

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних занять з навчальної дисципліни
«ЦИФРОВІ ПЛАНИ І КАРТИ»
для студентів денної та заочної форми навчання
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»

Одеса 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних занять з навчальної дисципліни
«ЦИФРОВІ ПЛАНИ І КАРТИ»
для студентів денної та заочної форми навчання
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»

Затверджено
на засіданні групи
забезпечення спеціальності
Протокол № 5 від « 16 » лютого 2023 року

Одеса 2023

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Цифрові плани і карти» для студентів денної та заочної форми за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій», рівень вищої освіти бакалавр / Укладач: канд. геогр. наук, ст. викл. Данілова Н.В. Одеса, ОДЕКУ, 2023, 47 с.

Зміст

Вступ.....	5
1 Теоретичні відомості.....	6
2 Практична частина	10
Лабораторна робота №1. Загальні відомості про район картографування.Оцінка якості паперових вихідних картографічних матеріалів з метою придатності для подальшої векторизації.....	10
Лабораторна робота №2. Сканування вихідного картографічного матеріалу.....	13
Лабораторна робота №3. Зшивка растрових фрагментів вихідного картографічного матеріалу.....	17
Лабораторна робота №4. Створення проекту та прив'язка растрових зображень в програмі ArcGis.....	21
Лабораторна робота №5. Складання цифрової карти. Вдосконалення геометричної точності та топографічної коректності цифрової карти.....	28
Лабораторна робота №6. Створення тематичної карти: Складання макету електронної карти. Введення атрибутивної інформації.....	36
Список використаної літератури.....	47

Вступ

Географічна карта здавна була засобом для прийняття рішень про положення в просторі. Завдяки їй і зараз приймаються рішення про взаємне положення об'єктів, обчислюються відстані від об'єкта до об'єкта, виробляється прокладення маршруту й обчислення його довжини.

В електронному вигляді географічна карта називається цифровою. Наряду з термінами, що ввійшли у повсякденний лексикон, який принесла епоха бурхливого розвитку обчислювальної техніки, термін "цифрова карта" міцно зайняв своє місце. Цифрові карти та плани застосовуються як у глобальних системах прогнозування погоди й геоморфології, так і в дуже примітивних портативних індикаторах положення на місцевості в межах якого-небудь промислового об'єкта. Як картографія у свій час набула статусу науки, так і цифрова картографія стала наукою з усіма властивими їй атрибутами.

Цифрове картографування є органічним поширенням традицій класичного картографування на галузь комп'ютерних технологій. Основою методології цифрового картографування є класифікаційна структура, за якою складається карта.

Метою представлених методичних вказівок є послідовне викладання принципів роботи з сучасним програмним пакетом ArcGIS для створення цифрових карт і планів та їх використання в землевпорядних й інших прикладних дослідженнях. Після наведення загальних теоретичних відомостей про геоінформаційні системи і найбільш поширені програмні пакети наводиться порядок виконання практичних робіт для складання цифрових карт, на прикладі карт рельєфу.

В кожній лабораторній роботі наводиться мета, завдання і хід роботи з наведенням прикладу вирішення даної задачі. Після виконання кожним студентом лабораторної роботи готується звіт, у якому наводяться результати роботи. В кінці кожної лабораторної роботи наводяться контрольні питання для самоперевірки. Оцінювання лабораторних робіт виконується згідно силлабусу. Вихідні дані надає викладач на початку семестру.

1 Теоретичні відомості

Термін «цифрова карта» протягом більш ніж двадцятилітньої історії змінювався і розвивався разом із розвитком технологій цифрового картографування і зміною відомчої належності організацій. Протягом тривалого періоду цифрові карти створювалися в Державному управлінні геодезії і картографії колишнього СРСР, де було дано таке визначення цифрової карти: «цифрова модель земної поверхні, сформована з урахуванням законів картографічної генералізації в прийнятих для карт проекції, розграфці, системі координат і висот». Більшість визначень цього періоду виходили з положення, що цифрова карта повинна бути копією її паперового аналога.

У наш час з'явилася велика кількість доступного програмного забезпечення і вихідних даних, які дозволяють створювати найрізноманітніші зображення, що мають з картами тільки спільну координатну основу. На позначення таких зображень А.М. Берлянт (1996) введений у науковий обіг термін «геозображення».

Геозображення (geoimage, georepresentation) — будь-яка просторово-часова масштабна генералізована модель земних (планетних) об'єктів або процесів, яка представлена в графічній образній формі. Розрізняють (Берлянт, 1996):

- *двовимірні плоскі* геозображення (2D geoimages, flatgeoimages), наприклад, карти, плани, електронні карти, аеро- і космічні знімки;

- *тривимірні, або об'ємні*, геозображення (3D geoimages, volumetricgeoimages), наприклад, стереомоделі, анагліфи, блок-діаграми, картографічні голограми;

- *динамічні* геозображення (dynamicgeoimages), тобто анімації, картографічні фільми, мультимедійні карти й атласи.

У картовидавничій практиці України методи автоматизованої картографії використовуються більше 20 років, розроблена низка відомчих стандартів цифрових карт і автоматичних картографічних систем (АКС). У першу чергу ці системи призначені для автоматизації виробництва і збереження номенклатурних листків стандартних топографічних карт різних масштабів. Широко використовуються методи автоматизованого дешифрування космо- і аерофотознімків для відновлення карт і побудови горизонталей рельєфу. У той самий час потреби більшості споживачів картографічної продукції значно випереджають можливості аерогеодезичних підприємств за термінами відновлення топокарт, а також за номенклатурою відображуваних об'єктів. У зв'язку з цим виникла велика кількість відомчих стандартів цифрової картографії, у яких топокарти необхідні тільки для початкового координатного прив'язування. При складанні багатьох видів відомчих карт, наприклад, земельного кадастру, природоохоронних і надзвичайних ситуацій, використовується

інформація з атрибутивних баз даних, даних дистанційного зондування, матеріали польових зйомок і описів. На методики і технології складання карт значно впливають галузеві підходи до виділення і класифікації просторових об'єктів, районування, просторової інтерполяції. Для одержання таких зображень використовуються програмні й апаратні засоби, не передбачені стандартами відомчої картографії. Оскільки такого роду картографування в наш час, як правило, виконується програмними засобами ГІС, у науковій літературі все частіше вживається термін *геоінформаційне картографування* як визначення інтегрального напрямку, що передбачає методи автоматизованого картографування, обробки даних дистанційного зондування, геоінформатики і теоретичних методів системного картографування для конкретної предметної області.

Вперше термін «географічна інформаційна система» з'явився в англійській літературі і використовувався в двох варіантах - як *geographicinformationsystem* і як *geographicalinformationsystem*. Далі він отримав скорочене найменування (аббревіатуру) GIS. Пізніше цей термін став використовуватися в українському науковому лексиконі, причому в двох рівнозначних формах: вихідної повної - у вигляді «географічної інформаційної системи» і скороченої - у вигляді «геоінформаційної системи» (ГІС). Коротко ГІС розглядалися як інформаційні системи, що забезпечують збір, зберігання, обробку, відображення і розповсюдження даних, а також отримання на їх основі нової інформації і знань про просторово-координовані явища.

В даний час існує безліч визначень ГІС, що зумовлено їх тривалим розвитком, удосконаленням, набуттям нових властивостей. Перші системи такого роду називалися географічними інформаційними системами. Їх визначали як комплексний блок програм, призначених для введення, зберігання, аналізу та виведення просторово пов'язаних даних. Ці ГІС ведуть своє походження від розробленої в Канаді на початку 60-х років Географічної інформаційної системи, побудованої на базі перших великих ЕОМ і пакетної системи обробки даних - задовго до появи недорогих персональних комп'ютерів і доступних для користування баз даних. Незважаючи на технічні обмеження таких систем, було виявлено, що певні види аналізу карт і матеріалів інвентаризації можуть виконуватися на електронних обчислювальних машинах (ЕОМ) значно ефективніше, ніж класичним способом.

Наступним етапом розвитку ГІС вважають початок 1980-х рр. Цей етап пов'язують з появою реляційної моделі даних, розробленої в 1969-1970 рр., на основі якої були реалізовані реляційні бази, які замінили ієрархічні бази даних. Удосконалення баз даних призвело до того, що ГІС стали називати «комп'ютеризованою базою даних» для зберігання географічної і тематичної інформації. Оскільки бази даних призначаються

в основному для зберігання, а не для обробки інформації, ГІС продовжували розвиватися.

Після розробки і використання спеціального програмного забезпечення для вирішення завдань геоінформатики з'явилися нові визначення ГІС як «систем програмного забезпечення» (без включення в них технологічних можливостей). У цей період геоінформатика як наука завершувала своє формування. Автоматизація процесів кадастрових видів робіт, в першу чергу міського кадастру, привела до появи міських інформаційних систем.

Наступним етапом розвитку ГІС слід вважати використання програмного забезпечення систем автоматизованого проектування (САПР) для роботи з графічною інформацією і побудови карт в середині 1980-х рр. В цей час ще не були створені спеціалізовані програмні продукти для задач ГІС, і роботи з автоматизованого складання карт велися за допомогою програмних пакетів САПР, наприклад, «AutoCAD» фірми «Autodesk, Inc (США)».

Головною властивістю об'єктів, відображених у геоінформаційних системах, є наявність інформації про них та можливість проведення різних операцій з ними. Всі дані про об'єкти повинні бути систематизовані та структуровані, що вимагає створення банку чи бази даних.

Значні за обсягом масиви інформації і впорядковані дані мають вигляд структурованих систем або систем з реляційними зв'язками. У геоінформаційних системах найчастіше застосовують реляційні бази даних, найпростішим видом яких є таблиці у вигляді матриці.

До складу ArcGISDesktop входять пакети **ArcView**, **ArcEditor** і **ArcInfo**, які мають однакову структуру і інтерфейс, але розрізняються за своєю функціональністю.

ArcView – це базовий продукт сімейства ArcGIS, повнофункціональна ГІС з набором потужних інструментів для створення, управління, аналізу та візуалізації просторових даних.

ArcEditor – поєднує функціональність **ArcView** з можливостями створення та моделювання баз геоданих (БГД). Унікальний механізм забезпечує підтримку цілісності і багатокористувацького редагування БГД, управління версіями, побудову топології та геометричних мереж.

ArcInfo – розширює функціональність вищеперелічених продуктів (**ArcView**, **ArcEditor**) набором потужних інструментів для просторового аналізу і геообробки даних.

Базовий модуль пакетів ArcGISDesktop має уніфікований інтерфейс та архітектуру і має інтегрований набір компонентів (applications) **ArcCatalog**, **ArcMap** і **ArcToolbox**. Кожний із компонентів базового модуля пакетів ArcGISDesktop «відповідальний» за виконання певного

набору функцій маніпулювання, обробки, аналізу і/або відображення даних.

ArcCatalog дає можливість знаходити, переглядати, документувати й організувати географічні дані, а також створювати власні бази даних для їх збереження, використовуючи при цьому набір інструментів для створення або імпорту класів об'єктів і таблиць.

ArcMap дає можливість створювати електронні карти і маніпулювати ними — їх можна переглядати й аналізувати. З використанням даного додатка можна:

- створювати карти на основі інтегрування даних, які зберігаються в різних форматах, включаючи шейп-файли (shapefiles), покриття (coverages), таблиці, САБівські креслення, наземні і космічні знімки (images) та трикутні нерегулярні мережі (triangulatedirregularnetworks - TINs);

- подавати просторові дані у вигляді карт із використанням широкого спектра картографічних можливостей;

- аналізувати просторові дані з метою знаходження об'єктів або встановлення зв'язків між ними;

- складати графіки і звіти, що відображують результати виконаних досліджень.

ArcToolbox містить набір інструментів для конвертації, аналізу і керування даними. Нескладні завдання реалізуються на основі робочих форм (таблиць), у яких необхідно заповнити порожні поля.

2 Практична частина

Лабораторна робота №1

Тема: «Загальні відомості про район картографування. Оцінка якості паперових вихідних картографічних матеріалів з метою придатності для подальшої векторизації»

Мета роботи – дати коротку фізико-географічну характеристику території, дати аналіз та оцінку паперових вихідних картографічних матеріалів, створити систему реперних точок.

Завдання:

1. Описати фізико-географічну характеристику території.
2. Оцінити вихідний картографічний матеріал на його придатність, як джерела інформації для створення цифрової карти.
3. Підготувати систему реперних точок на вихідному картографічному матеріалі та визначити їх координати.

Хід виконання роботи

1. Описати фізико-географічну характеристику території:

- клімат (середньорічна температура повітря, максимум і мінімум температур, вегетаційний період, сума опадів за рік, за вегетаційний період і по місяцях, напрям і повторюваність вітрів, тощо);
- гідрографія (назва, розміщення і характеристика рік, озер, водосховищ, канали і джерела поза населених пунктів і їх використання; характерні особливості гідрографічної мережі в кілометрах на одиницю площі, гідрографічні споруди);
- рельєф, його основні форми і особливості;
- ґрунтово-рослинний покрив (ліси, луки, болота і інші елементи, їх розміщення, займана площа і характеристика по розмірах контурів);
- земельний фонд;
- населені пункти (їх кількість і площа, назва важливих населених пунктів, їх розміщення і кількість дворів, адміністративні позначення і типи поселень);
- шляхи сполучення і засоби зв'язку (залізниці і основні автомобільні дороги, їх розміщення і характеристика, густота дорожньої мережі, її особливості, дорожні споруди, лінії зв'язку);
- промисловість;
- сільське господарство.

2. Оцінка якості паперових вихідних картографічних матеріалів.

Головне функціональне завдання внесення даних у ГІС – створення цілісного інформаційного цифрового образу досліджуваного об'єкта або явища на основі перетворення графічної

інформації цифровий вигляд та внесення її в комп'ютер. Тому, це найважливіший і трудомісткий етап організації прикладних ГІС систем. За оцінками фахівців, вартість внесення даних часто становить 80% від загальної вартості проектувальних та організаційних робіт, оскільки практично всі технології внесення даних досить трудомісткі.

Якість є одним з основних керованих параметрів процесу створення цифрових карт поряд з їхнім складом, вартістю, інформаційними ресурсами.

Залежно від сфери використання цифрових карт до них висуваються різні вимоги. Ці вимоги (просторова точність, склад об'єктів, точність опису об'єктів) мають бути сформульовані ще на етапі проектування цифрової карти. Залежно від вимог просторової і семантичної точності підбираються вихідні картографічні матеріали, плануються додаткові польові зйомки, складаються номенклатура і класифікація об'єктів, вибирається програмне забезпечення, периферійні пристрої введення даних та ін.

При створенні цифрових карт та планів найчастіше використовуються оригінали та тиражні відбитки топографічних карт та планів, ортофотоплани, плани землекористувань, матеріали коригування, тощо. Згідно з задачею необхідно визначити, матеріал якого масштабу, актуальності, навантаження, територіального охоплення потрібен.

Після одержання матеріалів, їх необхідно оцінити з позицій стану та актуальності. Якщо матеріали не мають явних фізичних пошкоджень паперу, то їх можна використовувати далі. В протилежному випадку, можна зробити спробу усунути пошкодження. Якщо пошкодження усунути не має можливості, такі матеріали бажано далі не використовувати, тому що їх точність не буде відповідати нормативним вимогам.

Також обов'язковим є оцінка актуальності обраних матеріалів, про що свідчить, наприклад, рік видання, аерофотозйомки, дешифрування, корегування. Звичайно така інформація розміщується на картографічних матеріалах. Якщо актуальність матеріалів не задовольняє, необхідно зробити повторне запрошення, або розширити коло пошуку матеріалів в інших організаціях. Якщо актуальність матеріалів задовольняє, їх можна починати обробляти.

Для виконання лабораторної роботи ми будемо дотримуватися таких рекомендацій:

- масштаб 1:10 000
- координатна сітка
- наявність горизонталей
- площа земель господарства повинна складати від 500 до 1000 га.

3. Створення системи реперних точок.

Реперними точками на паперовій карті можуть бути математичні центри об'єктів місцевості (якщо вони показані точковими умовними

знаками), наприклад пункт полігонометрії чи опора ЛЕП, або їх вузли. Координати реперних точок, якщо вони невідомі, визначають з використанням системи координат.

Умовна система координат створюється розробником цифрової карти. У випадку цифрового плану це полягає в створенні Декартової системи координат з довільно вибраним початком та осями, максимально наближеними до ліній північ-південь та захід-схід. Якщо ВКМ має координатну сітку, то можна прийняти її дві взаємно перпендикулярні лінії за вісі системи координат, але попередньо треба обов'язково перевірити їх перпендикулярність. Якщо лінії координатної сітки перпендикулярні, а віддаль між будь-якими сусідніми перехрестями незмінна на всьому ВКМ ($AE=BE=BF=CF=CG=DG=DN=AN$), то перехрестя можна використати в якості реперних точок (див. рис. 1.1). Реперними точками в такому випадку можуть бути початок координат і ще дві точки вздовж осей, наприклад, точки С, В і D. Слід пам'ятати, що в таких програмах як EasyTrace, ArcGIS, ArcView координати x змінюються з заходу на схід чи із сходу на захід, у – з півночі на південь та з півдня на північ, тобто не як у геодезії. Система прямокутних координат у цих програмах схожа на Декартову систему координат у математиці. Реперні точки треба вибирати так, щоб віддалі між ними були максимальними, і тоді помилка при прив'язці растрового зображення ВКМ з допомогою комп'ютерної програми буде мінімальною. Число реперних точок має бути не менше 3.

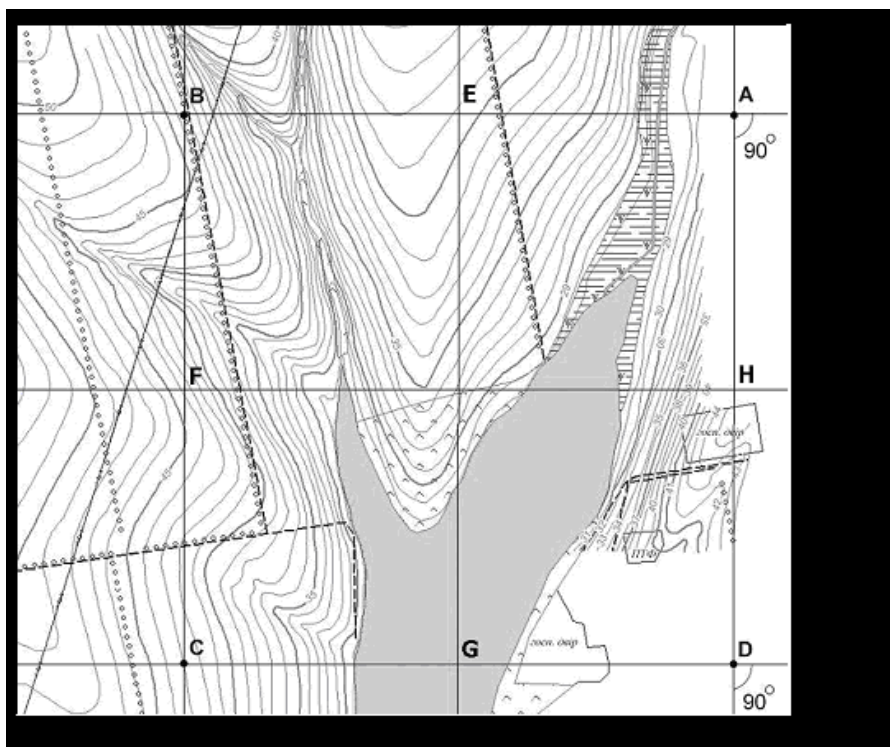


Рисунок 1.1 - Перевірка координатної сітки ВКМ на можливість використання перехресть в якості реперних точок

Контрольні запитання

1. Яке головне завдання внесення даних у ГІС?
2. Які вимоги ставлять перед даними до початку сканування?
3. Яких рекомендацій потрібно дотримуватися з вибору ВКМ?
4. Що таке реперні точки і як їх визначають?

Лабораторна робота №2

Тема: «Сканування вихідного картографічного матеріалу»

Мета роботи – відсканувати вихідний картографічний матеріал.

Завдання:

1. Підготувати пристрій автоматичного введення в комп'ютер графічної і текстової інформації – сканер (пристрій автоматичного перетворення зображень з аналогової в цифрову форму).
2. З паперової карти створити растрове зображення (цифрове зображення, що отримується шляхом сканування звичайної паперової карти).

Хід виконання роботи

1. Підготувати пристрій автоматичного введення в комп'ютер графічної і текстової інформації – сканер (пристрій автоматичного перетворення зображень з аналогової в цифрову форму).

При скануванні треба насамперед правильно задати параметри (роздільна здатність, кольорова гама, електронний формат) растрового зображення паперових матеріалів. Як відомо роздільна здатність сканованого зображення прямо пропорційна об'єму файлу, а файл великого об'єму зможе опрацьовувати не кожен комп'ютер. Потрібно знайти компромісне рішення. Одне з правил сканування таке: щоб досягти найбільшої чіткості, необхідно сканувати з роздільною здатністю, яка кратна роздільній здатності сканера. Наприклад, якщо сканер має оптичну роздільну здатність 600 dpi (600 × 1200 dpi), слід обирати роздільну здатність 75, 150, 300, 600 або 1200 dpi. Тобто у цьому випадку ділення буде без остачі, тому якість обробки буде вища. Майже всі сучасні сканери дають можливість попередньої корекції кольору. Для кожного конкретного випадку необхідно обирати оптимальний режим сканування. Режим обирають так, щоб, з однієї сторони, поставлена задача могла б бути виконана, з іншої – виконана з мінімальними затратами часу і ресурсів комп'ютера. Обрати сірий режим або кольоровий – залежить від поставленої задачі. Наприклад, якщо необхідно друкувати скановану кольорову фотографію на звичайному лазерному принтері, немає

необхідності сканувати її в кольорі. Достатньо буде режиму Gray. Бажано робити хоча б одну копію кожного зображення. Повнокольорові зображення з низькою роздільною здатністю призначені для перегляду на екрані, а високоякісні повнокольорові зображення можна друкувати на кольоровому принтері. Для чорно-білих зображень безвідтінків сірого слід використовувати режим lineart, для зображень з відтінками сірого – режим grayscale (256 градацій сірого), для кольорових фотографій і рисунків необхідно використовувати режим RGB color. Обравши режим, слід настроїти яскравість і контрастність. Контрастність це різниця в значеннях яскравості між світлими тонами зображення, середніми тонами і тінями. А яскравість це кількість світла, яке відбивається від зображення або проходить крізь нього.

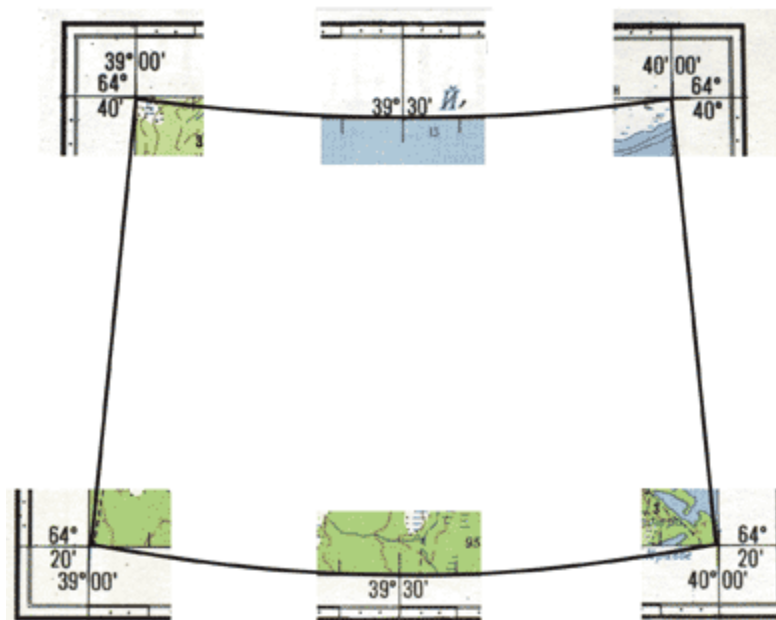
2. З паперової карти створити растрове зображення (цифрове зображення, що отримується шляхом сканування звичайної паперової карти).

Сканування паперового матеріалу – це створення графічного файлу з растровим зображенням цього матеріалу. Використовуються сканер та відповідна комп'ютерна програма. Для проведення сканування картографічних матеріалів більш бажаним є використання відповідних картографічних широкоформатних (A0, A1, A2) сканерів, але і сканери формату A3, A4 дають задовільні результати роботи. При скануванні треба насамперед правильно задати параметри (роздільна здатність, кольорова гама, електронний формат) растрового зображення паперових матеріалів.

Тепер приступимо до сканування. Але перед цим, виходячи із зазначених вище розмірів сканера і листів карти, зробимо невеликий малюнок для чіткого плану сканування. Яке основне завдання нам необхідно виконати при скануванні? В першу чергу потрібно спробувати зробити так, щоб наші скани не втратили паралельності відносно один одного. В цьому нам можуть допомогти тільки межі листа. За ним і будемо позиціонуватися. Тут варто зупинитися трохи докладніше. Що вважати базою у випадку з картами? Відповідь не така очевидна. Якщо ми візьмемо за базу межі самої топографічної карти, то перекося нам будуть гарантовані. Адже вони побудовані по лініях широти і довготи. А вони далеко не паралельні один одному. Чим далі на північ, тим сильніше спотворення. Тому, наприклад, підстава карти в нашому півкулі завжди більше її верхній частині. А середина має прогин вниз.

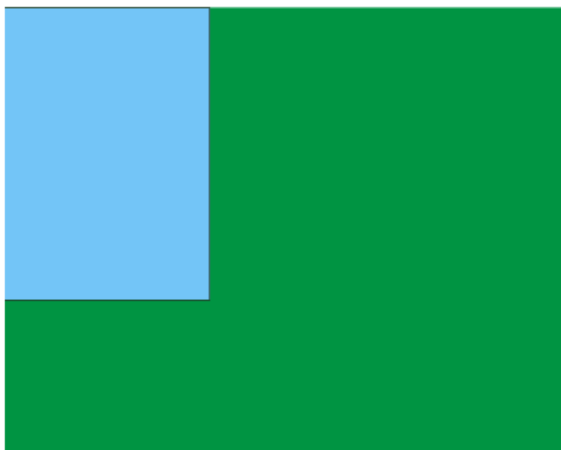
Тому орієнтуватися в першу чергу потрібно на окантовку карти. Причому тільки на верхню її частину. І то не завжди. Потрібно на всякий випадок перевірити відсутність вигину, приклавши до початку і кінця верхньої і нижньої окантовки довгу лінійку. Якщо вигин є, то слід самому провести пряму лінію від початку до кінця по верхньому і нижньому краю карти. Таким чином, базою у нас можуть бути тільки верхня і нижня кромки карти. Ці моменти потрібно враховувати саме при

зшиванні карти. Але при самому скануванні нам дуже допоможуть фізичні краї карти. Зазвичай вони мають рівні паралельні краю з кутами 90 градусів накінцях площин. При цьому за основу треба брати так само верхні і нижні краї.

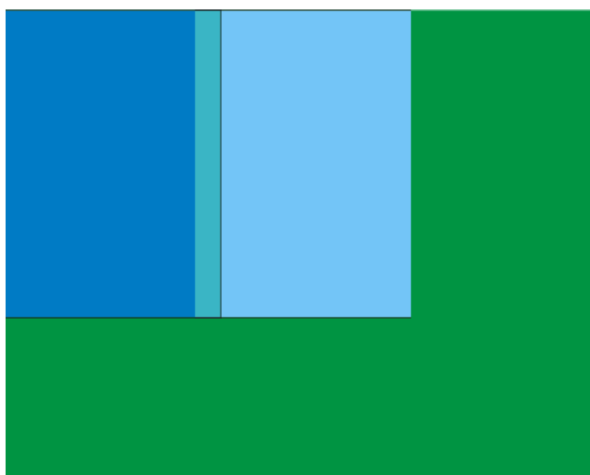


Другим завданням є зведення до мінімуму різного спотворення, що виникають при скануванні і склеюванні одержані файлів. Роль спотворень можна применшувати. Ось простий приклад. В одному 1см карти масштабу 1: 100000 поміщається 1км на місцевості. Якщо при скануванні не досить добре виправити простий згин листа, то в результаті можна отримати спотворення до 2 мм. Це 200м на місцевості. Причому на території, що починається від місця згину. Якщо на цьому аркуші є ще згини, а це можна вважати звичайним випадком, то ці 200м цілком можуть перетворитися в 300-400м. При зшиванні карти через ці самі спотворень, доведеться підганяти листи до того, що є. Дуже добре, якщо на цьому етапі не додадуться ще 200-300м. Таким чином, на заключному етапі роботи ми будемо мати від 400м до 700м досить нерівномірних спотворень. Припустимо, що при хорошій прив'язці нам може бути вдасться виправити половину. Але, погодьтеся, що і 200-300м це досить велика відстань. Позичування першої ділянки у нас буде найпростішим - у неї є дві базові площини - верхня і ліва. Нагадаємо, що в даному випадку ми говоримо про фізичні краї самого листа. Саме цей лист необхідно позиціонувати з максимальною точністю, так як він у нас буде базою для всього іншого. У разі будь-яких невідповідностей по площинам, потрібно орієнтуватися по верхньому або нижньому краю листа.

Притиснуте скло краще перемістити до базових країв. Спотворення з іншого боку перекриються перехлестом з наступного фрагменту.



При скануванні наступного фрагменту обов'язково необхідно забезпечити достатнє перекриття зони сканування для накладення цього листа на попередній. Не забувайте дужеточно викладати верхній край цього фрагменту щодо поля сканування. Інакше неunikнути перекоосу.



Третій фрагмент скануємо також, як і перший, тільки вирівнюємо його по верхньому і правому краю сканера. Не забуваємо про достатнє перекриття фрагментів.



Після цього в програмних продуктах ArcGIS проводиться створення векторної карти шляхом векторизації об'єктів змісту растрової карти.

Тепер у нас є вся верхня половина карти. Таким же чином необхідно відсканувати простір, що залишився. У будь-якому випадку вирівнюємо по краях карти і робочому полю сканера, притискаємо карту склом так, щоб під склом не було задирів, а по краях перекосів.

Для зберігання растрових зображень краще використовувати формат TIFF. Крім того можна зберігати зображення меншого об'єму в стисненому форматі JPEG – для його розповсюдження. TIFF розшифровується як «формат файлу розміченого зображення» (Tagged Image File Format) і є стандартом для друкарською і друкарської індустрії. Файли TIFF значно більше, ніж їх JPEG-аналоги, і можуть бути записані або без стиснення, або зі стисненням без втрат. Крім того, в одному файлі TIFF може зберігатися кілька шарів (сторінок) зображення. Файли TIFF є прекрасним вибором для зберігання растрових файлів, оскільки вони не вносять дефектів стиснення.

Після проведення сканування необхідно зберегти растрові зображення у власній папці, де у подальшому повинні зберігатись усі файли, потрібні для виконання лабораторних робіт.

Контрольні запитання

1. Назвіть основне правило сканування.
2. Які бувають режими сканування?
3. Що таке сканування паперового матеріалу?
4. Для чого при скануванні наступного фрагменту потрібно забезпечити достатнє перекриття зони сканування для накладення цього листа на попередній?
5. Який формат краще застосовувати при зберіганні растрових зображень?

Лабораторна робота №3

Тема: «Зшивка растрових фрагментів вихідного картографічного матеріалу»

Мета роботи – навчитися проводити зшивку растрових фрагментів вихідного картографічного матеріалу.

Завдання:

1. Підготовка растрових фрагментів для зшивки в програмі EasyTrace.
2. Зшивка растрових фрагментів в програмі EasyTrace.

Хід виконання роботи

1. Підготовка растрових фрагментів для зшивки в програмі EasyTrace.

Перед початком зшивки растрових зображень в програмі EasyTrace, необхідно перевірити правильність їх сканування, тобто необхідно, щоб растрові зображення суміжних фрагментів ВКМ покривали деяку суміжну смугу території з тим, щоб їх можна було зшити в програмі по двох спільних точках. Таким чином, "зшивання" растрових зображень зводиться до виконання наступних операцій:

- зібрати в один проект растрові дані, що підлягають зшивці;
- визначити межі, уздовж якої буде виконуватися зшивання;
- вибрати вручну дві спільні точки на фрагментах.

Слід сказати, що в EasyTracePro зшивка растрових зображень проходить напівавтоматично, але необхідно чітко вказувати точки пікселів на растрі, щоб зшите растрове зображення було без деформації та пригідне до векторизації.

2. Зшивка растрових фрагментів в програмі EasyTrace.

У меню „Пуск” натисніть „Все программы” та виберіть EasyTrace і запустіть її. На екрані з’явиться вікно програми. У меню „Файл” виберіть команду „Открыть растр”. У діалоговому вікні, що виникне, знайдіть растрове зображення одного з фрагментів вашого ВКМ та розкрийте його. Таким же чином розкрийте растрове зображення суміжного фрагменту, що має спільну з першим смугу (рис. 3.1).

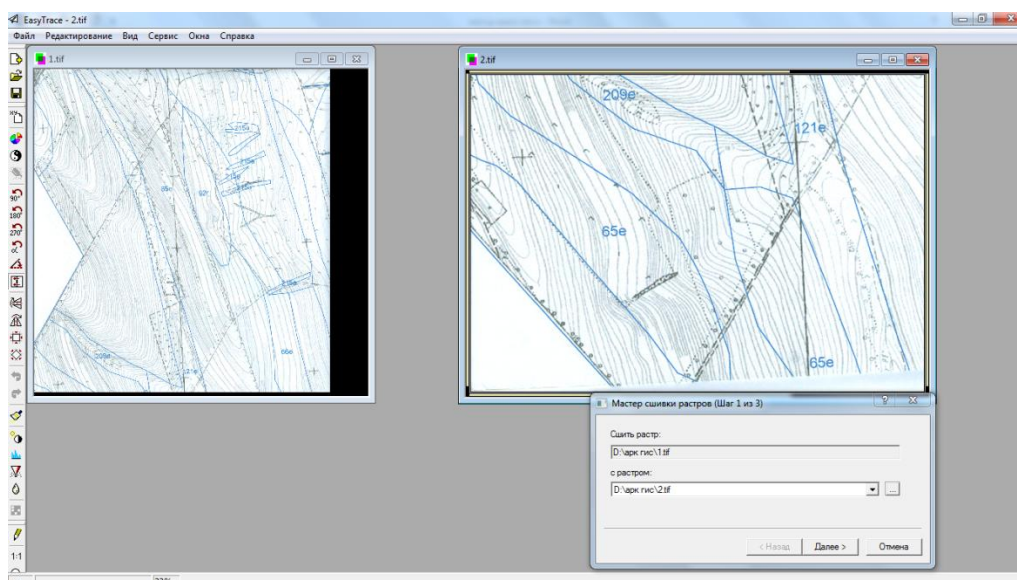




Рисунок 3.1 - Загальний вигляд растрових зображень для вибору точок.

Між меню „Файл” та „Вид” з’явилося меню „Редактирование”. Виберіть у ньому команду „Сшивка”. При виборі команди з меню відкриться діалогове вікно „Мастерсоединениярастров (шаг 1 из 2)”.

На першому етапі вкажіть другий растр для з’єднання. Для цього можна скористатися випадним списком, де містяться вже відкриті растрові файли, або діалоговим вікном „Открытьрастровый файл”, яке відкривається при натисненні кнопки праворуч від поля введення імені файлу.

Коли документ вибраний, можна натиснути кнопку „Далее” для переходу до наступного етапу.

У діалоговому вікні „Мастерсоединениярастров (шаг 2 из 3)” необхідно вибрати пару контрольних точок на кожному з вихідних растрів, бажано використовувати лупи збільшення  та зменшення .

У панелі майстра містяться схеми фрагментів і зображення вибраних на них контрольних точок. Натисніть першу точку на одному й тому ж місці кожного з растрових зображень (рис. 3.2). Щоб точно поставити точку, треба збільшити одне із зображень, для чого натиснути лупу збільшення лівою кнопкою миші та, тримаючи її натиснутою, обвести рамкою ту частину зображення, де ви збираєтесь відмітити точку. Далі – відпустити кнопку, відвести курсор миші на край екрану монітора та натиснути на кнопку „Лупа збільшення”. Курсор миші на цьому зображенні прийме форму перехрестя.

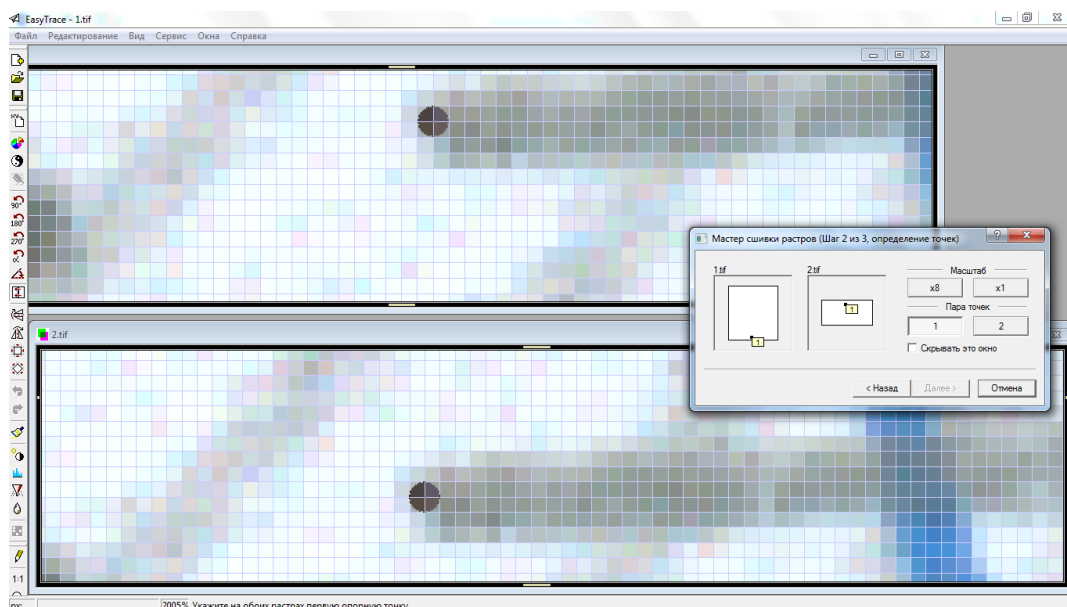


Рисунок 3.2 - Задання першої точки на вихідних растрах.

Після того, як ви задали першу точку на кожному з растрових зображень, натисніть на кнопку „2” „Мастера”. Задайте другу точку зшивки на обох растрах так же, як ви вже задали першу (рис. 3.3). Коли ви

переходите від роботи з одним растром до роботи з іншим, програма запам'ятовує, які кнопки були натиснуті при роботі з попереднім зображенням.

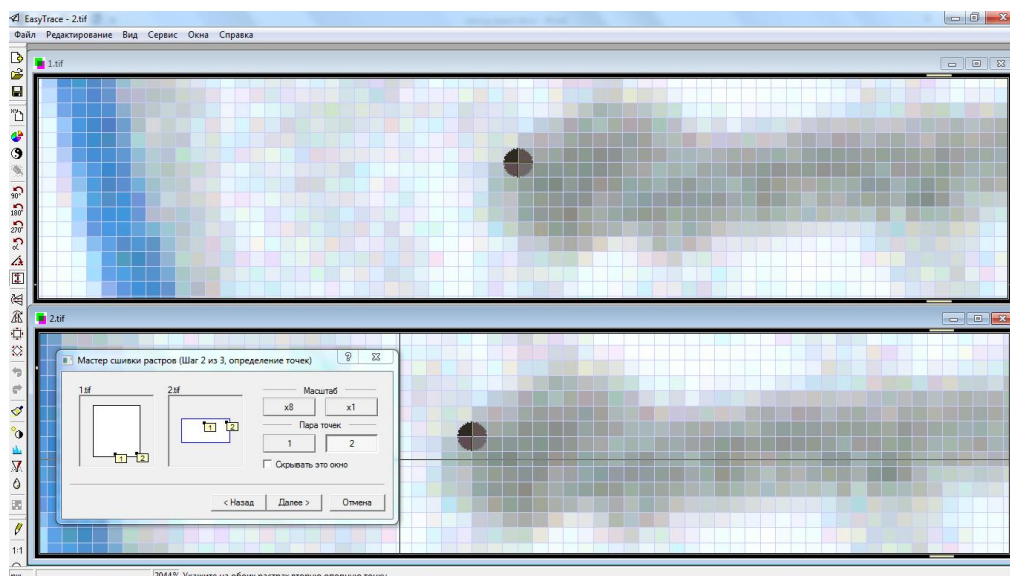


Рисунок 3.3 - Задання другої точки на вихідних растрах.

Коли дві пари точок проставлені, можна натиснути на кнопку „Далее”.

На третьому етапі всі необхідні дані вже готові і програма створює новий растровий документ - з'єднання вихідних растрів. При цьому другий растр накладається на перший, а палітра, у випадку якщо з'єднуються індексні растри, береться від першого растру (рис. 3.4).

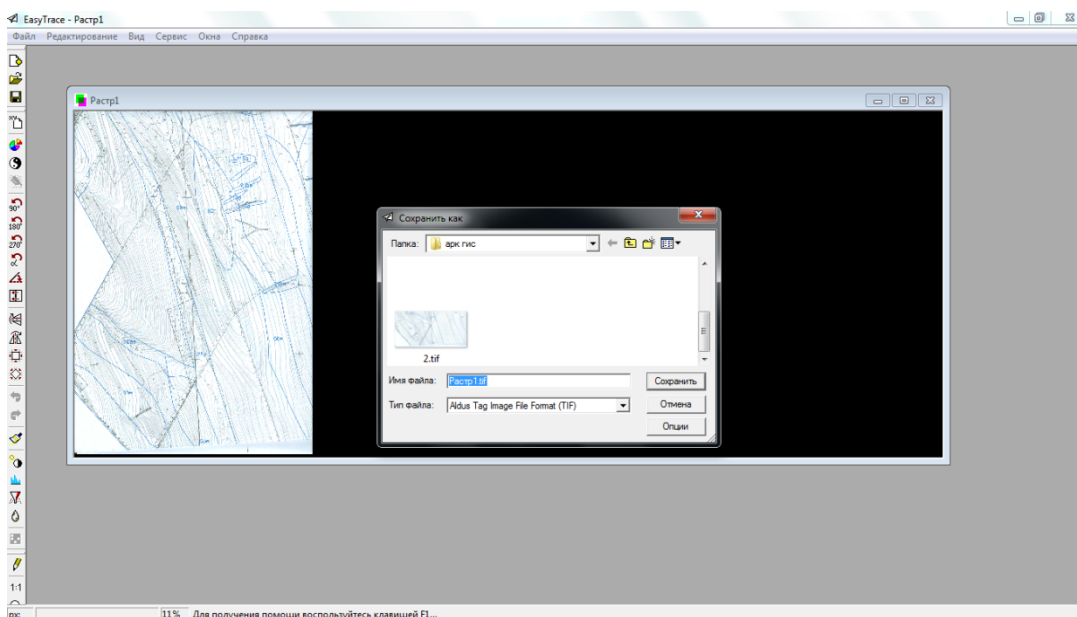


Рисунок 3.4 - Готовий похідний растр.

У будь-який момент роботи "Мастера" Ви можете повернутися на попередній етап або зовсім вийти з інструменту.

На останньому етапі роботи "Мастера", натиснувши кнопку „Готово”, ви отримаєте похідний растр. Закрийте його із збереженням, давши йому назву та вказавши шлях.

Контрольні запитання

1. Що таке «зшивка»?
2. До яких операцій зводиться «зшивання» растрових зображень?
3. За допомогою якої програми проводиться «зшивка» растрових фрагментів?
4. Скільки потрібно реперних точок для «зшивки» растрових зображень?

Лабораторна робота №4

Тема: «Створення проекту та прив'язка растрових зображень в програмі ArcGis»

Мета роботи — навчитись створювати проекти у програмі ArcGIS.

Завдання:

1. Визначитись зі структурою майбутнього проекту та створити проект.
3. Прив'язка растрового зображення в програмі ArcGIS.

Хід виконання роботи:

1. Створення проекту.

Розкрийте програму ArcGIS — ArcMap через меню "Пуск". Далі за допомогою (AddData) додаємо наш вихідний растр. Він з'являється у вікні Layers. Якщо необхідно вимкнути видимість шару, потрібно зняти "галку" перед його назвою.

Далі необхідно встановити одиниці виміру та масштаб нашого майбутнього проекту. Для цього в меню "View" обираємо Data Frame Properties (властивості фрейму даних) та у вкладці General у розкриваючих списках Map та Display обрати Meters, а у розкриваючому списку Reference Scale обрати масштаб 1:10 000, у вкладці Coordinate System обираємо необхідну систему координат і натискаємо ОК (рис. 4.1).

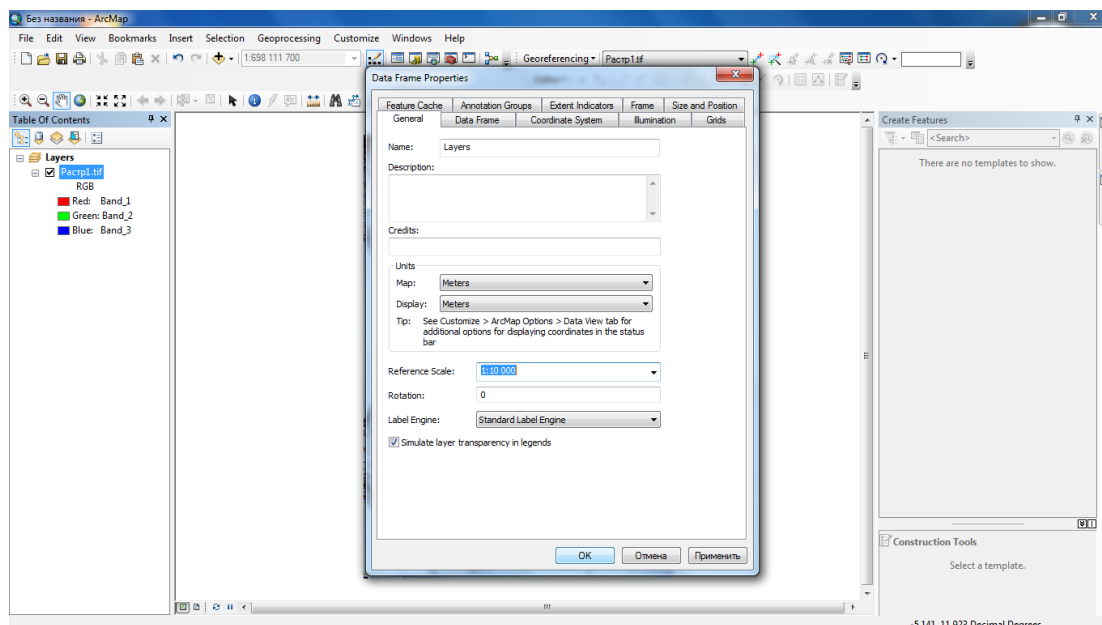


Рисунок 4.1 - Діалогове вікно для встановлення одиниць виміру, масштабу та системи координат майбутнього проекту.

Далі зберігаємо наш проект через меню File("Файл") — SaveAs ("Зберегти як"), обрати місце збереження, ввести назву проекту (наприклад, Данілова.mxd) та натиснути кнопку збереження.

Вкладка Coordinatesystem (рис. 4.2) має такий вигляд: у лівій верхній частині розташоване вікно Currentcoordinatesystem, в які відображається інформація по існуючій системі координат, у лівій нижній знаходиться Selectcoordinatesystem, яка дає змогу власне вибрати необхідну систему координат. У правій частині вкладки розташовані команди, які дають змогу модифікувати, створювати та імпортувати властивості систем координат, додавати та видаляти їх зі списку Улюблене (Favorites).

В ArcGis реалізовано можливість вибору та визначення значної кількості систем координат. Вони згруповані в дві основні категорії: географічні системи координат (GeographicCoordinateSystems) та проекційні системи координати (ProjectedCoordinateSystems). Систему координат користувач може змінювати за бажанням під час роботи при зупиненому редагуванні геопросторових даних.

Основні проекції та системи координат, що використовуються для створення геоінформаційних проектів на основі радянських та українських топографічних карт. Досить широко поширені в Україні та світі групи проекцій UTM (Universal Transverse Mercator) і ГК (Гаусса-Крюгера, більше поширена в Україні та країнах Східної Європи). Обидві ці групи базуються на одній поперечній проекції Меркатора (Transverse Mercator), проте мають різну номенклатуру (нумерацію зон) і параметри проекцій для кожної зони.

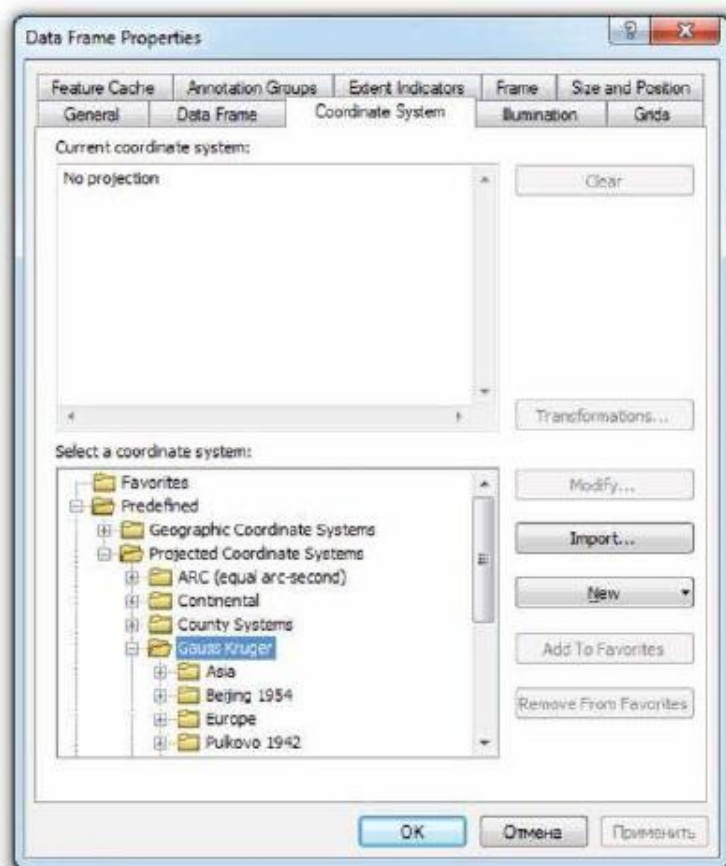


Рисунок 4.2 - Діалогове вікно вибору та зміни системи координат геоінформаційного проекту.

3. Прив'язка растрового зображення в програмі ArcGIS.

Координатна (географічна) прив'язка в ArcMap здійснюється в кілька етапів, послідовність яких залежить від типу прив'язувати матеріалу. Даний приклад ілюструє один з найпростіших випадків, прив'язку тематичної карти, з нанесенням додаткової сітки координат, в даному прикладі прив'язка здійснюється в географічну систему координат.

Для географічної прив'язки растрового типу даних (топографічні карти і плани, схеми, аерокосмічні знімки та ін.) в середовищі ArcGIS реалізовано набір інструментів під загальною назвою «Georeferencing» (рис. 4.3).



Рисунок 4.3 - Панель інструментів прив'язки «Georeferencing».

До складу панелі інструментів входять такі елементи:

- кнопка з випадаючим меню «Georeferencing» (рис. 4.4), яка забезпечує доступ до основних функцій географічної прив'язки.

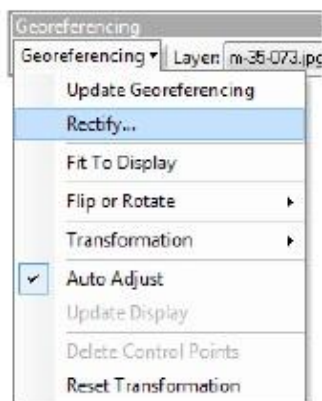


Рисунок 4.4 - Доступ до основних функцій Georeferencing.

- випадаючий список «Layer» - растрові зображення, які були додані в проект.

- для швидкого, або попереднього позиціонування і трансформування растрових зображень на панелі «Georeferencing» реалізовано інструменти повороту (Rotate), переміщення (Shift) та масштабування (Scale) (рис. 4.5);

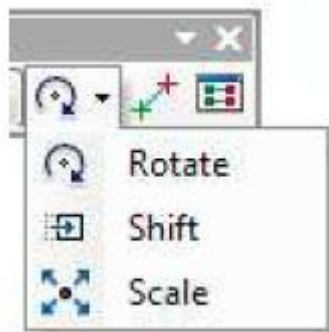


Рисунок 4.5 - Інструменти швидкого або попереднього позиціонування растрового зображення.

- кнопка додавання контрольних точок (Add control points) - інструмент, який відповідає за присвоєння координатної інформації растровому зображенню в панелі;

- інструмент огляду таблиць зв'язків використовується для перевірки корекції, збереження і завантаження координатної інформації. За його допомогою можна модифікувати координати зображення та їх просторові відповідники, контролювати залишкову похибку для кожної точки координат та загальну середньоквадратичну похибку для усього растрового зображення, вибрати метод трансформації.

Потрібно додати панель інструментів Georeferencing : «Customize» («Налаштування») — Toolbars("Панелі інструментів") — Georeferencing. Натиснувши кнопку додавання шарів стандартної панелі, отримуємо діалогове вікно "AddData" ("Додай дані"), в якому, розкриваючи каталоги, знайдіть файл з растровим зображенням нашого ВКМ. Натисніть кнопку "Add". Якщо диск, на якому знаходиться ваша папка, не показаний у діалоговому вікні, натисніть кнопку з'єднання з папками.

Якщо в вікні програми ArcMap раптом немає стандартної панелі, то виберіть команди команду "Toolbars" – "Standard" у меню "View". Панель інструментів Georeferencing містить випадаючий список Layer, у якому треба вибрати векторне зображення ВКМ, що треба прив'язати до системи координат.

Присвоєння координатної інформації растровому зображенню відбувається за допомогою кнопки додавання контрольних точок (Addcontrolpoints). Далі вибираємо координативихідного растрового зображення і натискаємо лівою кнопкою миші та вводимо відповідні географічні координати (рис. 4.6).

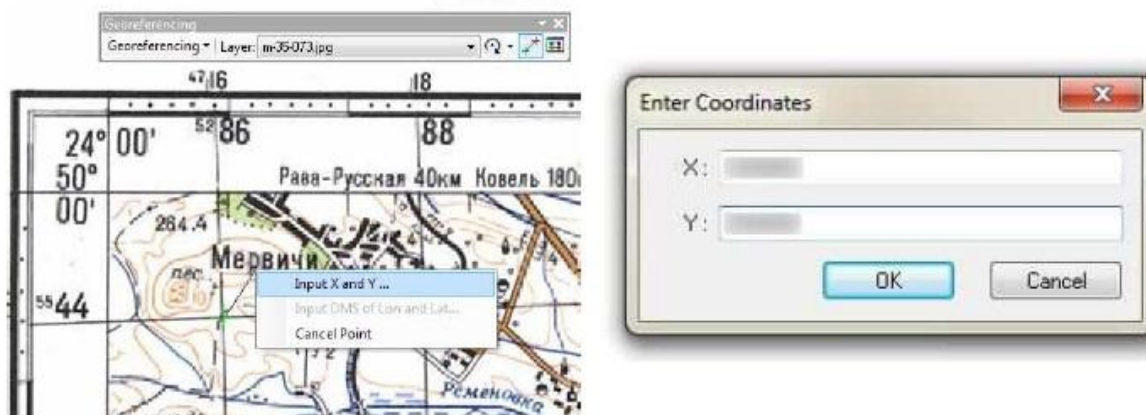


Рисунок 4.6 - Введення координат для растрового зображення.

Після введення першої пари координат растрове зображення переміщується та може зникнути з площини геоінформаційного проекту. Для відновлення відображення растрового зображення у таблиці змісту правою кнопкою миші викликається виринаюче вікно, у якому вибирається команда «Збільшити до покриву» (Zoom to Layer) (рис. 4.7).

Після набору достатньої кількості пар координат вихідного зображення необхідно обрати метод трансформації, який забезпечить отримання максимального точного геокодування растрового зображення.

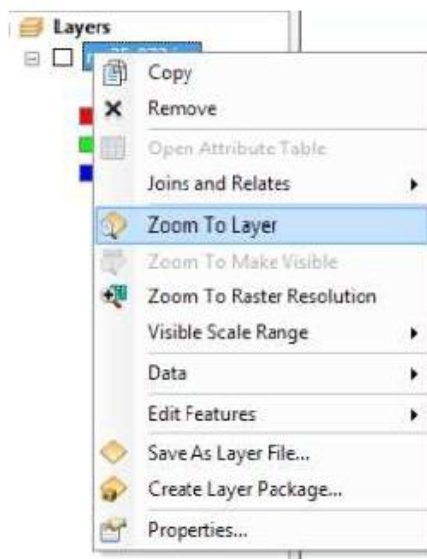


Рисунок 4.7 - Доступ до команди «Збільшити до покриву» (ZoomtoLayer).

Доступ до цієї команди відбувається через кнопку «Georeferencing» відповідної панелі інструментів (рис. 4.8).

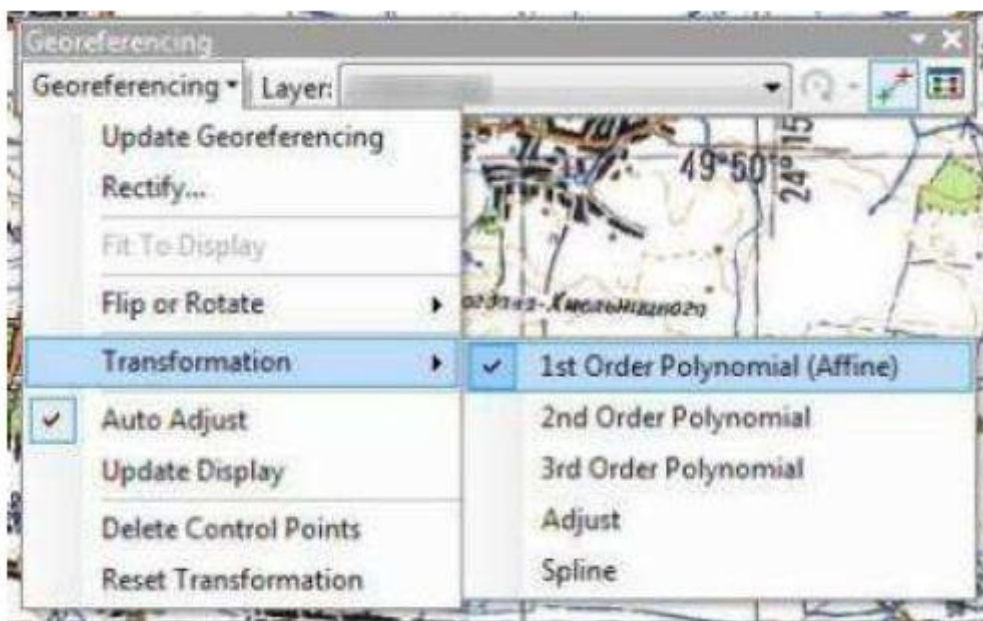


Рисунок4.8 - Вибір методів трансформації растрового зображення.

Результуюче геокодоване зображення отримується за допомогою команди «Ректифікувати» (Rectify) (рис. 4.9).

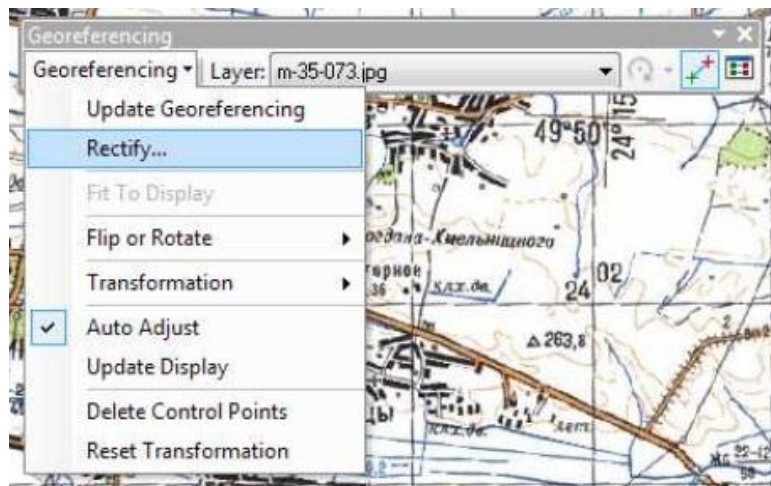


Рисунок 4.9 - Доступ до команди ректифікації «Rectify».

Далі вибираємо властивості вихідного геокодованого зображення за допомогою діалогового вікна SaveAs (рис. 4.10). Серед властивостей растрового зображення можна обрати:

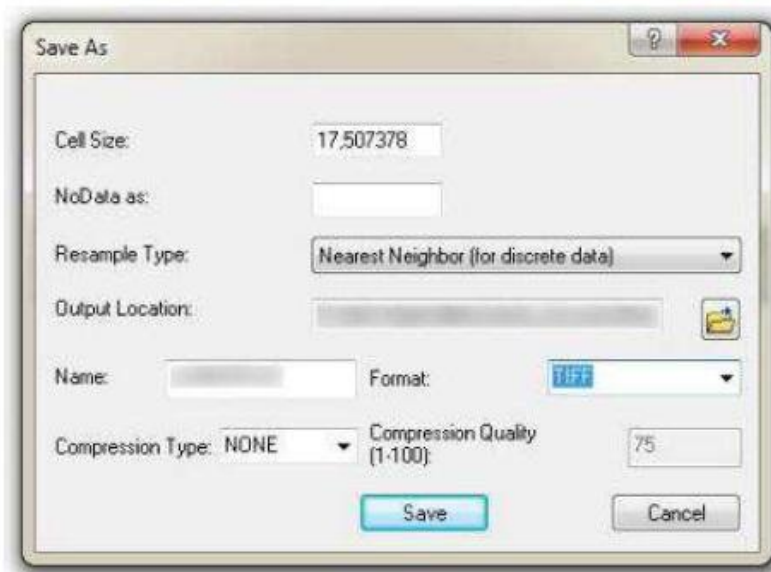


Рисунок 4.10 - Діалогове вікно створення геокодованого растрового зображення.

Після створення геокодованого растрового зображення зберігаємо їх у стандартних (JPEG, PNG, GIF, TIFF та ін.) та специфічних геоінформаційних (GRID, IMAGINE, BIL та ін.) форматах та можемо додавати до геоінформаційного проекту.

Контрольні запитання

1. За допомогою якої функції додаємо вихідний растр до вікна Layers?
2. Які елементи входять до панелі інструментів Georeferencing?
3. Назвіть способи присвоєння координатної інформації растровому зображенню?
4. Що забезпечує тип ресемлінгу геокодованого зображення?

Лабораторна робота №5

Тема: «Складання цифрової карти. Вдосконалення геометричної точності та топографічної коректності цифрової карти»

Мета роботи – створити векторні шари за допомогою модуля ArcCatalog та навчитись векторизувати об'єкти у програмі ArcMap; навчитись вдосконалювати геометричну та топологічну коректність цифрової карти.

Постановка задачі – підготувати базу векторних шарів у складі майбутнього проекту; провести оцифровку (векторизацію) усіх об'єктів на

карті, включаючи польові дороги та лісосмуги; провести перевірку геометричної точності та топологічної коректності цифрової карти.

Завдання:

1. Вивчити можливості та призначення модуля ArcCatalog.
2. З'ясувати кількість угідь (майбутніх векторних шарів) та їх примітиви.
3. Створити векторні шари та вивести їх у вікно Layers.
4. Редагування умовних позначень.
5. Вивчення панелі редагування об'єктів "Editor" та її функцій.
6. Провести оцифровку (векторизацію) об'єктів.
7. Проведення перевірки та виправлення помилок, геометричної точності та топологічної коректності цифрової карти.
 - 7.1 Основні поняття про геометричну точність та топологічну коректність цифрової карти.
 - 7.2. Проведення перевірки та виправлення помилок, геометричної точності та топологічної коректності цифрової карти.

Хід виконання роботи

1. Вивчити можливості та призначення модуля ArcCatalog.

Гіс-пакет ArcGis10.2 включає в себе багато модулів, одним з яких є ArcCatalog, призначений, насамперед, для створення векторних

шарів майбутнього проекту, а також для організації геопросторової інформації.

Виберіть ArcGIS, зайшовши через "Пуск" — "Все программы". З'явиться список програм компонентів та утиліт, що входять до складу ArcGIS. Виберіть ArcCatalog. У лівому полі вікна програми — список дисків та каталогів, підключених на даний момент. Якщо ви бачите в ньому каталог, де знаходиться ваша папка, в якій треба зберегти новий шар, розкрийте його, натиснувши двічі.

Якщо диск, на якому знаходиться ваша папка, не показаний у діалоговому вікні, натисніть кнопку з'єднання з каталогами.

2. З'ясувати кількість угідь (майбутніх векторних шарів) та їх примітиви.

На існуючому прив'язаному растрі візуально треба визначити види угідь, які буде потрібно внести у проект. Ці угіддя і є векторними шарами, які необхідні для подальшої роботи. Кількість векторних шарів має бути такою, щоб охопити всю територію карти. При цьому треба мати на увазі, що кожний, що кожний векторний шар буде складатись з об'єктів одного і того ж примітиву.

Можна рекомендувати такі просторові правила для призначення примітивів: для об'єктів, що мають площу — polygon, для об'єктів, що мають тільки довжину — polyline.

3. Створити векторні шари та вивести їх у вікно Layers.

У правому полі вікна програми відображається зміст каталогу, що вивібрали в лівому полі — шейпфайли, картографічні шари, графічні файли.

Натисніть правою кнопкою у цьому полі (але не на назві якогось файлу). Виникне контекстне меню. Виберіть "New" — "Shapefile". З'явиться діалогове вікно "CreateNewShapefile" ("Створити Новий Шейпфайл"). У полі "Name" ("Ім'я") призначте ім'я шарові, а в полі "FeatureType" ("Тип Об'єкту") — тип шару — точковий (point), лінійний (polyline) чи полігональний (polygon) — і натисніть ОК. Новий шейпфайл з'явиться у правому полі вікна програми. У шейпфайлі зберігається метрична інформація про об'єкти місцевості. Якщо ви створюєте шейпфайл, то автоматично формується також і табличний файл бази даних, в якому можна додавати та зберігати атрибутивні дані про ті ж самі об'єкти місцевості.

4. Редагування умовних позначень.

Якщо не задовольняє умовне позначення, що програма присвоює окремому шару за стандартом, ви можете відредагувати його. Для цього у вікні Layers натискаємо на необхідне умовне позначення. З'являється вікно SymbolSelector, у якому можна змінити заливку площинну та контурну і встановити товщину самого контуру даного умовного позначення. За допомогою кнопки More Symbols можна додати додаткові категорії з

умовними позначеннями. Також можна створювати та зберігати власні умовні позначення, що відсутні у існуючих категоріях (палетках). При редагуванні умовних позначень треба придивитись до існуючих рекомендацій щодо оформлення креслень.

5. Вивчення панелі редагування об'єктів "Editor" та її функцій.

Програма ArcMap надає широкі можливості забезпечення гнучкості та швидкості процесу створення цифрової карти з досягненням високого ступеня топологічної коректності.

В цій програмі можна, зокрема, гнучко дотримувати топологічні відносини між об'єктами місцевості, що наносяться як на одному, так і на різних картографічних шарах, як одного, так і різних типів. Переключення режиму редагування з одного шару на інший можна здійснювати без припинення редагування на іншому шарі, що економить час.

Практично всі функції програми з нанесення та редагування об'єктів місцевості зібрано в панелі. Якщо вона не представлена в даний момент у вікні програми, додайте його з меню «Customize»: «Toolbars» — «Editor» (рис. 5.1).

Наступним є набір інструментів, що складається з:

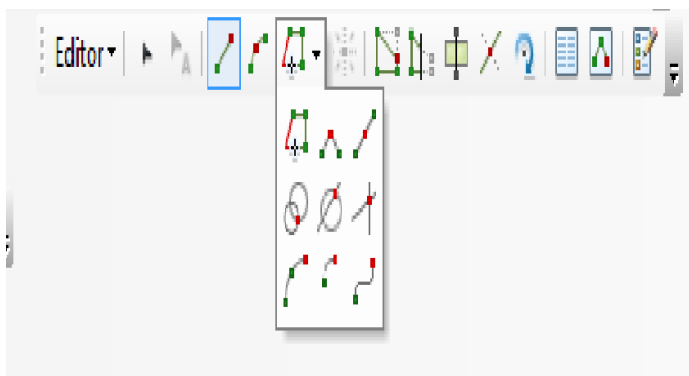


Рисунок 5.1 - Набір додаткових інструментів з панелі редагування.

- Трасування (Trace) – інструмент, що дозволяє створювати сегменти лінійних і полігональних геопросторових об'єктів на основі сегментів існуючих.

- Прямий кут (RightAngle) – інструмент забезпечує створення сегментів геопросторових об'єктів на основі прямих кутів.

- Середня точка (Midpoint) – інструмент, за допомогою якого створюються сегменти на основі середніх точок відрізків.

- Відстань-відстань (Distance-Distance) – інструмент створює сегменти лінійних і полігональних просторових об'єктів на основі перетину двох кіл, діаметри яких представляють відповідні відстані.

- Напрямок-відстань (Direction-Distance) – за допомогою цього інструменту створюються сегменти лінійних і площинних геопросторових об'єктів на основі перетину вектору напрямку та кола, діаметр якого представляє відстань.

- Перетин (Intersection) – інструмент дає змогу будувати лінії, вузли яких створюються на перетинах векторів напрямів та існуючих геопросторових об'єктів.

- Сегмент Арка (ArcSegment) – за допомогою цього інструменту будуються сегменти лінійних та полігональних об'єктів у вигляді кривих, що формуються з дуг кіл на вказаній попередньо відстані по прямій між початком і кінцем сегмента.

- Сегмент дотичної кривої (TangentCurveSegment) – інструмент, що виконує подібні до попереднього функції з тією різницею, що при побудові одразу окреслюються дуги кіл у кінцевій точці сегмента.

- Сегмент кривої Безьє (BezierCurveSegment) – інструмент, що використовується для побудови довільних кривих методом Безьє. Добре використовувати при векторизації ізоліній (горизонталей, ізобатта ін.) для забезпечення візуальної плавності ходу сегментів лінійних чи полігональних геопросторових об'єктів.

Наступним у панелі інструментів «редагування» (Editor) є інструмент для створення точкових геопросторових об'єктів (Point), який активується у разі старту редагування точкового геопросторового шару.

Наступним є інструмент «редагування вузлів» (EditVertices), якого з'являється відповідна панель інструментів після активації (рис. 5.2) складовими якої є:



Рисунок 5.2 - Панель інструментів «редагування вузлів» (EditVertices).

- інструмент редагування вузлів абрису (ModifySketchVertices) геопросторового об'єкта, за допомогою якого можна виділяти та переміщувати у просторі відповідні вузли;

- інструмент додавання вузлів (AddVertices) забезпечує додавання необхідної кількості вузлів у абрис геопросторового об'єкта;

- інструмент видалення вузлів (DeleteVertices) дає змогу вибрати та видалити вузли абрису геопросторового об'єкта;

- інструмент завершення абрису (FinishSketch) зупиняє редагування абрису геопросторового об'єкта та перетворює його власне у геопросторовий об'єкт.

- інструмент властивостей абрису (ScetchProperties) дає змогу змінювати просторові координати кожного з вузлів, включаючи значення висоти та відстані. Після активації цього інструменту з'являється відповідне вікно з координатами кожного вузла абрису геопросторового об'єкта.

Додайте до вікна програми прив'язане до системи координат растрове зображення ВКМ та хоча б один векторний шар, що ви збираєтесь редагувати. У меню «Editor» на лівому краю панелі «Editor» виберіть команду "StartEditing"; у цьому ж меню задайте команду "Snapping", і тоді з'явиться вікно "Snapping". У ньому ви побачите таблицю, в першому стовпчику якої перераховані векторні шари, у другому "End" — віконця, пташка в яких означає, що до відповідних елементів (вузлів чи ліній) уже побудованих об'єктів будуть прив'язуватись вузли нових об'єктів, у третьому "Vertex" ("вузли"), у четвертому "Edge" ("сторона", "межа").


6. Провести оцифровку (векторизацію) об'єктів.

Натиснувши команду "StartEditing" ми відкриємо інструменти, призначені для введення точкових об'єктів, ламаних ліній та полігонів, межами яких є ламані лінії.


Додайте до вікна програми раніше створений вами полігональний чилінійний шар.

У випадковому списку «CreateFeatures» («Створення функцій») виберіть той шар, який ви збираєтесь зараз редагувати, якщо ви вже додали до вікна карти кілька векторних шарів.

Виберіть шари, поставивши "пташку" біля назви кожного з цих шарів, об'єкти яких мають бути доступними для вибору і, отже, для редагування, та зніміть "пташки" поруч із назвами тих шарів, що мають поки що бути недоступними для редагування. Призначення доступності чи недоступності є дуже важливим, оскільки об'єкти одного шару можуть повністю чи частково територіально збігатися з об'єктами іншого шару. Якщо ви неправильно нанесли вузол та хочете позбутися його, не виходячи з процесу нанесення поточного об'єкту, тонаведіть курсор миші на цей вузол натисніть праву кнопку миші та виберіть у контекстному меню команду "DeleteScetch".


Під час оцифровки об'єкту ви можете неодноразово вмикати та вимикати "Snapping" та змінювати розмір максимального радіусу прив'язки. Якщо новий об'єкт має вийти за рамки того, що ви бачите в вікні карти, ви можете перемістити межі видимої частини картографічного зображення з допомогою інструменту . Програма пам'ятає, де ви призупинили оцифровку об'єкту перед зміною параметрів прив'язки векторних об'єктів та виду картографічного зображення.


Щоб відновити процес оцифровки, знову візьміть відповідний інструмент панелі "Editor".


Щоб можна було швидко прив'язувати об'єкти одного шару до об'єктів іншого шару, можна використовувати інструмент трасування .

("Trace"). Спочатку виберіть об'єкти, що мають спільну межу з тим об'єктом, який ви плануєте нанести. Натисніть на першій точці спільної межі уже нанесеного об'єкту і об'єкту, що ви збираєтесь нанести, та, не відпускаючи кнопку миші, поведіть курсор у той бік, де має бути інший кінець спільної частини межі вже нанесеного та нового об'єкту. За курсором вздовж межі (лінії) вже нанесеного об'єкту потягнеться чорна лінія. Коли ви досягли кінця спільної межі, натисніть лівою кнопкою миші двічі. Під час нанесення об'єктів можна багаторазовозмінювати інструменти оцифровки, з тим, щоб здійснити її швидше та за вищої якості.


Таким чином, необхідно провести оцифровку усіх об'єктів по кожному векторному шару. При цьому треба мати на увазі, що без жодного нанесеного об'єкту шар є пустим. У складі векторного шару може бути від одного як мінімум об'єкту, до багатьох, але лише тільки одного типу примітиву.

При необхідності порізання об'єктів, той об'єкт, що має бути поділений, треба попередньо виділити на картографічному зображенні з допомогою інструменту . При цьому в меню "Task" треба виділити команду "CutPolygonFeatures". Виділення острівних полігональних об'єктів в ArcMap відбувається за допомогою команди у меню "Task", а об'єднати частини об'єкту, що оточує острівний об'єкт можна, виділивши всі ці частини та вибравши команду "Merge" („Злиття”) у меню "Editor".

Інструмент вибору векторних об'єктів  - один із найбільш уживаних у процесі роботи в програмі ArcGIS. Він забезпечує вибір об'єктів, представлених на векторних шарах, що є умовою виконання різноманітних операцій з ними.

Якщо вам треба вибрати кілька об'єктів, натисніть на кожному з них або обведіть їх рамкою, попередньо натиснувши кнопку  та тримаючи натиснутою клавішу "Shift".

Якщо ви випадково вибрали більше об'єктів, ніж потрібно, натисніть ще раз з використанням інструменту вибору на "непотрібних" об'єктах.

Перемістити весь об'єкт із збереженням його геометричної форми можна при команді "CreateNewFeature". Виберіть об'єкти, що мають бути переміщені, та інструмент  "EditTool". Натисніть ліву кнопку миші, та, не відпускаючи її, перемістіть курсор миші на певну віддаль у заданому напрямку. Відпустіть кнопку.

Точніший варіант: виберіть об'єкти, що треба перемістити, та в меню "Editor" виберіть команду "Move" („Пересунути"). З'явиться віконце "Delta x, y", у полях якого задайте зміщення об'єкту відповідно по осях x та y. Натисніть клавішу "Enter".

Зручно в цьому випадку використовувати кнопки клавіатури Z — збільшити, X — зменшити, V — показати вузли.

Для об'єктів, які оцифровуються вперше і не мають загальної межі з іншими об'єктами, можливо використовувати наступний алгоритм (на прикладі польової дороги):

1. Створюємо лінійний шар, наприклад "Допомога", і оцифруємо односторону дороги.

2. Переходимо на полігональний шар "Польові дороги", за допомогою функції Snapping виставляємо "пташку" навпроти прив'язки до вузлів і ліній, далі в Option — General — SnappingTolerance задаємо відстань не менш 10 метрів, оскільки необхідно виконувати точну прив'язку у великому масштабі.

3. Вибираємо інструмент TraceTool і наближаємо курсор до кінцевого вузла, задалегідь створеного шару "Допомога". Протягуємо прив'язану лінію по всій довжині і натискаємо на останній вузол. Не відпускаючи виділення останнього вузла натискаємо букву O на клавіатурі (на англійській розкладці) і задаємо в меню, що з'явилося, в Trace — Option — Offset ширину дороги (наприклад 10 метрів). Оцифруємо другу сторону дороги до кінцевого вузла.

4. На останньому вузлі натискаємо праву кнопку миші і вибираємо у випадному меню Properties — FinishSketch. Дорога оцифрована.

Для об'єктів, які мають загальну межу з іншими об'єктами (наприклад, дорога проходить поряд з населеним пунктом або лісосмугою): для цього випадку створювати шар допомоги не потрібно, оскільки за нього може бути взята загальна лінія межі населеного пункту або лісосмуги і дороги. Робота по оцифруванню починається відразу з використання TraceTool, послідовність дій така ж.

Після оцифрування всіх необхідних доріг і лісосмуг шар "Допомога" можна видалити.

7. Проведення перевірки та виправлення помилок, геометричної точності та топологічної коректності цифрової карти.

7.1 Основні поняття про геометричну точність та топологічну коректність цифрової карти.

Після проведення векторизації цифрової карти, необхідно провести перевірку геометричної точності та топологічної коректності. Ця перевірка проводиться обов'язково, щоб усунути помилки при векторизації, а також це дає змогу для подальшого використання цифрової карти, а саме точність вирахування таблиць по площам земельних угідь, статистики, побудова діаграм, тощо. На даному етапі ми повинні з'ясувати, що таке геометрична точність та топологічна коректність.

Геометрична точність карти — це сукупність відповідності місцеположення точок, ліній та полігонів на векторній цифровій карті їх місцезнаходження на місцевості. Чим вище є геометрична точність карти, тим більш схожими є форми об'єктів та співвідношення відстані між ними на місцевості.

відповідно на шарах "Ліс" та "Водоймища". Якщо обидва ці шари беруть, за вашим рішенням, участь у топології, то, редагуючи межу лісу, автоматично редагується і межа озера, тобто між озером та лісовою ділянкою зберігаються просторово-логічні відносини суміжності.

Повторіть усі дії, аж до встановлення курсору миші на неправильно нанесений вузол, як у попередньому прикладі. Натисніть на вузол. Він буде помічений перекресленою синьою точкою. Поставте курсор миші в центр квадрата на вузлі. Курсор набуде форми хрестика. Натисніть ліву кнопку миші та, тримаючи її натиснутою, перетягніть вузол на правильну позицію. Відпустіть кнопку миші.

Ефективним засобом підвищення рівня топологічної коректності є команда "Clip" ("Вирізати") меню "Editor". Справа в тому, що часто виникають ситуації, коли об'єкти, що фактично є сусідніми, на карті виявляються показаними як полігони, що частково перекривають один одного. Команда "Clip" відрізує частину одного із полігонів, якою він перекриває інший полігон.

Для цього треба спочатку вирішити, який об'єкт вважати таким, що нанесений правильно. Після цього виберіть його, натиснувши на ньому ліву кнопку миші та виберіть команду "Clip" у меню "Editor". З'явиться діалогове вікно "Clip", у якому виберіть опцію "Discard the area that intersects" ("Знищити область перетину"). Ту частину іншого полігону, що перекриває вибраний, буде відрізано та знищено.

Контрольні запитання

1. Що таке крива Безьє?
2. За допомогою яких інструментів проводиться оцифровка об'єктів?
3. Назвіть типи об'єктів.
4. Що дозволяє інструмент «Трасування»?
5. Що таке геометрична точність та топологічна коректність?

Лабораторна робота №6

Тема: «Створення тематичної карти: Складання макету електронної карти. Введення атрибутивної інформації»

Мета роботи — навчитись створювати атрибутивну інформацію; навчитись створювати макет електронної карти.

Завдання:

1. Створення структури та редагування атрибутивної бази даних.
2. Основні види просторового аналізу.
3. Розрахунок метричних та статистичних характеристик.
4. Створення макету електронної карти.

5. Друк готової карти.

Хід виконання роботи

1. Створення структури та редагування атрибутивної бази даних.

Поряд з геометричною (просторовою) інформацією про об'єкти навколишнього середовища, таблична інформація що їх супроводжує (атрибутивна інформація), є основою ідентифікації їх властивостей. Крім того, ця інформація дає змогу візуалізувати, будувати запити та аналізувати геопросторові дані. Загалом, атрибутивні таблиці формуються зі стовпців (полів), що містять дані одного визначеного типу та рядків, кількість записів в яких мусить відповідати кількості стовпців.

Доступ до таблиці атрибутів відбувається за допомогою натискання в таблиці змісту правою кнопкою на необхідний геопросторовий шар читати таблицю та вибору з контекстного меню команди "Відкрити таблицю атрибутів" (Open Attribute Table) (рис. 6.1).

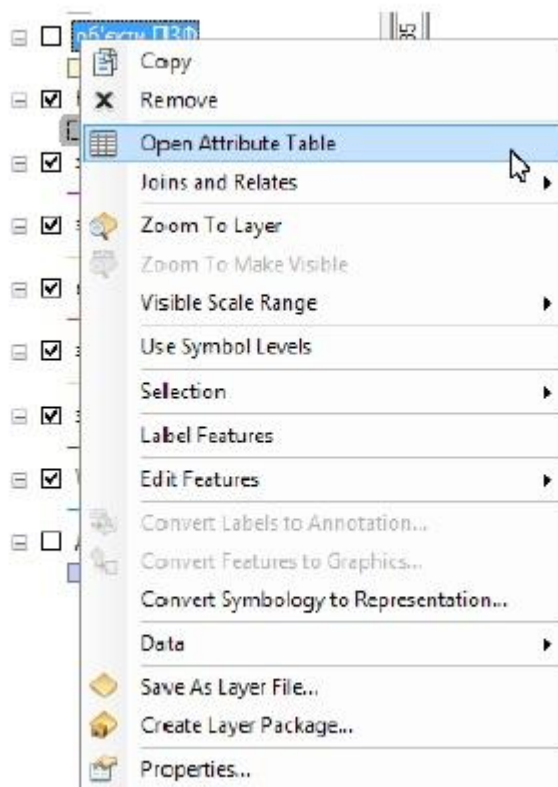


Рисунок 6.1 - Доступ до команди "Відкрити таблицю атрибутів" (Open Attribute Table).

Далі команда "Додати поле ..." (Add Field...) дає змогу додавати до існуючої таблиці нові поля значень відповідних значень.

Після виклику цієї команди з'являється відповідне діалогове вікно, що дає змогу вказати назву, тип і властивості створюваного поля. Середтипів полів в ArcGis, для формату *.SHP, забезпечено можливість введення значень у коротких (ShortInteger) та довгих (LongInteger) цілих числах, десяткових значень з фіксованою (Double) та плаваючою (Float) десятковою комою, текстової (Text) та часової (Date) інформації.

Властивості поля значень (FieldProperties) дають можливість визначити кількість знаків (включно з пробілами та іншими допустимими символами), що може містити поле, кількість десяткових значень після коми та значення за замовчуванням.

З'явився новий стовпець, і він готовий до введення даних. Для цього увімкніть режим редагування (у меню "Editor" на лівому краю панелі "Editor" виберіть команду "StartEditing").

Якщо треба видалити стовпець, натисніть правою кнопкою миші на його назві та виберіть команду "DeleteField" у меню "Options" у вікні таблиці. Операція видалення стовпця не може бути скасована.

Таким чином потрібно створити нові поля "площа", "периметр" (числові дані) в усіх атрибутивних таблицях полігональних шарів проекту, а там, де потрібно, і текстові поля.

2. Основні види просторового аналізу.

Здатність до зберігання та автоматизованого оновлення й аналізу атрибутивних даних про об'єкти місцевості є невід'ємною особливістю географічних інформаційних систем та цифрових карт. Креслення з нанесеним в заданій системі координат об'єктами стає цифровою картою лише тоді, коли таблиця атрибутивних даних цієї карти включає стовпці, кожен з яких містить інформацію про певну ознаку кожного з об'єктів. Більше того, існує динамічний зв'язок між кожним примітивом на карті, що відповідає одному з об'єктів місцевості, та рядком у таблиці, де занесене значення по кожному з його атрибутів. Оскільки програми автоматизованого креслення, такі як AutoCAD, похищені цієї особливості, то вони не є геоінформаційними, а карти, створені в AutoCAD (причому з високою мірою топологічної коректності та геометричної точності) все ж не можуть вважатися цифровими.

Для введення атрибутивних даних про об'єкти певного шару треба перш за все відкрити його таблицю: натиснути правою кнопкою в назві шару у змісті карти ("Table of Contents") в лівій частині вікна програми ArcMap та задати команду "OpenAttributeTable".

У таблиці ви бачите автоматично сформовані стовпці "Shape", де міститься інформація про тип шару (точковий, лінійний чи

полігональний) та "Id", де можна ввести коди до кожного з об'єктів. Щоб ввести в таблицю новий атрибут, треба відповідно додати стовпець.

Якщо, наприклад, у нас є шар "Ліси", а на території, на яку складається цифрова карта, є дубові, березові, соснові та тополеві ліси, то одним з атрибутів є "Переважаюча порода". Створимо до неї додатковий стовпець: виберемо команду "AddField", що стає доступною за натиснення кнопки "Options" у нижній частині вікна таблиці. З'являється діалогове вікно "AddField". У полі "Name" задайте ім'я стовпця, а у випадному списку "Type" виберіть тип поля ("ShortInteger" — ціле число з 7 знаків, "LongInteger" — ціле число з 14 знаків, "Float" — десятинна дріб з 7 знаків, "Double" — десятинна дріб з 14 знаків, "Text"). Якщо ви вибрали десятинну дріб, то в розділі "FieldProperties" призначте загальну кількість знаків (поле "Precision", тобто "точність") та кількість десятинних розрядів (поле "Scale"). Якщо ви вибрали текстовий тип поля, то в розділі "FieldProperties" призначте загальну довжину тексту (включно з пробілами та знаками пунктуації). Стовпець "Переважаюча порода" має бути типу "Текст", а його довжина — не менше 30.

З'явився новий стовпець, і він готовий до введення даних. Для цього увімкніть режим редагування (у меню "Editor" на лівому краю панелі "Editor" виберіть команду "StartEditing").

Якщо треба видалити стовпець, натисніть правою кнопкою миші на його назві та виберіть команду "DeleteField" у меню "Options" у вікні таблиці.

Пам'ятайте, що операція видалення стовпця не може бути скасована. Наповнювати таблицю значеннями атрибутивних даних можна щонайменше двома шляхами: вводячи їх безпосередньо в таблицю (як у програмному пакеті Microsoft Excel), так і відкривши вікно "Attributes", натиснувши кнопку на правому кінці панелі інструментів "Editor".

Зручнішим є другий шлях.

Виберіть з допомогою інструменту "SelectFeatures" ("Вибрати Об'єкти") один об'єкт місцевості, дані про яких ви готові включити до таблиці атрибутивних даних. У лівій частині вікна "Attributes" ви побачите список з одного чи кількох вибраних об'єктів під назвою їх шару, у правій — структуру таблиці атрибутивних даних. Натисніть на атрибуті будь-якого з виділених об'єктів у лівій частині цього вікна — і тоді він блимне на картографічному зображенні, і в правій частині вікна "Attributes" у стовпці "Value" ви можете ввести значення атрибуту, зазначеного у стовпці "Property", наприклад, "чорна тополя").

Якщо кілька об'єктів одного шару мають одне й те ж значення за деяким атрибутом, виберіть всі ці об'єкти, тримаючи натиснутою клавішу "Shift". У лівій частині вікна "Attributes" натисніть на назву шару та в стовпці "Value" введіть відповідне значення атрибуту, однакове для цих об'єктів (наприклад, чорна тополя є переважною породою на кількох окремих ділянках лісу). Таким чином ви можете суттєво прискорити процес введення атрибутивних даних.

Під час редагування таблиці (так само, як шарувзагалі) періодично (хоча б раз на 10 хвилин) зберігайте здійснені зміни через вибір команди "SaveEdits" у меню "Editor".

Найзручнішим шляхом оцифровки є одночасна робота в вікні карти та в таблиці: коли ви нанесли новий об'єкт, у таблиці горить його рядок і ви в ньому вводите всі атрибутивні дані (усі необхідні стовпці вже мають бути сформовані). Тим самим ви економите час.

Перевірка атрибутивної точності полягає у співставленні даних, що вивключили до таблиць шарів. Для цього в ArcGIS треба увімкнути режим редагування одного з шарів та відкрити його таблицю атрибутивних даних.

У нижньої межі вікна таблиці шару натисніть кнопку "Selected", і тоді в таблиці будуть показані дані тільки по вибраному об'єкту. Звичайно, розпочати перевірку та виправлення атрибутивних даних можна, відкривши в режимі редагування вікно "Attributes" та натиснувши кнопку на правому кінці панелі інструментів "Editor". Внесені вами дані доведеться перевіряти, співставляючи їх або з написами на ваших вихідних матеріалах, або з інших паперових вихідних джерел інформації (текстових, табличних тощо).

3. Розрахунок метричних та статистичних характеристик.

Аналіз атрибутивної інформації включає у себе не тільки перевірку атрибутивної точності введених даних, але і відповідні розрахунки, і їх використання у подальшій роботі з цифровою картою.

Під метричними характеристиками об'єктів у ArcGIS маються на увазі такі числові характеристики як площа, периметр, довжина, висота і т.д. При цьому необхідно уявити, що полігональні об'єкти не можуть мати довжини чи висоти, і навпаки, лінійні об'єкти – площі та периметрів. Таким чином, для встановлених пустих полів "площа", "периметр", "довжина" в атрибутивних таблицях потрібно провести визначення їх числових атрибутів.

Це можливо зробити в автоматичному режимі завдяки раніше заданій системі координат, масштабу карти та її розмірності. Без цих

заданих пристворенні нового проекту параметрів автоматичні розрахунки неможливі.

Розглянемо розрахунок площі та периметрів для атрибутивної таблиці зназвою "рілля" (полігональний шар). Після відкриття атрибутивної таблиці цього шару командою "OpenAttributeTable" ви можете бачити створені поля "площа" та "периметр", дані у яких поки ще відсутні. Клацнемо на назві поля "площа", про цьому стовпець виділяються кольором. Далі нажимаємо праву кнопку миші, та у контекстному меню вибираємо команду "CalculateGeometry". У вікні, що з'явилося, вибираємо "Yes" та далі у "Property" — "Area" (площа), далі не змінюємо нічого та нажимаємо "OK". У полі з'явилися числові значення у відповідних одиницях. Аналогічно проводимо розрахунок периметрів, тільки замість "Area" обираємо "Perimeter".

Для випадку розрахунку довжини лінійних об'єктів (лінійний шар) потрібно у "Property" обрати "Length" (довжина).

Таким чином провести розрахунок числових значень по усім шарам, щонають метричні характеристики і зберегти проект.

Статистичний аналіз проведемо наступним чином: виділивши потрібний стовпець з розрахованими даними, натиснемо праву кнопку миші. В контекстному меню обираємо команду "Statistics". З'являється вікно "Statisticsof [назва шару]", де є такі статистичні дані, як Count (кількість), Minimum, Maximum, Sum (сума), Mean (середнє), StandardDeviation (стандартне відхилення). Ці дані можна зберегти та роздрукувати для подальшої роботи.

Такий аналіз можна робити по любому полю (стовпцю) з метричними даними, але він має сенс тільки для великої кількості об'єктів, так, наприклад, для поля "межа" він не потрібний, тому, що це тільки один об'єкт.

Для розрахунку основних картометричних параметрів окремо реалізовано команду "Розрахунок геометрії..." (CalculateGeometry...). Після вибору цієї команди з'являється діалогове вікно (рис. 6.3), у якому треба обрати тип картометричного параметра (площа, периметр або довжина, координати центральних точок та ін.), систему координат та одиниці виміру. Для кожного типу геометрії геопросторових об'єктів властивий свій набір картометричних параметрів, які можна обрати.

2. Створення макету електронної карти.

Створення макетів карт відбувається за таким алгоритмом:

Переходимо в режим відображення компонування та макету карти (рис. 6.4).

Далі вибираємо розмір та орієнтацію макета за допомогою меню «Файл» (File) та команди «Налаштування сторінки до друку...» (PageandPrintSetup...) (рис. 6.5).

Далі у діалоговому вікні «Налаштування сторінки до друку...» (PageandPrintSetup...) вказуємо необхідні параметри макета карти.

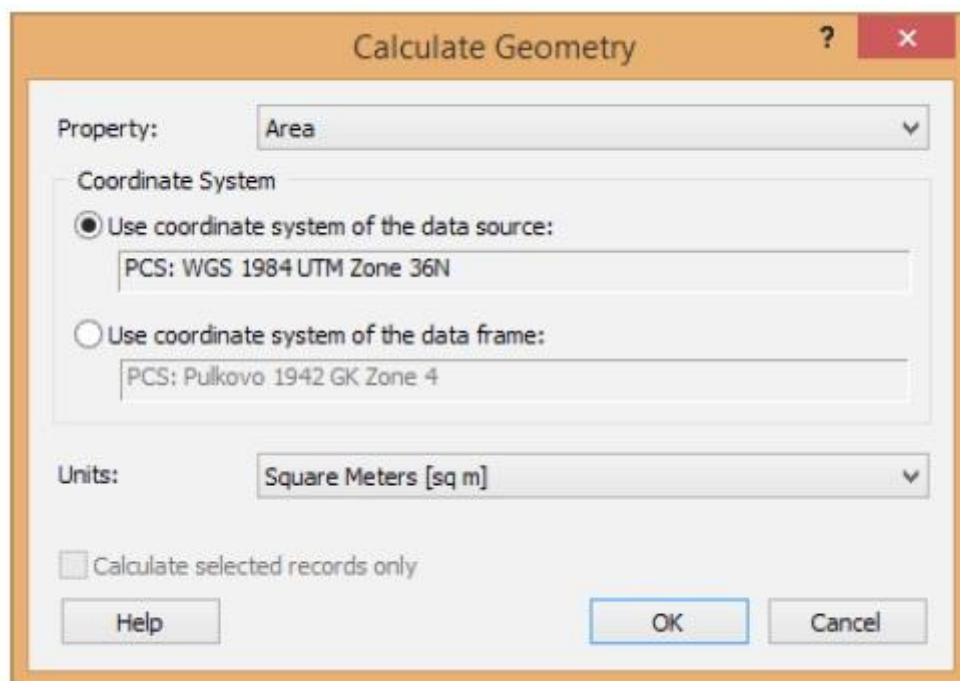


Рисунок 6.3 - Діалогове вікно розрахунку геометрії (CalculateGeometry...)

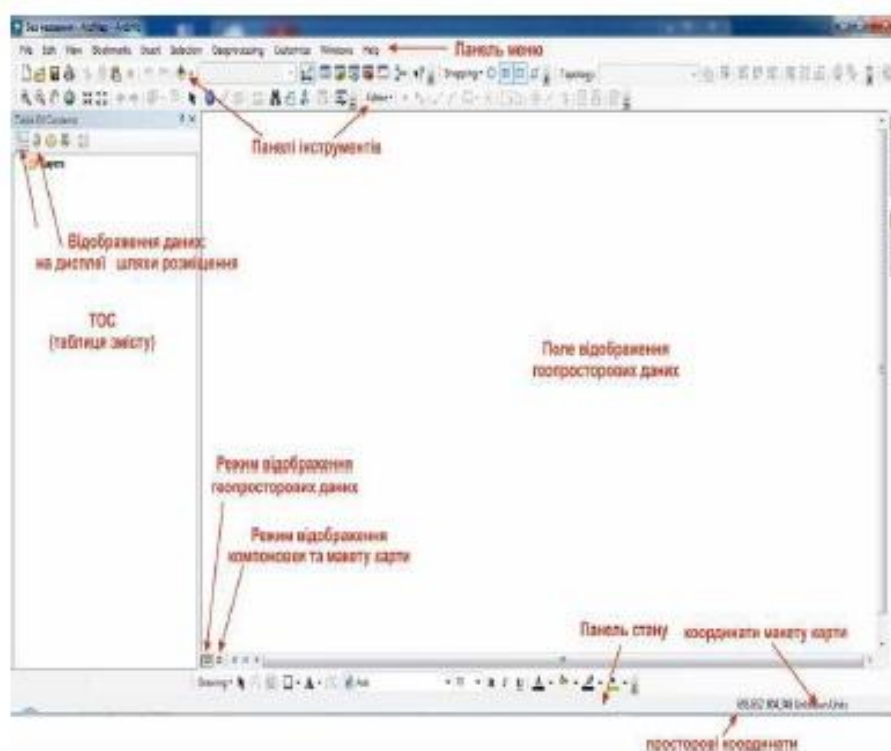


Рисунок 6.4 - Перехід між режимами відображення.

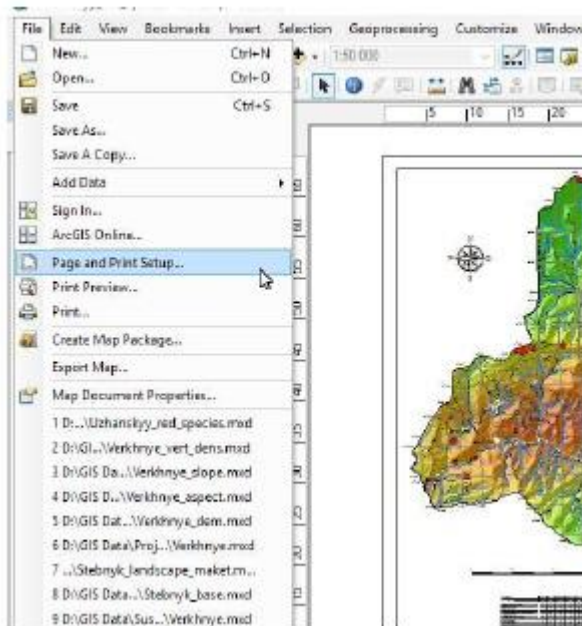


Рисунок 6.5 -Доступ до команди «Налаштування сторінки до друку...» (PageandPrintSetup...).

Далі встановлюємо елементи компоновки карти за допомогою команд меню «Вставити» (Insert)(рис. 6.6). Серед елементів, які можливо встановити у макет компоновання карти є такі:

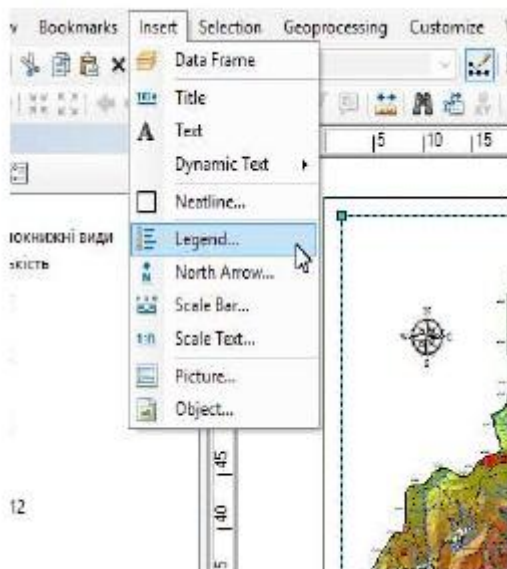


Рисунок6.6 - Доступ до команди меню «Вставити» (Insert).

За допомогою «Фрейм даних» (DataFrame) використовується для додавання кількох карт на лист та карт-врізок.

Команда «Назва карти» (Title) дає змогу вставити назву карти.

Команда «Текст» (Text) встановлює звичайний текст.

Команда «Динамічний текст» (DynamicText) використовується для автоматизації процесу вставлення та зміни таких даних як дата створення макета, автор, система координат та ін.

Команда «Рамка карти» (Neatline) встановлює рамку картини основі вибраних параметрів, вибір яких відбувається у відповідному діалоговому вікні.

Команда «Умовні позначення» (Legend) дає змогу налаштувати вигляд умовних позначень та їх параметри.

Команда «Стрілка Північ» (NorthArrow) встановлює відповідний елемент та його властивості (рис. 6.7).

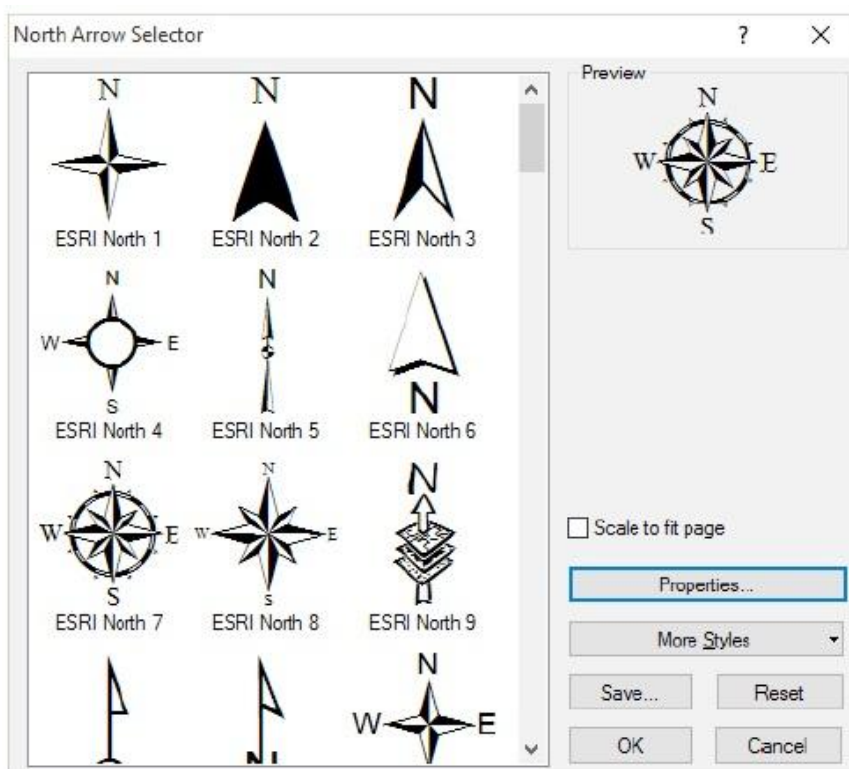


Рисунок 6.7 - Діалогове вікно вибору північної стрілки та її властивостей.

Команда «Масштабна лінійка» (Scale Bar) додає відповідний елемент на основі вибраних параметрів у діалоговому вікні «Вибір масштабної лінійки» (Scale BarSelector) (рис. 6.8) для вибраного фрейму карти.

Під час роботи над макетом є доречним зафіксувати той масштаб, у якому ви збираєтесь роздрукувати карту, з тим, щоб він залишався незмінним, і вимогли надійно контролювати взаємне розміщення

елементів карти — власнекартографічного зображення, легенди, рамки, інших графічних елементів та додаткових написів.

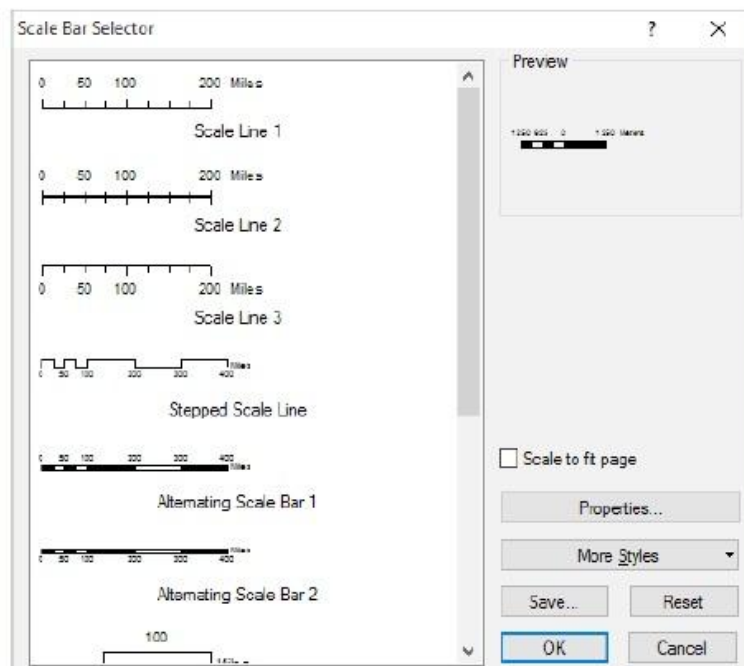


Рисунок 6.8 - Діалогове вікно вибору вигляду та властивостей масштабної лінійки.

Команда «Текстовий масштаб» (Scaletext) додає текстовий масштаб до вибраного фрейму карти (рис. 6.9).

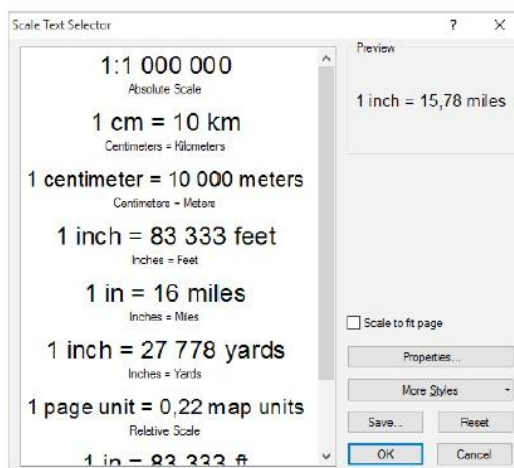


Рисунок 6.9 - Діалогове вікно вибору вигляду та властивостей текстового масштабу.

- Команда «Рисунок» (Picture) дає змогу додати до макета зображення у растрових та векторних форматах, які підтримуються ArcGisDesktop.

-За допомогою команди «Об'єкт» (Object) є можливість додати елемент з іншого програмного забезпечення.

До макету можна також копіювати тексти з формату Word, таблиці Excel, фрагменти файлів у графічному форматі (*.jpeg, *.bmp, *.tiff тощо) за допомогою кнопок копіювання та вставки стандартної панелі, точно як в Word та інших програмних пакетах компанії Microsoft.

З допомогою інструментів малювання панелі "Draw" ви можете додати графічні елементи.

Розташування елементів карти можна задавати з кращою точністю. Для цього треба виділити відповідний елемент, та, натиснувши його правою кнопкою миші, вибрати у контекстному меню команду "Properties". З'явиться діалогове вікно "Properties", де перейдіть на вкладку "Size and Position". У секції "Anchor Point" ("Якірна Точка") вкажіть ту вершину (або центр) області елемента, якій ви задасте точні координати в одиницях виміру макету. Натисніть "OK".

Крім згаданих елементів до макета можна також додати сітку координат (географічних та прямокутних) індексу сітку, фрагмент атрибутивної таблиці, графіки та діаграми, звіти, створені за допомогою відповідних інструментів у середовищі ArcGis Desktop.

3. Друк готової карти

До друку карти можна підійти щонайменше двома шляхами. Перший полягає у друку безпосередньо з програми ArcMap. Виберіть команду "Print" у меню "File". З'явиться вікно "Print". Натисніть у ньому кнопку "Setup" ("Параметри", "Установка"). Розкриється вікно "Page Setup". Вивже з ним працювали, коли встановлювали розмір та орієнтацію аркушу ще на початку роботи над створенням макету. Переконайтеся, що всі параметри встановлені правильно, особливо якщо карта має бути роздрукована на великому аркуші (A0, A1), і тому її друк дорого коштує. Натисніть "OK". Закрийте вікно "Print" натисненням кнопки "Cancel". У меню "File" виберіть команду "Print Preview" ("Попереднє Проглядання"). Якщо він вас задовольняє, натисніть кнопку "Print", якщо ні — "Close".

За другим шляхом також переконайтеся, що всі параметри аркушу та друку встановлені правильно. Зайдіть у меню "Tools" ("Інструменти") та виберіть команду "Extensions" ("Додаткові модулі") та поставте пташку у віконці біля "ArcPress" — модуль, який дозволяє зберігати всі розміри при конвертації карти у графічний формат.

Конвертація карти у графічний файл дозволяє роздруковувати її будь-де, в той час, коли програма ArcMap є специфічною і не встановлена в копієцентрах. Графічні редактори, навпаки, добре поширені, а Paint є дуже поширеним. Тому конвертація карти у графічний файл є простим виходом звичайної ситуації, коли у вас є можливість сформулювати карту в ArcMap, але у вас немає принтера (особливо плотера, коли розмір аркушу, достатній для друку, перевищує A3).

У меню файл виберіть команду "ExportMap". У діалоговому вікні експорту натисніть кнопку "Options" та в секції "Resolution" ("Роздільна здатність") виберіть роздільну здатність (рекомендується 300–600 dpi). Натисніть "ОК". Призначте тип (бажано *.jpeg) та ім'я файлу та вкажіть шлях його збереження. Натисніть кнопку "Export".

Контрольні запитання

1. Яка команда встановлює рамку картина основі вибраних параметрів?
2. Яка команда дає змогу налаштувати вигляд умовних позначень та їх параметри?
3. Як під час роботи над макетом зафіксувати той масштаб, у якому ви збираєтесь роздрукувати карту?
4. Як підготувати карту до друку?

Список використаної літератури

1. Андрейчук Ю., Ковальчук Ю. Застосування ГІС для аналізу рельєфу басейнових систем (на прикладі р. Коропець). *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. Львів: Вид-во НУ "Львівська політехніка", 63. 2003. С. 183-187.
2. Андрейчук Ю.М., Ямелинець Т.С. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі: навчальний посібник. Львів: «Простір-М», 2015. 284 с.
3. Берлянт А. М. Картография и геоинформатика. М.: ВИНТИ, 1991. 177 с.
4. Світличний О.О., Плотницький С.В. Основи геоінформатики: навчальний посібник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. 295 с.
5. Шевчук П.М., Лепетюк Б.Д., Смаглюк Ю.М., Поліщук Ю.В. Тлумачний словник з питань цифрового картографування, кадастральних і інформаційних систем. Київ, 1992. 35 с.