини розділити	Таблиця з колонами: Територія (Terr), Населення (Sum_1995) для даних Населення, згрупованих по колоні	Політична карта Росії з основними містами (таблиця City_200)

1	2	3	4	5	6
			населення (Sum_1995) на функцію Area (Obj)	Тег	
19	RUS_OBL	Городское_1995, Сельское_1995	Картодіаграма розподілу населення за місцем мешкання: місто-село	Таблиця розподілу населення за місцем мешкання: місто-село, згрупована по колоні Тег	Карта території ЦР з картодіаграмами, визначеними по основній карті
20	RUS_OBL	Men, Women	Картодіаграма розподілу населення за статевою ознакою	Таблиця розподілу населення за статевою ознакою, згрупована по колоні Тег	Карта території ЦР з картодіаграмами, визначеними по основній карті
21	RUS_OBL	Summa_1, Summa_2, Summa_3	Картодіаграма розподілу населення за віком	Таблиця розподілу населення за віком, згрупована по колоні Тег	Карта території ЦР з картодіаграмами, визначеними по основній карті
22	RUS_OBL	Men_1, Men_2, Men_3	Картодіаграма розподілу чоловічого населення за віком	Таблиця розподілу чоловічого населення за віком, згрупована по колоні Тег	Карта території ЦР з картодіаграмами, визначеними по основній карті
23	RUS_OBL	Women_1, Women_2, Women_3	Картодіаграма розподілу жіночого населення за віком	Таблиця розподілу жіночого населення за віком, згрупована по колоні Тег	Карта території ЦР з картодіаграмами, визначеними по основній карті

1	2	3	4	5	6
24	RUS_OBL	Men_1v, Men_2v, Men_3v	Картодіаграма розподілу чоловічого сільського населення за віком	Таблиця розподілу чоловічого сільського населення за віком, згрупована по колоні Terr	Карта території ЦР з картодіаграмами, визначеними по основній карті
25	RUS_OBL	Women_1v, Women_2v, Women_3v	Картодіаграма розподілу жіночого сільського населення за віком	Таблиця розподілу жіночого сільського населення за віком, згрупована по колоні Terr	Карта території ЦР з картодіаграмами, визначеними по основній карті
26	RUS_OBL	Men_1t, Men_2t, Men_3t	Картодіаграма розподілу чоловічого міського населення за віком	Таблиця розподілу чоловічого міського населення за віком, згрупована по колоні Terr	Карта території ЦР з картодіаграмами, визначеними по основній карті
27	RUS_OBL	Women_1t, Women_2t, Women_3t	Картодіаграма розподілу жіночого міського населення за віком	Таблиця розподілу жіночого міського населення за віком, згрупована по колоні Terr	Карта території ЦР з картодіаграмами, визначеними по основній карті
28	RUS_OBL	Sum_1995	Точкова карта населення	Таблиця населення, згрупована по колоні Terr	Політична карта Росії
29	RUS_OBL	Name_r	Політична карта Росії	Таблиця кількості областей, згрупована по	Політична карта території ЦР

1	2	3	4	5	6
				колоні Terr	
30	ADM-CENT	Население_1989	Політична карта Росії з адміністративними центрами, представленими градуйованими значками залежно від кількості жителів	Таблиця з колонами: Terr ( таблиця RUS_OBL), Население_1989 згрупована по колоні Terr	Політична карта території ЦР з тими ж даними, що і основна карта
31	States	Pop_1990	Картограма густоти населення США. Для визначення густоти розділити населення (Pop_1990) на функцію Area (Obj)	Таблиця перших 5 штатів з максимальною кількістю жителів	Політична карта США з основними містами (таблиця City_125)
32	States	Pop_Urban, Pop_Rural	Картодіаграма розподілу населення за місцем мешкання: місто-село	Таблиця розподілу населення за місцем мешкання: місто-село, згрупована по всій країні	Карта округу Колумбія (District Columbia) з даними картодіаграми
33	States	Pop_Male,	Картодіаграма	Таблиця розподілу	Карта округу

1	2	3	4	5	6
		Pop_Femalen	розподілу населення за статевою ознакою	населення за статевою ознакою, згрупована по всій країні	Колумбія (District Columbia) з даними картодіаграми
34	States	Pop_Cauc, Pop_Black, Pop_Native, Pop_Asian, Pop_Other	Картодіаграма розподілу населення за походженням: європейці (Cauc), африканці (Black), місцеве населення, індіанці (Native), азіати (Asian), інші (Other)	Таблиця розподілу населення за походженням, згрупована по всій країні	Карта округу Колумбія (District Columbia) з даними картодіаграми
35	States	Sales_1990, Pop_1990	Картограма вартості покупок на одного жителя (поділених на кількість жителів)	Таблиця перших 5 штатів з максимальною кількістю покупок на одного жителя	Політична карта США з основними містами (таблиця City_125)
36	States	Pop_1980, Pop_1990	Картограма приросту населення США за 10 років з 1980 по 1990 (кількість жителів за 1990)	Таблиця перших 5 штатів з максимальним приростом населення	Політична карта США з основними містами (таблиця City_125)

1	2	3	4	5	6
			ділиться на кількість жителів за 1980)		
37	States	Pop_1980, Pop_1990	Картодіаграма приросту населення США за 10 років з 1980 по 1990	Таблиця перших 5 штатів з максимальною кількістю жителів в 1990	Карта округу Колумбія (District Columbia) з даними картодіаграми
38	States	Num_Hh_80, Num_Hh_90	Картодіаграма приросту населення США за 10 років з 1980 по 1990, охопленого медичним обслуговуванням	Таблиця перших 5 штатів з максимальною кількістю жителів в 1990, охоплених медичним обслуговуванням	Карта округу Колумбія (District Columbia) з даними картодіаграми
39	States	Med_Inc_80, Med_Inc_90	Картодіаграма приросту медичного персоналу в штатах США за 10 років з 1980 по 1990	Таблиця перших 5 штатів з максимальною кількістю медичного персоналу в 1990	Карта округу Колумбія (District Columbia) з даними картодіаграми
40	States	Med_Inc_90, Pop_1990	Картограма кількості медичного	Таблиця перших 5 штатів з максимальною кількістю медичного	Політична карта США з основними містами (таблиця City_125)

1	2	3	4	5	6
			персоналу на душу населення США в 1990 (кількість медичних працівників ділиться на кількість жителів (Pop_1990)	персоналу на душу населення в 1990	



Навчальне видання

Віктор Дмитрович Сидоренко  
Олена Миколаївна Новікова  
Анатолій Арсенович Листопадський  
Ольга Леонідівна Дмитренко

# **ЗБІРНИК ЗАВДАНЬ З КАРТОГРАФІЇ**

**Навчальний посібник**

Видавничий центр ДВНЗ «КНУ»  
В.о. директора: О.В. Соломеній.  
Технічний редактор: М.С. Куций.  
Комп'ютерний набір і верстка: О.А. Паливода.

Здано в набір 22.02.2015. Підп. до друку 03.04.2015  
Формат 60x90 1/16, папір друкарський. Друк різнограф.  
Обсяг 8,7 ум. друк. арк., 9,2 обл.-вид. арк.. Тираж 300 екз.  
Укр.

Адреса видавництва і виготівника:  
50027, Кривий Ріг, вул. XXII партз'їзду, 11.  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

Надруковано в друкарні «ОКТАН-ПРИНТ»