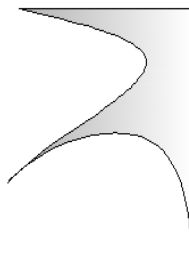


О.Я.Петренко

**Географічний та
просторовий
аналіз даних
засобами
ArcGIS**



Навчальний посібник

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ІНСТИТУТ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ

О.Я. Петренко

**Географічний та
просторовий аналіз
даних засобами
ArcGIS**

Навчальний посібник

Київ 2017

БКК 32.97
УДК 631.1301

Петренко О.Я. Географічний та просторовий аналіз даних засобами ArcGIS: Навчальний посібник. / О.Я. Петренко – К. ІПДО, 2017. – 96 с.

Анотація

Навчальний посібник розкриває можливості універсальної географічної інформаційної системи ArcGIS для проведення географічного та просторового аналізу даних.

Навчальний посібник розроблено на кафедрі інформатики та обчислювальної техніки Інституту післядипломної освіти Національного університету харчових технологій.

Призначено для широкого кола науковців, аспірантів, викладачів, науково-технічних працівників, професійна діяльність яких пов'язана з аналізом і візуалізацією географічних даних.

Автор: О.Я. Петренко, кандидат технічних наук, доцент

Редактор: Н.Я.КОСТИНА

© О.Я. Петренко, кандидат технічних наук, доцент

© ІПДО НУХТ, 2017

Зміст

Зміст	4
В С Т У П	6
1. Обзор аналізу в ArcGIS Desktop	8
1.1. Види географічного та просторового аналізу	8
Табличний аналіз	8
Отримання даних	10
Аналіз накладення	11
Аналіз відстаней	11
Створення поверхні та аналіз	12
Статистичний аналіз	13
2. Інструменти аналізу ArcGIS Desktop	14
3. Робота з табличними даними	17
3.1. Аналіз таблиць в ArcMap	17
3.1.1. Аналіз таблиць в ArcCatalog	25
3.1.2. Інструменти роботи з табличними даними в ArcToolbox	26
3.2. Додавання полів і розрахунків значень атрибутів	28
3.2.1. Використання ArcMap для додавання полів і розрахунку значень	29
3.2.2. Використання ArcCatalog для редагування таблиці	30
3.2.3. Інструменти ArcToolbox для роботи з полями	31
3.3. Об'єднання таблиць	32
3.3.1. Приєднання таблиць з допомогою загального поля	33
3.3.2. Зв'язування таблиць за допомогою загального поля	36
4. Вибір піднабору просторових об'єктів	39
4.1. Інтерактивний вибір просторових об'єктів	40
4.2. Вибір за допомогою географії об'єктів	42
4.3. Вибір за допомогою атрибутів об'єктів	44
4.4. Вибір методу виділення	47
4.5. Робота з вибраним набором	48
4.6. Збереження вибірки	50
4.7. Робота з вибіркою	51
5. Витяг частини набору даних	53
5.1. Вирізання наборів даних	53
5.2. Розбиття набору даних	56
6. Накладення наборів географічних даних	58
6.1. Накладення наборів даних	58
7. Вимірювання відстаней між просторовими об'єктами	62

7.1	Вимірювання відстані на карті	62
7.2	Обчислення відстані між об'єктами	63
7.3	Створення буферних зон	66
8.	Виділення районів відносно центрів.....	70
9.	Аналіз просторового розподілу.....	73
9.1.	Обчислення центру і дисперсії.	73
9.2.	Аналіз тенденцій розподілу в просторі.....	75
9.3.	Ідентифікація кластерів і структурних закономірностей.....	78
10.	Створення растрових поверхонь.....	81
10.1.	Створення інтерпольованої поверхні.....	82
10.2.	Витяг даних з поверхні висот	90
	Література.....	95

ВСТУП

Існує величезна кількість просторово розподіленої інформації, зібраної в бази і банки даних з навколишнього середовища. Завдання її інтерпретації, аналізу та подальшого використання є надзвичайно важливою і вимагає комплексного системного підходу. Статистичне моделювання просторових явищ дозволяє узагальнити наявні вимірювання і отримати модель їх розподілу в просторі.

Просторове моделювання застосовується в багатьох сферах людської діяльності. Так, при кліматичному моделюванні аналізуються вимірювання температури, опадів, швидкості вітру і т. д. в різних точках простору. При моделюванні забруднення навколишнього середовища використовуються вимірювання (проби ґрунту, води, повітря, дистанційне зондування) в різних місцях. У завданнях геології моделюються властивості порід в проміжку між свердловинами, де робляться вимірювання.

У медичній географії аналізуються фактори, що впливають на рівень захворювань, і моделюється поширення епідемій. Просторово розподілені дані використовуються при моделюванні запасів корисних копалин і рибних ресурсів, криміногенної ситуації та природних катастроф (зсувів, лавин та ін.).

Глибокий аналіз та моделювання просторових даних вимагають застосування комплексного підходу і різних методів, що характеризують ту чи іншу особливість явища. Складність такого аналізу обумовлена декількома факторами: наявністю великих обсягів кількісної та якісної інформації з досліджуваного явища, багатомасштабністю та наявністю різних факторів впливу.

Географічний та просторовий аналіз даних — одна з основних функцій географічної інформаційної системи (ГІС). Навчальний посібник надає можливість вивчення широкого кола інструментів для виконання детального дослідження електронних карт та проведення їх аналізу засобами ArcGIS — сучасного програмного забезпечення для побудови географічних інформаційних систем.

Кожен з розділів навчального посібника викладено стисло, але з широким використанням ілюстративного матеріалу, що значно полегшує сприйняття читачами.

Навчальний посібник повинен стати у нагоді як в післядипломній освіті спеціалістів, так і в повсякденній роботі вчених, інженерів і практиків, що цікавляться проблемами аналізу просторових даних (геологів, географів, ґрунтознавців, геофізиків, біологів, соціологів).

Успішне засвоєння цього курсу надає слухачам можливість оволодіти засадами комп'ютерної технології управління електронними картами, а також формує у них алгоритмічне та інформаційне мислення, впевненість у власних можливостях і спроможність самостійно поглиблювати та вдосконалювати отриману підготовку.

1. Обзор аналізу в ArcGIS Desktop

За допомогою географічного та просторового аналізу даних (ГІС аналізу) можна виконувати широкий спектр завдань - від простого розрахунку нових значень полів таблиці, до моделювання складних процесів, таких як ландшафтний розподіл води з урахуванням рельєфу, а також виконувати просторовий аналіз з використанням статистики. Основна мета аналізу - отримання інформації, заснованої на географічних даних, для прийняття подальших рішень.

ArcGIS Desktop дозволяє проводити географічний і просторовий аналіз з різних наборів даних: таблиць, класів просторових об'єктів, растрів, рельєфів, наборів мережевих даних і геометричних мереж. Інструменти для виконання аналізу можна знайти у кількох наборах ArcToolbox, а також на спеціалізованих панелях інструментів в ArcMap і у деяких додаткових модулях.

1.1. Види географічного та просторового аналізу

Функції ГІС аналізу в ArcGIS Desktop можна згрупувати за кількома основними видами: табличний аналіз, витяг даних, аналіз накладень, аналіз відстаней, аналіз і створення поверхні, статистичний аналіз.

Табличний аналіз

Побудова аналітичних таблиць є одним з найважливіших прийомів проведення аналізу. Аналітична таблиця - форма найбільш раціонального, наочного і систематизованого уявлення вихідних даних, найпростіших алгоритмів їх обробки і отримання результатів. Вона являє собою комбінацію горизонтальних рядків і вертикальних граф (стовпців, колонок). Остов таблиці, в якому заповнена текстова частина, але відсутні числові дані, називаються макетом таблиці.

Основні функції табличного аналізу - це сортування і пошук даних, редагування таблиць шляхом додавання і видалення полів, встановлення зв'язків між таблицями та управління ними.

Аналітичні таблиці використовуються на всіх етапах проведення економічного аналізу:

- на етапі підготовки вихідних даних в таблиці систематизуються вихідні дані, здійснюється попередня їх угруповання, розраховуються окремі проміжні підсумки і аналізуються показники;
- на етапі аналітичної обробки даних за допомогою таблиць можуть здійснюватися конкретні обчислення, включаючи факторний аналіз;
- на етапі представлення результатів аналізу в таблиці здійснюється зведення найбільш важливих показників, отриманих в процесі аналізу.

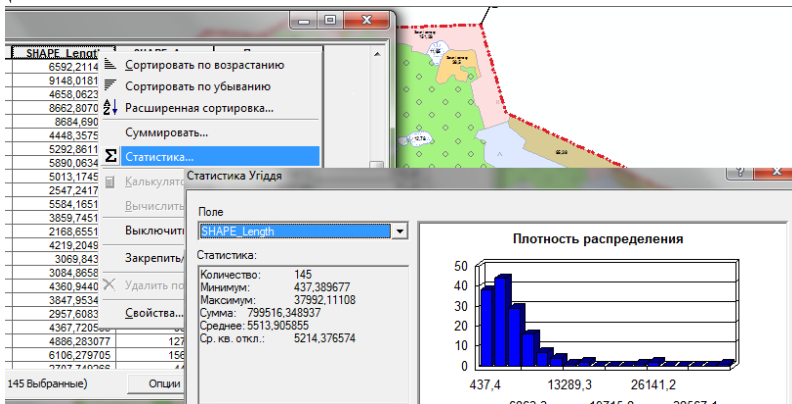
Таким чином, таблиці, що використовуються в аналізі, застосовуються для систематизації вихідних даних, проведення аналітичних розрахунків і оформлення результатів аналізу.

Використання таблиць при проведенні аналітичних процедур і представленні результатів аналізу забезпечує:

- зменшення обсягу вихідних даних в звітних документах;
- систематизацію даних і виявлення закономірностей;
- наочність;
- зменшення обсягу аналітичних записок.

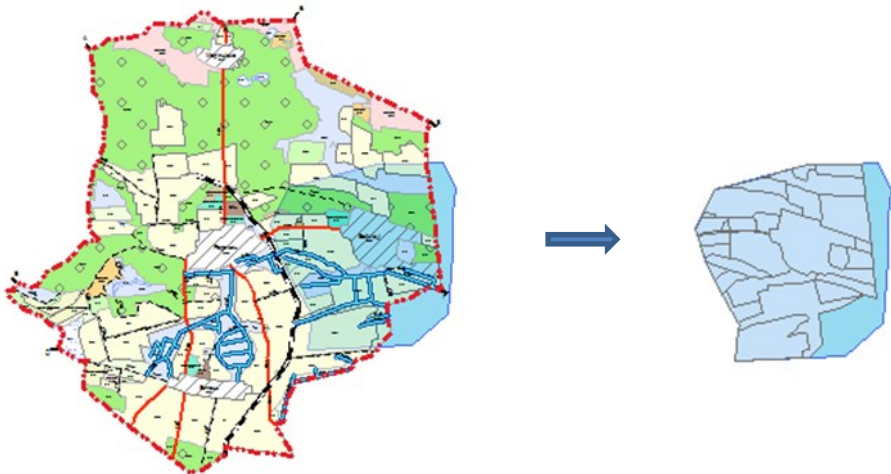
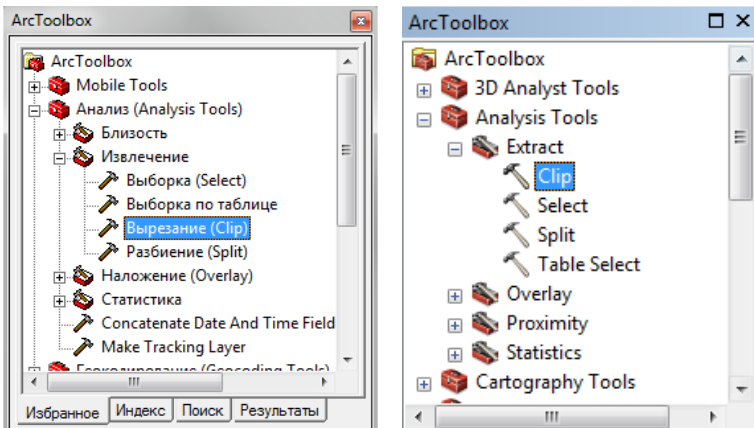
Побудова макетів таблиць є важливим етапом в проведенні аналізу. Тому, перш ніж приступити до збору даних, необхідно, по можливості, розібрати всі макети аналітичних і статистичних таблиць, в які будуть заноситися вихідні дані і результати аналізу.

На малюнку знизу відображено зразок підрахунку щільності розподілення значень.



Отримання даних

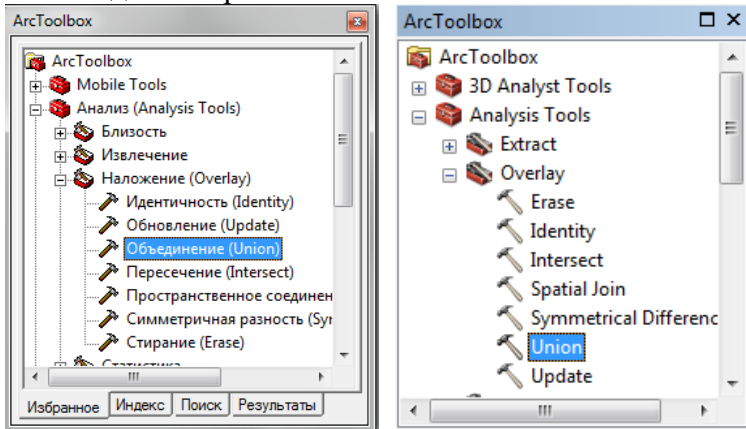
Отримання (извлечение) даних є компонентом більшості аналізів. При цьому відбувається вилучення піднабору просторових об'єктів для подальшого аналізу або вирізання досліджуваного району з більш великого набору даних, а також генералізація, при якій безліч дрібних об'єктів перетворюються в декілька великих. В навчальному посібнику приводяться дані, отримані з допомогою двох версій ArcGIS 9.3.1 та 10.3.1. На малюнках, розміщеному нижче, відображаються два вікна. В лівому вікні відображено фрагмент вікна ArcToolbox версії 9.3.1, в правому – версії 10.3.1.



На малюнку зверху земельні ділянки, що повністю або частково попадають в зону затоплення, виділені і збережені в новому шарі.

Аналіз накладення

Аналіз накладення дозволяє комбінувати шари з загальним географічним екстендом (або частиною) для створення нового шару з атрибутами вихідних шарів.



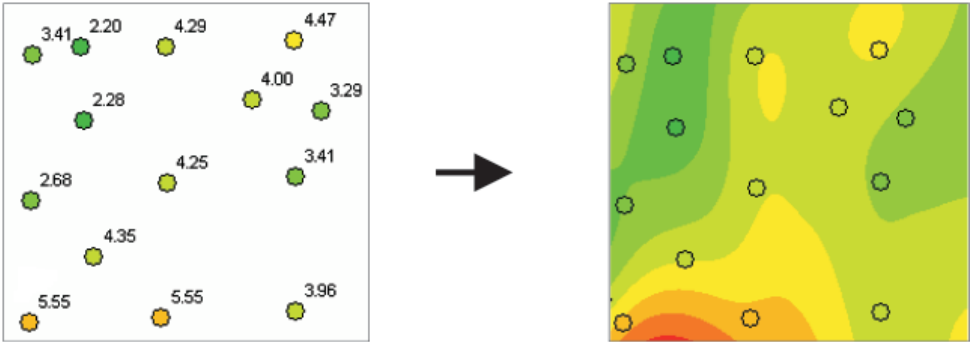
Це дає можливість встановити взаємозв'язки між об'єктами різних шарів. Можна, наприклад, ідентифікувати об'єкти, які відповідають сукупності критеріїв, щоб знайти місце для будівництва об'єкта, можна накласти шари ухилів, рослинності і ґрунтів, а потім вибрати ділянку на плоскій поверхні, що не поросла лісом і з відповідним для будівництва ґрунтом.

Аналіз відстаней

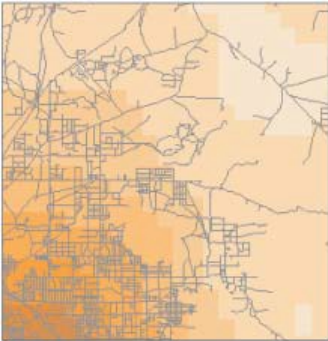
В ArcGIS Desktop є різні функції аналізу відстаней, які дозволяють обчислювати дистанцію між просторовими об'єктами, знаходити об'єкти в межах вказаної відстані від інших об'єктів (буфер), створювати безперервну поверхню відстаней від набору об'єктів (наприклад, відстань від доріг або рік), а також знаходити оптимальний шлях по мережі лінійних об'єктів (вулиці або трубопроводи) або на рельєфі.

Створення поверхні та аналіз

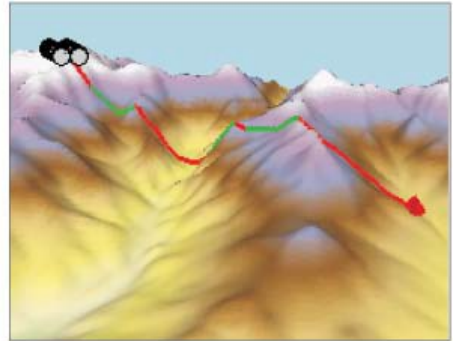
Функції створення поверхні дозволяють моделювати поверхню безперервних просторових значень на основі точкових значень (інтерполяція, або щільність), або створювати шари, обчислені на основі поверхні (ухил, експозиція, ізолінії, відмивка). Функції аналізу поверхні також містять спеціалізовані інструменти для передбачення повеней і стоку води і інших речовин по поверхні, обчислення обсягів (насипів або виїмок), для виконання аналізу видимості або обчислення кількості сонячного випромінювання для конкретної ділянки.



Безперервна поверхня, створена на основі значень окремих точок.



Карта щільності доріг — більш темний колір означає більш високу щільність



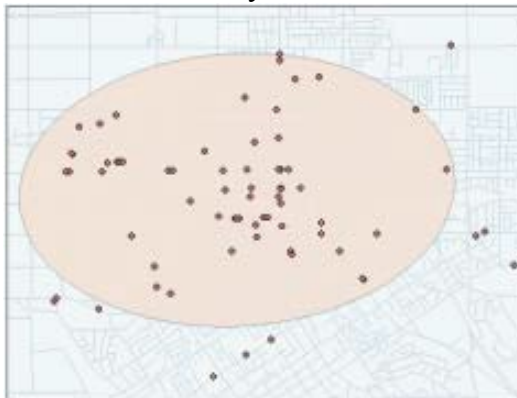
Аналіз прямої видимості — зеленим показані ділянки, видимі з точки огляду

Статистичний аналіз

Статистичний аналіз варіює від табличної статистики, такої як пошук середнього стандартного відхилення по набору значень таблиці, до функцій вимірювання характеристик розподілу просторових географічних об'єктів (наприклад, центр або тенденції), і просторової статистики, що дозволяє ідентифікувати структурні закономірності, що формуються просторовими об'єктами (або їх атрибутивними значеннями) і оцінити розподіл просторових даних у відповідності з виявленими закономірностями.



Підсумкові дані, підраховані для кожного класу землекористування, з даними про кількість ділянок кожного класу, розмірах найменшої і найбільшої ділянки, середньому розмірі ділянки і загальній площі для кожного класу.



Еліпс стандартного відхилення для місць пограбувань (вказує тенденцію розподілу в просторі).

2. Інструменти аналізу ArcGIS Desktop

ArcGIS Desktop пропонує широкий діапазон інструментів аналізу. Інструменти, описані в цьому розділі, використовуються найчастіше, однак існує ще велика кількість додаткових інструментів. Багато з них універсальні і можуть використовуватися в різних областях, а деякі використовуються тільки для окремих додатків.

Велика кількість інструментів аналізу векторних даних містяться в ArcGIS Desktop. Багато інструментів аналізу поверхні (растрів і TIN) входять в комплект декількох додаткових модулів ArcGIS Desktop.

Функції ArcMap для аналізу об'єктних даних включають табличний аналіз, доступ до якого можна отримати з меню перегляду таблиці, і деякі функції отримання даних, які доступні за допомогою меню *Вибірка (Selection)*. До функцій ArcToolbox відносяться:

- табличний аналіз;
- витяг даних;
- аналіз накладення об'єктів;
- аналіз відстаней;
- статистичний аналіз.

Панель інструментів Функції мережевого аналізу (Utility Network Analyst) в ArcMap дозволяє простежувати потоки в електричних, водних та інших інженерних мережах. Можна простежувати висхідні та низхідні потоки, знаходити петлі, пов'язані об'єкти і т. д.

Додатковий модуль Network Analyst дає можливість аналізу відстаней уздовж лінійних об'єктів, таких як транспортна мережа.

Три додаткових модуля ArcGIS Desktop — Spatial Analyst, 3D Analyst і Geostatistical Analyst — містять інструменти створення і аналізу поверхонь. Їх функціональність частково перекривається, кожен з них був розроблений з урахуванням специфічних потреб аналітиків.

Spatial Analyst містить інструменти аналізу взаємозв'язків між растрами. Це можуть бути растри поверхні безперервних значень (наприклад, висоти, ухили, температура або кількість опадів), або растри безперервних областей (типи ґрунтів, рослинності, або геологія). Разом з інструментами управління та оброблення растрів,

Spatial Analyst містить функції вилучення растрових даних, аналізу накладення і відстаней, а також функції створення та аналізу поверхонь.

3D Analyst також використовується для створення і аналізу поверхонь. Він включає інструменти візуалізації для створення перспектив і видів земної кулі.

Geostatistical Analyst пропонує розширений інструментарій для створення неперервних поверхонь на основі набору контрольних точок. Він також містить інструменти для інтерактивного вивчення даних, що сприяють при виборі відповідних параметрів інтерполяції. Доступ до них можна отримати через панель інструментів Geostatistical Analyst в ArcMap. Набір інструментів Geostatistical Analyst (в ArcToolbox) містить геостатистичні інструменти, які можна використовувати в скриптах або моделях.

Основою аналізу є геообробка. У широкому сенсі, геообробка полягає в застосуванні функції або набору функцій до наявних даних для отримання нових даних. Більша частина функцій геообробки в ArcGIS Desktop виконуються з допомогою інструментів ArcToolbox. Деякі функції доступні у вигляді команд меню в ArcMap.

Процес аналізу даних ГІС складається з декількох основних етапів. Методи, що використовуються для аналізу, можуть бути простими або складними, в залежності від вибору об'єктів по заданому значенню до побудови моделі з використанням декількох шарів даних. Для простих методів, таких як вибір об'єктів з набору даних, ви можете інтуїтивно звести процес до однієї операції, замість виконання декількох етапів.

На початку аналізу ви повинні сформулювати, що саме ви хочете отримати. Це можна зробити у формі питання. Де випало найбільша кількість опадів за останній місяць? Які земельні ділянки знаходяться в межах 500 метрів від цього магазину? Чим точніше ви сформулюєте питання, тим простіше буде зрозуміти, як виконати аналіз, який метод використовувати і як представити результати.

Інший фактор, що впливає на аналіз — цільова аудиторія. Ви можете просто дослідити дані для себе, або результати аналізу будуть представлені для громадського обговорення, використані в науковому звіті або продемонстровані в залі суду. В останніх випадках, слід

використовувати більш суворі методи і надати максимально точні результати.

Тип використовуваних даних і просторових об'єктів допоможе визначитися з використовуваним методом (наприклад, дані по річках і вододілах можуть зберігатися у вигляді лінійних об'єктів). І навпаки, якщо ви хочете використовувати певний метод, який максимально підходить під ваші задачі, вам можуть знадобитися додаткові дані. Слід уточнити дані, які у вас вже є (типи просторових об'єктів та атрибути), а які необхідно знайти або створити. Створення нових даних може означати простий розрахунок нових значень у таблиці даних або отримання нових шарів. Розуміння даних, які беруть участь в аналізі, допоможе правильно інтерпретувати результати.

Майже завжди можна використовувати два або три методи отримання інформації. Часто, один з методів більш швидкий, але дає лише приблизні результати. Інші можуть вимагати більш детальних даних і більше часу для обрахунку, але вони дають більш точні результати. Наприклад, ви можете знайти всі земельні ділянки в межах 500 метрів від школи по прямій — простим створенням буфера — або в межах 500 метрів вздовж вулиць (використовуючи мережний аналіз). Вибір методу повинен ґрунтуватися на вихідному питанні і подальшому використанні результатів аналізу.

Після вибору метода ви повинні виконати необхідні кроки в ГІС. Часто, для цього необхідно використовувати кілька функцій послідовно. Наприклад, щоб з'ясувати площу лісу для кожного вододілу, ви можете витягти з шару лісів досліджуваний район, конвертувати його з растра на полігони, накласти на нього кордони вододілів, потім виконати табличний аналіз для розрахунку площі лісів. У разі статистичного аналізу, вам також буде потрібно розрахувати статистичну достовірність отриманого результату.

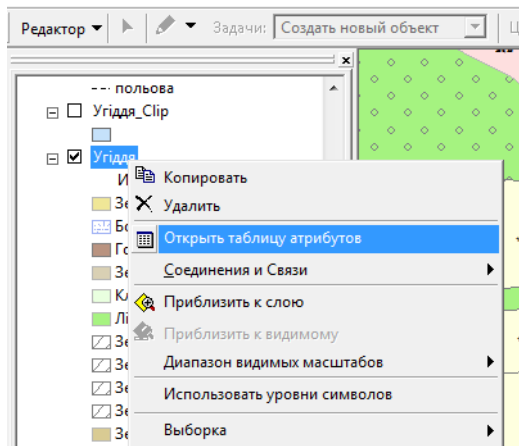
Після отримання результатів прийміть рішення, чи задовольняють вони поставленій меті, чи необхідно повторити аналіз з використанням інших параметрів або іншого методу. ГІС дозволяє відносно легко внести зміни та отримати нові результати. Ви можете порівняти результати різних аналізів і вибрати метод, що дає більш точну інформацію.

3. Робота з табличними даними

Важлива частина географічного та просторового аналізу даних - це робота з даними в таблицях. Це можуть бути окремі таблиці або таблиці атрибутів, пов'язані з просторовими об'єктами чи растровими даними. Таблична інформація може використовуватися сама по собі, або у зв'язку з підготовкою до подальшого аналізу. Наприклад, вам необхідно знайти викиди (значення, що різко виділяються) перед створенням поверхні або проведенням аналізу розподілу, тому що викиди можуть спотворити результати аналізу.

3.1. Аналіз таблиць в ArcMap

Для демонстрації роботи з таблицею розглянемо таблицю атрибутів шару *Угіддя*. Для цього вкажіть курсором миші на шар *Угіддя*, клацніть правою кнопкою миші і з контекстного меню, що відкривалося, виберіть команду *Открыть таблицу атрибутов*.



Відкриється таблиця з даними, приведена нижче. В полі *Им* відображено види рослинності на земельних ділянках (рілля, сіно, ліс, чагарник і т.п.). Нам потрібно спочатку відсортувати поле *Им* для отримання в подальшому загальної площі чагарників.

OBJE	SHAPE *	Им	Назва	SHAPE Length	SHAPE Area	Площа га
1	Полигон	Ріпля	<Null>	8119,265457	2790865	279,09
2	Полигон	Ріпля	<Null>	5990,619153	2100667	210,07
3	Полигон	Ріпля	<Null>	8482,058168	1998190	199,82
5	Полигон	Ріпля	<Null>	7391,441406	2210028	221
6	Полигон	Ріпля	<Null>	7122,856181	2863531	286,35
7	Полигон	Ріпля	<Null>	7629,492194	1773451	177,35
8	Полигон	Ріпля	Фермерське господарство	3230,7759	588869	58,89
9	Полигон	Ріпля	<Null>	2236,45625	227253	22,73
10	Полигон	Населений пункт	Битень	7782,433546	1989675	198,97
11	Полигон	Ріпля	<Null>	1397,403421	125513	12,55
12	Полигон	Госп дв	Госп двір	2549,285691	226724	22,67
13	Полигон	Госп дв	Госп двір	675,959517	26900	2,69
14	Полигон	Сіно	Землі запасу	1600,612511	135598	13,56
15	Полигон	Сіно	<Null>	2031,243576	96337	9,63
16	Полигон	Ліс	<Null>	4349,993308	842132	84,21
17	Полигон	Ріпля	<Null>	1820,593194	182880	18,29
18	Полигон	Ріпля	<Null>	2547,241711	306295	30,63
19	Полигон	Болото	<Null>	6161,374981	1101120	110,11
20	Полигон	Сіно	<Null>	3818,281846	322051	32,21
21	Полигон	Ріпля	Фермерське господарство	4203,477908	696322	69,63
22	Полигон	Чагарник	<Null>	4232,943084	452314	45,23
23	Полигон	Ріпля	Фермерське господарство	5764,90257	776438	77,64

Спочатку відсортуємо таблицю за полем *Им*. Для цього клацніть назву поля *Им* правою клавішею миші для відображення інструментів аналізу, таких як сортування і підсумовування.

OBJE	SHAPE *	Им	Назва	SHAPE Length	SHAPE Area	Площа га
1	Полигон	Ріпля	<Null>	8119,265457	2790865	279,09
2	Полигон	Ріпля	<Null>	5990,619153	2100667	210,07
3	Полигон	Ріпля	<Null>	8482,058168	1998190	199,82
5	Полигон	Ріпля	<Null>	7391,441406	2210028	221
6	Полигон	Ріпля	<Null>	7122,856181	2863531	286,35
7	Полигон	Ріпля	<Null>	7629,492194	1773451	177,35
8	Полигон	Ріпля	Фермерське господарство	3230,7759	588869	58,89
9	Полигон	Ріпля	<Null>	2236,45625	227253	22,73
10	Полигон	Населений пункт	Битень	7782,433546	1989675	198,97
11	Полигон	Ріпля	<Null>	1397,403421	125513	12,55
12	Полигон	Госп дв	Госп двір	2549,285691	226724	22,67
13	Полигон	Госп дв	Госп двір	675,959517	26900	2,69
14	Полигон	Сіно	Землі запасу	1600,612511	135598	13,56
15	Полигон	Сіно	<Null>	2031,243576	96337	9,63
16	Полигон	Ліс	<Null>	4349,993308	842132	84,21
17	Полигон	Ріпля	<Null>	1820,593194	182880	18,29
18	Полигон	Ріпля	<Null>	2547,241711	306295	30,63
19	Полигон	Болото	<Null>	6161,374981	1101120	110,11

Із контекстного меню вибираємо команду *Сортировать по возрастанию (Sort Ascending)*. Результатом виконання команди буде таблиця, відсортована по полю *Им* в порядку зростання. Тепер підрахуємо кількість земельних ділянок, зайнятих, наприклад, чагарниками і загальну площу, яку вони займають.

OBJE	SHAPE *	Им	
139	Полигон	Авто трансп	<Null>
140	Полигон	Авто трансп	<Null>
141	Полигон	Авто трансп	<Null>
142	Полигон	Авто трансп	<Null>
143	Полигон	Авто трансп	<Null>
144	Полигон	Авто трансп	<Null>
145	Полигон	Авто трансп	<Null>
146	Полигон	Авто трансп	<Null>
148	Полигон	Авто трансп	<Null>
149	Полигон	Авто трансп	<Null>
19	Полигон	Болото	<Null>
60	Полигон	Болото	<Null>
80	Полигон	Болото	<Null>
95	Полигон	Болото	<Null>
96	Полигон	Болото	<Null>
136	Полигон	Болото	<Null>
12	Полигон	Госп дв	Госп дв
13	Полигон	Госп дв	Госп дв
55	Полигон	Госп дв	Госп дв
100	Полигон	Госп дв	Госп дв
138	Полигон	Заліз	<Null>

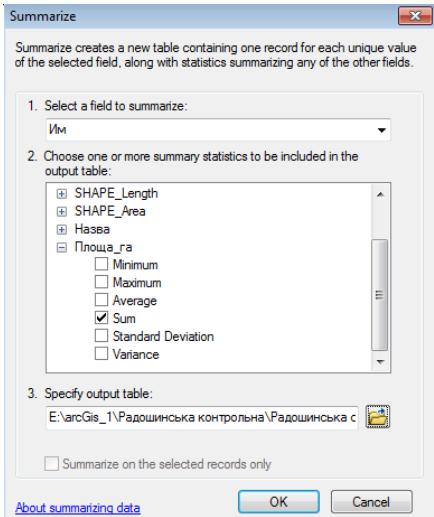
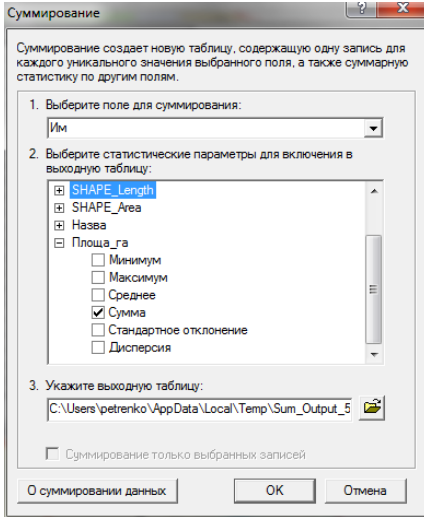
OBJE	SHAPE *	Им	SHAPE Leng
142	Polygon	Авто трансп	5098,401
139	Polygon	Авто трансп	3031,931
141	Polygon	Авто трансп	1180,698
143	Polygon	Авто трансп	4187,116
144	Polygon	Авто трансп	8802,80
145	Polygon	Авто трансп	1842,899
146	Polygon	Авто трансп	2847,680
148	Polygon	Авто трансп	437,389
149	Polygon	Авто трансп	5802,545
140	Polygon	Авто трансп	10181,116
95	Polygon	Болото	1513,532
80	Polygon	Болото	713,370
19	Polygon	Болото	6161,374
136	Polygon	Болото	1419,944
96	Polygon	Болото	1825,315
60	Polygon	Болото	4128,21
55	Polygon	Госп дв	858,133
13	Polygon	Госп дв	675,859
12	Polygon	Госп дв	2549,285

Для цього клацніть назву поля *Им* правою клавішею миші для відображення інструментів аналізу і виберіть команду *Суммировать (Summarize)*.

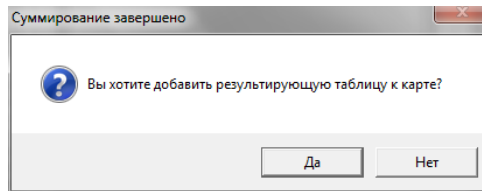
OBJE	SHAPE *	Им	
142	Полигон	Авто трансп	
139	Полигон	Авто трансп	
141	Полигон	Авто трансп	
143	Полигон	Авто трансп	
144	Полигон	Авто трансп	
145	Полигон	Авто трансп	
146	Полигон	Авто трансп	
148	Полигон	Авто трансп	
149	Полигон	Авто трансп	
140	Полигон	Авто трансп	
95	Полигон	Болото	
80	Полигон	Болото	
19	Полигон	Болото	
60	Полигон	Болото	
96	Полигон	Болото	
136	Полигон	Болото	
12	Полигон	Госп дв	
13	Полигон	Госп дв	
55	Полигон	Госп дв	
100	Полигон	Госп дв	

OBJE	SHAPE *	Им	
142	Polygon	Авто трансп	
139	Polygon	Авто трансп	
141	Polygon	Авто трансп	
143	Polygon	Авто трансп	
144	Polygon	Авто трансп	
145	Polygon	Авто трансп	
146	Polygon	Авто трансп	
148	Polygon	Авто трансп	
149	Polygon	Авто трансп	
140	Polygon	Авто трансп	
95	Polygon	Болото	
80	Polygon	Болото	
19	Polygon	Болото	
136	Polygon	Болото	
96	Polygon	Болото	
60	Polygon	Болото	
55	Polygon	Госп дв	
13	Polygon	Госп дв	

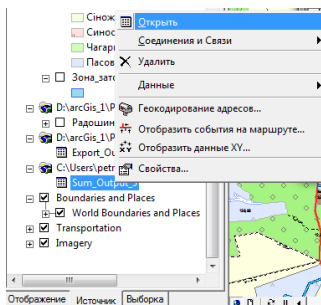
Відкриється вікно *Суммирование*, в якому поле для обчислення суми вже визначено (*Им*), тому що контекстне меню ми визвали саме на цьому полі. Для статистичних параметрів для включення в вихідну таблицю ставимо в полі *Площа га* галочку для підрахунку сумарної площі, зайнятої чагарниками. Вказуючи місцезнаходження вихідної таблиці та її ім'я, зверніть увагу на таку особливість. Ця таблиця повинна знаходитись в географічній чи файловій базі даних і не може бути записана в вигляді окремого файлу. Натискаємо *OK*.



При цьому з'явиться вікно попередження про додавання результуючої таблиці до карти.



Відповідаємо Так (Да) і до карти додається щойно створена результуюча таблиця. Щоб побачити вміст цієї таблиці, клацніть її правою клавішею миші у таблиці змісту (на закладці *Источник*), і виберіть команду *Открыть*.



На екрані з'являється щойно створена сумарна таблиця. В полі *Count_Им* відображена кількість земельних ділянок поіменованих в полі *Им*. В полі *Sum_Площа_га* відображена сумарна площа цих ділянок.

OID	Им	Count_Им	Sum_Площа_га
0	Авто трансп	10	68,2729
1	Болото	6	164,9963
2	Госп дв	4	63,6578
3	Записн	1	117,2226
4	Клодови	1	2,9001
5	Ліс	21	5355,1402
6	Населений пункт	4	1169,2188
7	Промисл	4	146,4613
8	Ріпля	62	6778,1804
9	Сад	1	52,9682
10	Сино	14	1641,2603
11	Чагарник	5	232,2053
12	пасовище	12	2021,362

Клацнувши правою клавішею миші поле таблиці, можна розрахувати сумарну статистику для поля — наприклад, мінімальне і максимальне значення, середнє, стандартне відхилення та дисперсію.

Площа_га	
279,09	Сортировать по возрастанию
210,07	Сортировать по убыванию
199,82	Расширенная сортировка...
221	Суммировать...
286,35	Статистика...
177,35	Калькулятор поля
58,89	Вычислить геометрию
22,73	Выключить отображение поля
198,97	Закрепить/Открепить столбец
12,55	Удалить поле
22,67	Свойства...
2,69	
13,56	
9,63	
84,21	
18,29	
30,63	
110,11	
32,21	
69,22	

Суммирование

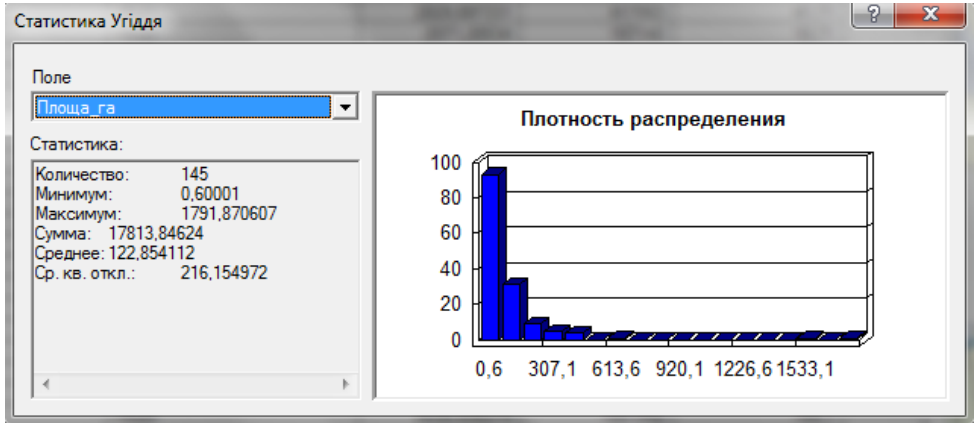
Суммирование создает новую таблицу, содержащую одну запись для каждого уникального значения выбранного поля, а также суммарную статистику по другим полям.

- Выберите поле для суммирования:
Площа_га
- Выберите статистические параметры для включения в выходную таблицу:
 - Первый
 - Последний
 - SHAPE_Length
 - SHAPE_Area
 - Минимум
 - Максимум
 - Среднее
 - Сумма
 - Стандартное отклонение
 - Дисперсия
- Укажите выходную таблицу:
C:\Users\petrenko\AppData\Local\Temp\Sum_Output.d

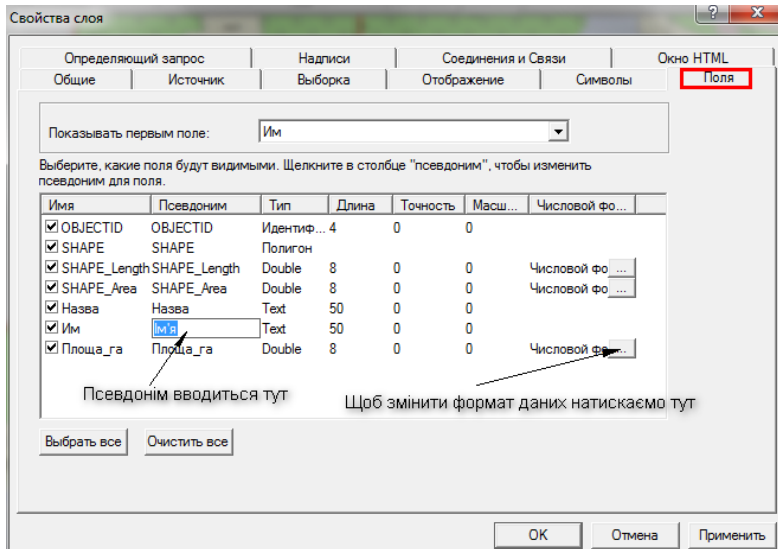
Суммирование только выбранных записей

О суммировании данных ОК Отмена

Результат можна відобразити у вікні, що показує також гістограму розподілу значень.

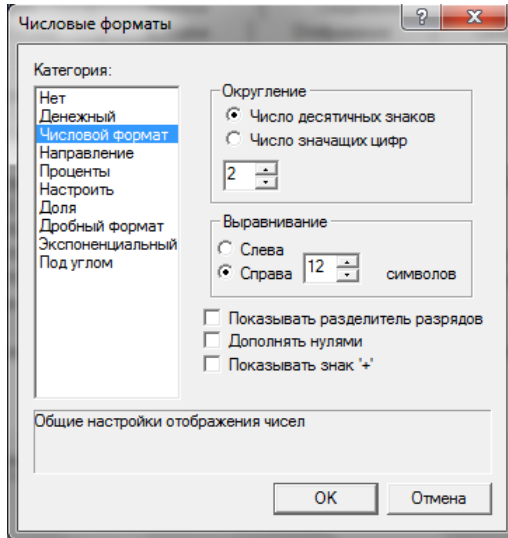


При відкритті таблиці ArcMap відображає всі її поля та значення в їх оригінальному форматі. Щоб вибрати тільки деякі поля, присвоїти їм псевдоніми, чи змінити формат даних для відображення меншої кількості десяткових знаків, наприклад, використовується закладка *Поля* у діалоговому вікні *Свойства слоя*.

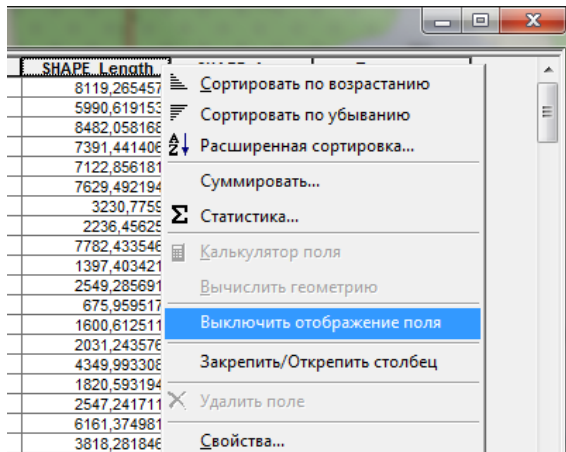


Щоб змінити формат даних для відображення меншої кількості десяткових знаків натискаємо кнопку **...** у відповідному рядку.

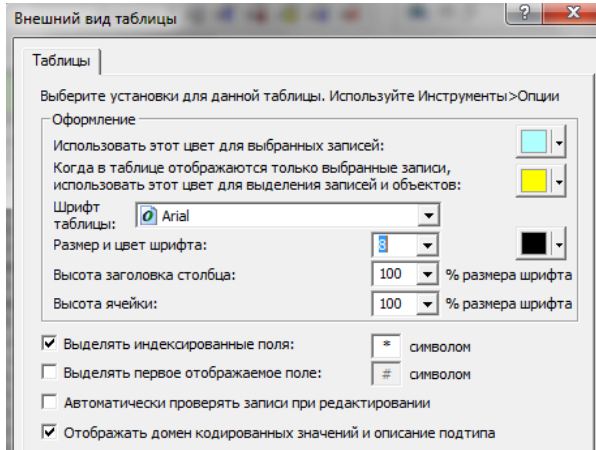
Відкриється вікно *Числовые форматы*, в якому можна змінити числові формати. При цьому змінюється лише спосіб їх відображення, самі значення не змінюються.



Ви також можете приховати поле, клацнувши правою клавішею миші на заголовок стовпчика і вибравши *Выключить отображение поля*.



Використовуйте кнопку *Опции* у вікні таблиці для зміни типу і розміру шрифту для всієї таблиці.



Для зміни зовнішнього вигляду всіх таблиць документа карти використовуйте команду *Інструменти* → *Опції*.

3.1.1. Аналіз таблиць в ArcCatalog

В ArcCatalog також можна сортувати поля і обчислювати загальну статистику в таблицях даних. Для цього треба використати закладку *Перегляд* та вибрати режим перегляду *Таблиця*.

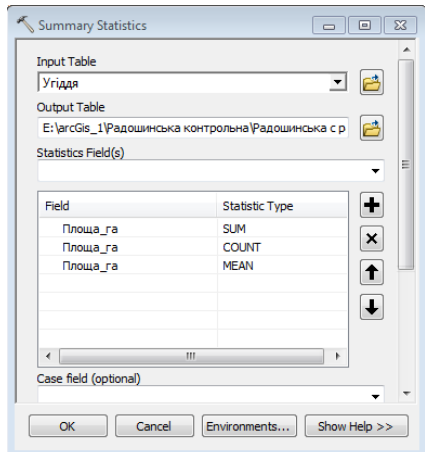
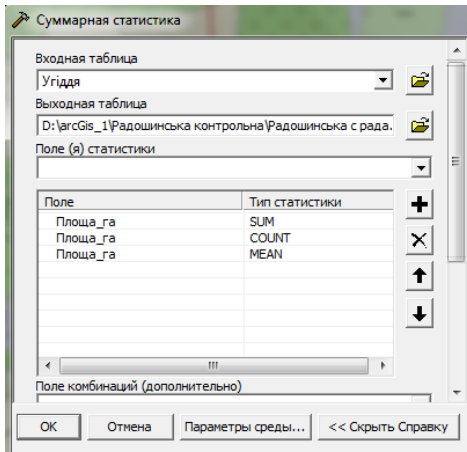
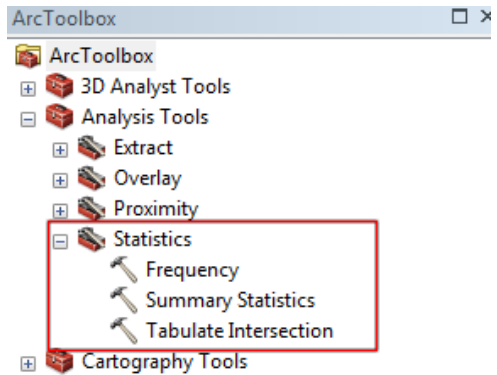
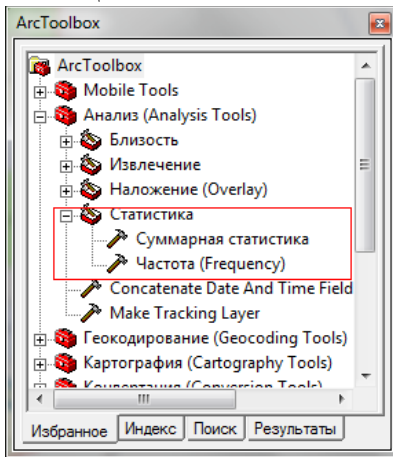
OBJECTID	SHAPE*	SHAPE_Length		
1	Полигон	8119,26545671817		
2	Полигон	5990,61915333464		
3	Полигон	8482,05816805664		
5	Полигон	7391,44140575204		
6	Полигон	7122,85618125146		
7	Полигон	7629,49219433242		
8	Полигон	3230,77590032611		
9	Полигон	2236,45624950472		
10	Полигон	7782,43354577163		
11	Полигон	1397,40342110424		
12	Полигон	2549,28569140011	226724,167706814	Госп_двiр
13	Полигон	675,959517221124	26899,9410344712	Госп_двiр
14	Полигон	1600,61251143499	135598,130687283	Землі запасу
15	Полигон	2031,24357564945	96337,2782143123	Сiно
16	Полигон	4349,99330790904	842132,350523809	Лiс
17	Полигон	1820,59319427884	182880,356691216	Рiлля
18	Полигон	2547,241711130099	306294,966306413	Рiлля
19	Полигон	6161,37498077056	1101119,69181139	Болотi
20	Полигон	3818,281846073	322050,832132514	Сiно
21	Полигон	4203,4779084883	696321,95426356	Фермерське госп
22	Полигон	4232,94308425983	452314,377816389	Чагарн
23	Полигон	5764,90257028605	776438,044128681	Фермерське госп
24	Полигон	2071,28533968503	107142,284704089	Чагарн
25	Полигон	4195,56548798751	661876,41444494	пасови
26	Полигон	2151,86090075234	228750,777992034	Лiс

Це дозволяє швидко побачити розподіл значень таблиці.

3.1.2. Інструменти роботи з табличними даними в ArcToolbox

ArcToolbox містить інструменти для підрахунку сумарної статистики та частоти, користуючись полями таблиці. Результати записуються у таблиці, які можна додати до карти або переглянути в ArcCatalog. Запис інформації в таблицю зручна для зберігання, або для використання в подальшому аналізі. Ці інструменти також підходять для використання в моделях і скриптах.

Інструмент *Суммарная статистика* дозволяє вибрати потрібні поля і відповідну їй статистику. Результат записується в вихідну таблицю.



У вікні *Суммарная статистика* потрібно вказати вхідну та вихідну таблиці і вибрати атрибути, для яких мають бути задані різні комбінації статистичних показників. Числове поле містить значення атрибута, а в полі *Тип статистики* вибираємо зі списку певний статистичний показник.

Доступні такі статистичні показники:

SUM - Обчислює сумарне значення атрибута в заданому полі;

MEAN - Обчислює середнє арифметичне для вказаного поля;

MIN - Знаходить мінімальне серед всіх значень даного поля;

MAX - Знаходить максимальне серед всіх значень даного поля;

RANGE - Обчислює діапазон значень (MAX-MIN);

STD - Обчислює значення стандартного відхилення для значень даного поля;

FIRST - Знаходить перший запис у вхідній таблиці і поміщає в вихідну таблицю значення вказаного поля;

LAST - Знаходить останній запис у вхідній таблиці і поміщає в вихідну таблицю значення вказаного поля;

COUNT - Визначає кількість значень, які беруть участь у статистичних обчисленнях. Враховуються всі значення, за винятком порожніх значень. Для визначення кількості порожніх значень в полі, використовуйте опцію COUNT для цього поля і опцію COUNT для іншого поля, яке гарантовано не містить порожніх значень, потім відняти одне значення від іншого.

Можуть бути задані різні комбінації статистичних показників і полів. Порожні значення (Null) виключаються з усіх статистичних обчислень.

В приведенному вище вікні *Суммарная статистика* потрібно було підрахувати:

Sum – загальну площу земельних ділянок;

Count – кількість земельних ділянок;

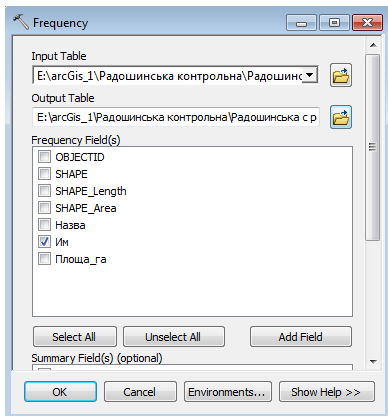
Mean – середнє арифметичне для всіх земельних ділянок.

Результатом використання команди *Суммарная статистика* стала приведена нижче таблиця з полями *Sum Площа га*, *Count Площа га* та *Mean Площа га*. Можна перевірити отримані дані за формулою:

$$\text{Mean} = \text{Sum}/\text{Count}$$

	OBJECTID *	FREQUENCY	SUM Площа_га	COUNT Площа_га	MEAN Площа_га
▶	1	145	17813,84624	145	122,854112

Інструмент *Частота (Frequency)* підраховує кількість кожного значення для вказаного поля, або кількість унікальних комбінацій значень для декількох полів. Можна додатково включити поля для підсумовування — результат буде той же, що і при використанні опції *Суммировать* в ArcMap. В приведеному прикладі підраховано частоту повторення назви в полі *Им*. Результатом використання команди *Частота (Frequency)* стала приведена нижче таблиця.



	OBJECTID *	FREQUENCY	Им
▶	1	10	Авто трансп
▶	2	6	Болото
▶	3	4	Госп дв
▶	4	1	Залізн
▶	5	1	Клодови
▶	6	21	Ліс
▶	7	4	Населений пункт
▶	8	12	пасовище
▶	9	4	Промисл
▶	10	62	Рілля
▶	11	1	Сад
▶	12	14	Сино
▶	13	5	Чагарник

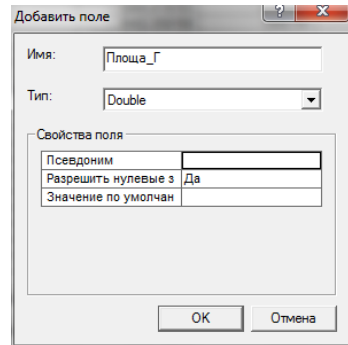
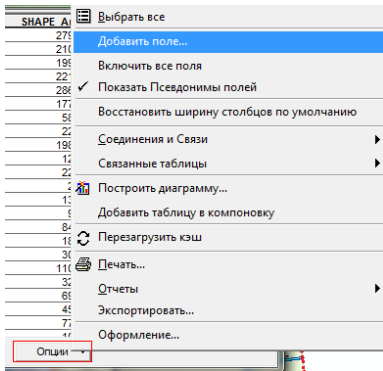
3.2. Додавання полів і розрахунок значень атрибутів

Поля і значення зазвичай додаються в таблиці атрибутів при побудові бази геоданих. Тим не менш, при проведенні аналізу, може знадобитися додати поле в таблиці і ввести або розрахувати значення. Наприклад, ви можете змінити класифікацію категорій і звести більш дрібні категорії в одну велику, або розрахувати відсотки або щільності на основі наявних полів, і використовувати результати в карті для подальшого аналізу. Для цього зазвичай в таблиці

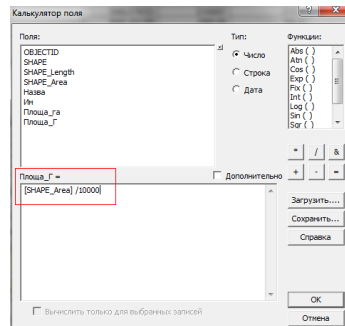
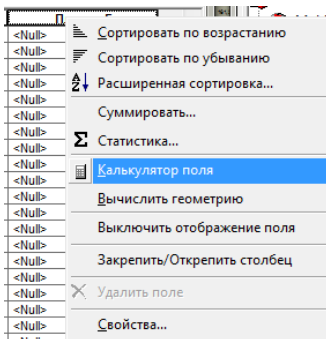
створюється нове поле, а його значення розраховується. В окремих випадках, наприклад при зміні класифікації категорій, потрібно вибрати підмножину просторових об'єктів перед розрахунком значень.

3.2.1. Використання ArcMap для додавання полів і розрахунку значень

Для додавання полів і розрахунку значень зручніше використувати ArcMap. Щоб додати поле, відкрийте таблицю, виберіть *Опції* і виберіть *Добавить поле*. Вкажіть назву поля, його тип, параметри і натисніть ОК. Операція додавання полів можлива лише за межами сеансу редагування карти. Під час сеансу редагування карти команда *Добавить поле* буде недоступна.



Для виконання обчислень в добавленому полі клацніть правою кнопкою миші на назві поля та виберіть *Калькулятор поля*. Зверніть увагу на те, що пункт контекстного меню *Калькулятор поля* доступний лише у випадку відкритого сеансу редагування.



Відкриється вікно, в якому можна записати вираз для обчислення, використовуючи функції та кнопки з відповідними командами.

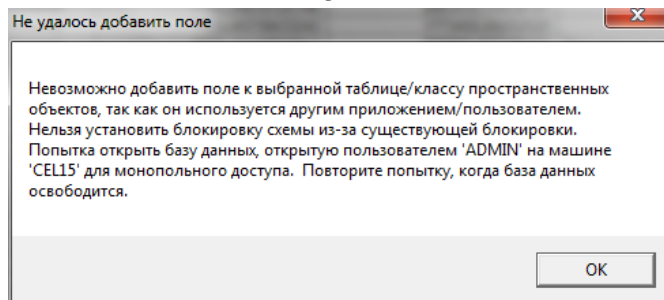
3.2.2. Використання ArcCatalog для редагування таблиці

ArcCatalog також дозволяє додавати поля до таблиці і розраховувати значення за допомогою вікна перегляду таблиці. Користуватися ArcCatalog зручно при перевірці і підготовці наборів даних до аналізу в ArcMap коли виникає необхідність додати деякі нові поля.

The screenshot shows the ArcCatalog interface with a table view of a geodatabase table. The table has the following columns: **ОБ'ЄКТІД**, **SHAPE ***, **SHAPE Length**, **SHAPE Area**, and **Назва**. The table contains 25 rows of data. A context menu is open over the table, showing options like "Найти...", "Добавить поле...", "Показать Псевдонимы полей", "Восстановить ширину столбцов по умолчанию", "Перезагрузить кэш", "Печать...", and "Экспортировать...".

ОБ'ЄКТІД	SHAPE *	SHAPE Length	SHAPE Area	Назва
1	Полигон	8119.26545671817	2790864.6438843	
2	Полигон	5990.61915333464	2100666.89541612	
3	Полигон	8482.05816805664	1998190.42099182	
5	Полигон	7391.44140575204	2210028.42635812	
6	Полигон	7122.85619125146	2863530.50938781	
7	Полигон	7629.49219433242	1773450.69252526	
8	Полигон	3230.77590032611	588868.907189477	Фермерське господарство
9	Полигон	2238.45624950472	227252.619391087	
10	Полигон	7782.43354577163	1969675.05196062	Витень
11	Полигон	1397.40342119424	125512.571026932	
12	Полигон	2549.28569140011	226724.167706814	Госп. двір
13	Полигон	675.959517221124	26899.9410344712	Госп. двір
14	Полигон	1600.81251143499	135598.130687283	Землі запасу
15	Полигон	2031.24357564945	98337.2782143123	
16	Полигон	4349.59330790904	842132.350523009	
17	Полигон	1820.59319427884	162880.566891216	
18	Полигон	2547.24171130099	306294.966396413	
19	Полигон	8161.37498077056	1101119.69181139	
20	Полигон	3810.291846073	322050.852132514	
21	Полигон	4203.4779034883	696321.95426356	Фермерське господарство
22	Полигон	4232.94308425983	452314.377816389	
23	Полигон	5764.90257028605	778438.044128681	Фермерське господарство
24	Полигон	2071.28533968503	107142.284704089	
25	Полигон	4195.96540790751	681076.41444404	

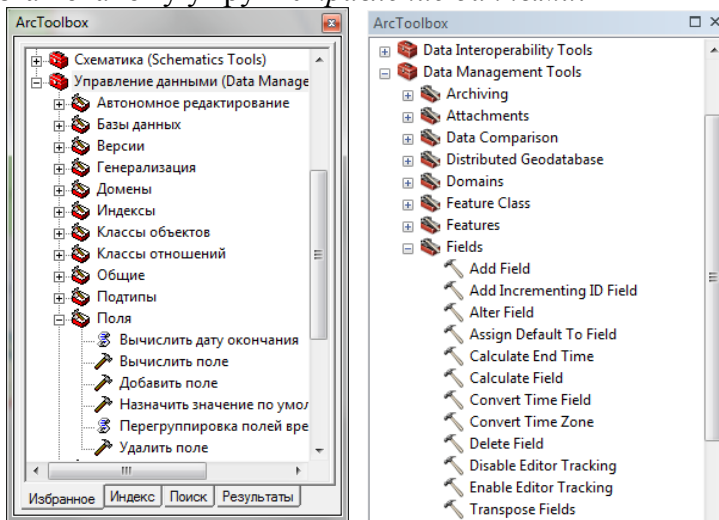
Якщо шар з табличними даними відкрито в ArcMap, ви не можете додавати або видаляти поля в ArcCatalog (з'явиться попередження), і навпаки.



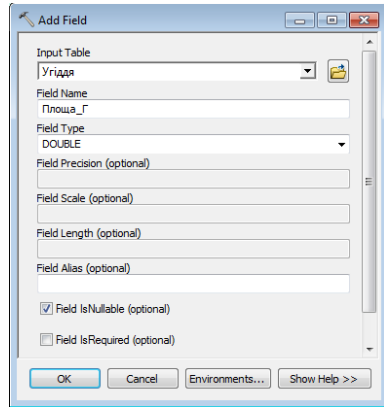
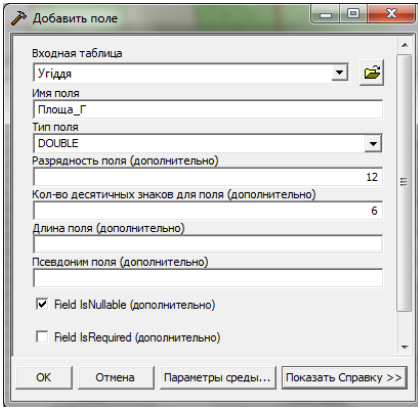
3.2.3. Інструменти ArcToolbox для роботи з полями

ArcToolbox має інструменти для додавання та видалення полів таблиці, розрахунку значень, і присвоєння полю значення за замовчуванням. Інструменти мають ті ж параметри, що і при використанні ArcMap. Інструменти ArcToolbox особливо зручні при роботі з таблицями в скриптах і моделях.

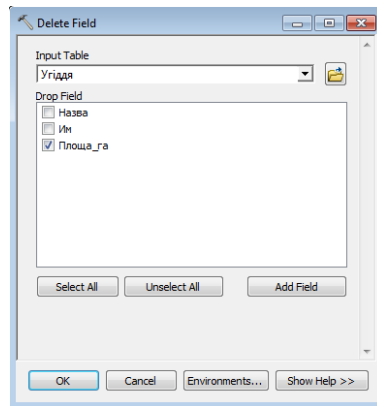
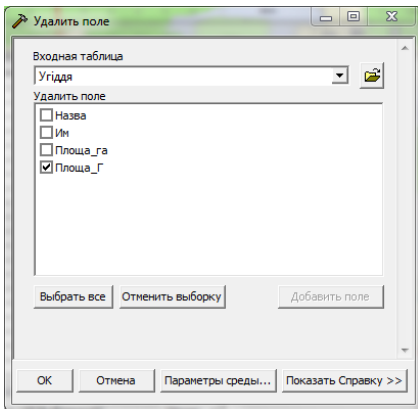
Інструменти роботи з полями знаходяться в наборі інструментів *Поля*, розташованому у групі *Управление данными*.



Добавимо поле *Площа_Г* в таблицю *Угіддя* інструментами ArcToolbox.



Видалимо тепер поле *Площа_Г* з таблиці *Угіддя* інструментами ArcToolbox.



3.3. Об'єднання таблиць

Часто для аналізу потрібно з'єднати атрибути з декількох таблиць в одну. Це може знадобитися для додавання атрибутів окремої таблиці в таблицю атрибутів просторових об'єктів, що дозволить відображати і аналізувати дані з використанням додаткових атрибутів. Наприклад, потрібно об'єднати статистику охорони здоров'я кількох округів, що зберігається в окремій таблиці, з таблицею атрибутів всього шару округів. Таблиці з'єднуються з використанням загального поля, наприклад, назви округу. Потім ви зможете відображати округи, використовуючи символіку в залежності

від статистичних значень, наприклад, згідно частоті захворюваності на грип в кожному окрузі.

Інший тип об'єднання, просторове з'єднання, використовується для з'єднання таблиць двох шарів карти з допомогою просторових відносин між об'єктами. Просторове поєднання дозволяє, наприклад, привласнити демографічні атрибути магазинам (одиночним об'єктам), ґрунтуючись на даних перепису (полігональні об'єкти) районів, в яких вони розташовані.

3.3.1. Приєднання таблиць з допомогою загального поля

Приєднання додає пов'язані атрибути в оригінальну таблицю поки діє зв'язок (використовуйте *Видалити з'єднання* щоб прибрати зв'язок). Якщо ви експортуєте новий шар в набір даних, пов'язані атрибути будуть збережені в таблиці атрибутів набору. З'єднання може бути використано з типами зв'язків "один-до-одного" і "багато-до-одного".

Продемонструємо це на окремому прикладі. Нехай у нас є шар земельних ділянок, таблиця атрибутів для якого має такий вигляд:

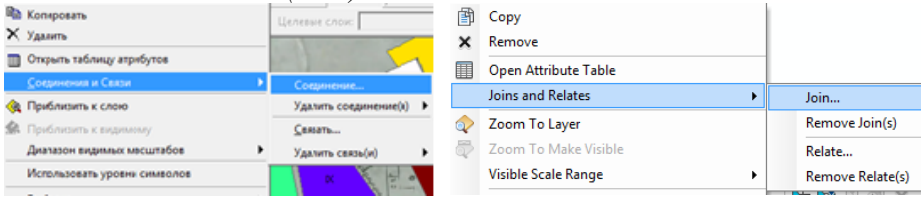
ОБ'ЄКТІД *	SHAPE *	Назва	Сівозміна	Угада	SHAPE Length	SHAPE Area	Культура	Господарство	Код власника	Ґрунти
1	Полігон	1	Польова	Рілля	5668,43979	1919028,677086	Пшениця	Салют	2	Кислі
2	Полігон	2	Польова	Рілля	3609,311916	779247,294956	Пшениця	Васильок	6	Нормальні
4	Полігон	3	Польова	Рілля	10839,843971	5072677,146121	Пшениця	Аляб'єв	5	Змішані
5	Полігон	4	Польова	Рілля	8022,069563	3028741,42829	Пшениця	Перемога	1	Нормальні
7	Полігон	5	Польова	Рілля	9475,637615	2370175,23492	Пшениця	Перемога	4	Чорнозем
8	Полігон	6	Польова	Рілля	3890,370472	782286,834152	Пшениця	Перемога	3	Чорнозем
9	Полігон	7	Польова	Рілля	5313,169642	1022755,716097	Жито	Перемога	3	Чорнозем
10	Полігон	8	Польова	Рілля	4390,457291	918783,350446	Жито	Перемога	2	Чорнозем
11	Полігон	9	Польова	Рілля	5602,238032	1479046,032472	Пшениця	Салют	2	Чорнозем
12	Полігон	10	Польова	Рілля	6052,377709	1782550,110637	Пшениця	Салют	1	Чорнозем
13	Полігон	11	Польова	Рілля	5327,343184	1016995,267596	Кукурудза	Васильок	1	Чорнозем
14	Полігон	12	Польова	Рілля	5510,180849	1102790,469927	Кукурудза	Васильок	1	Чорнозем

Існує ще одна таблиця, що зберігає дані про власників земельних ділянок:

ОБ'ЄКТІД *	Прізвище	Ім'я	По батькові	Код
1	Садовенко	Володимир	Володимирович	1
2	Вусатюк	Андрій	Іванович	2
3	Бондаренко	Вікторія	Вадимівна	3
4	Петров	Іван	Васильович	4
5	Самодур	Володимир	Іванович	5
6	Арабулі	Тетяна	Іванівна	6

Необхідно об'єднати ці таблиці таким чином, щоб в таблиці атрибутів шару земельних ділянок відображалися дані про власників цих ділянок.

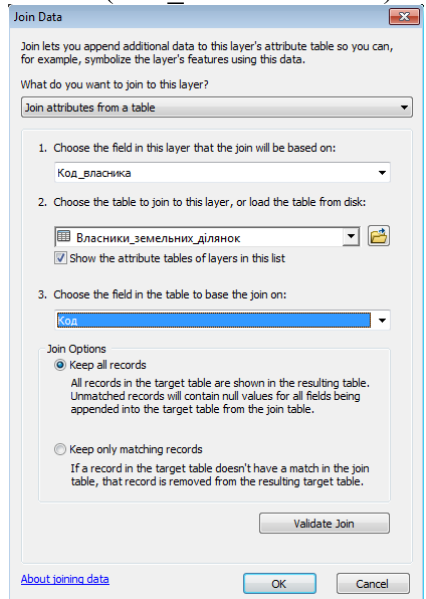
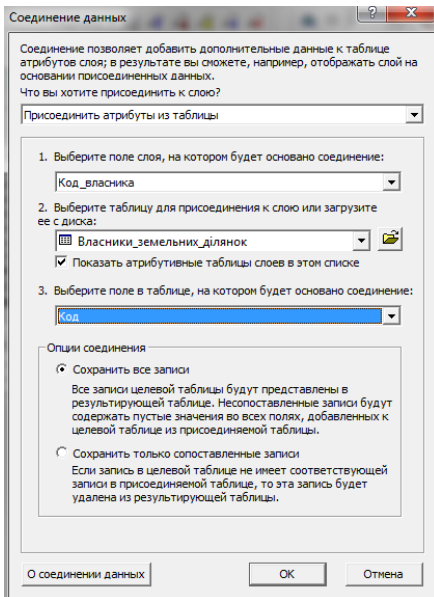
Клацніть правою клавiшею миші назву шару, який містить земельні ділянки, виберіть *Соединения и связи (Joins and Relates)* і натисніть *Соединение (Join)*.



Відкриється вікно *Соединение данных (Joins and Relates)* в якому потрібно:

- вибрати поле шару, яке буде основою для з'єднання (*код_власника*);
- вибрати таблицю для приєднання до шару (*Власники земельных ділянок*);
- вибрати поле в таблиці для приєднання до шару (*Код*);
- натиснути ОК.

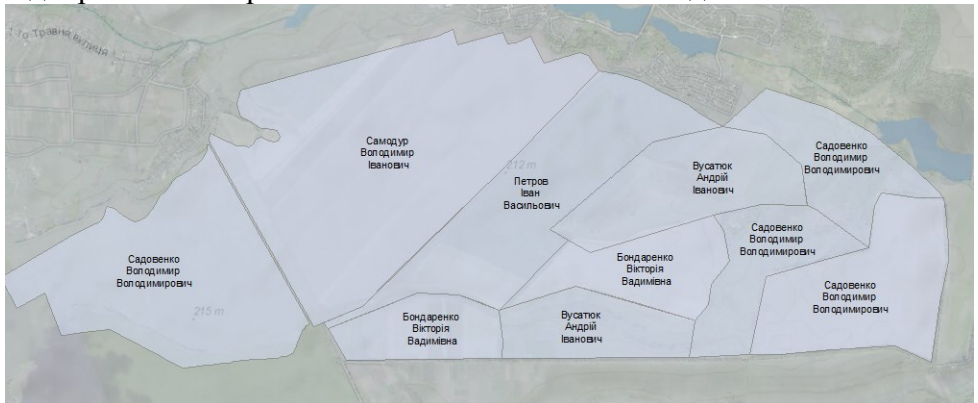
Зверніть увагу на те, що назва загального поля для двох таблиць повинна відрізнитися хоча б одним символом (*Код_власника* і *Код*).



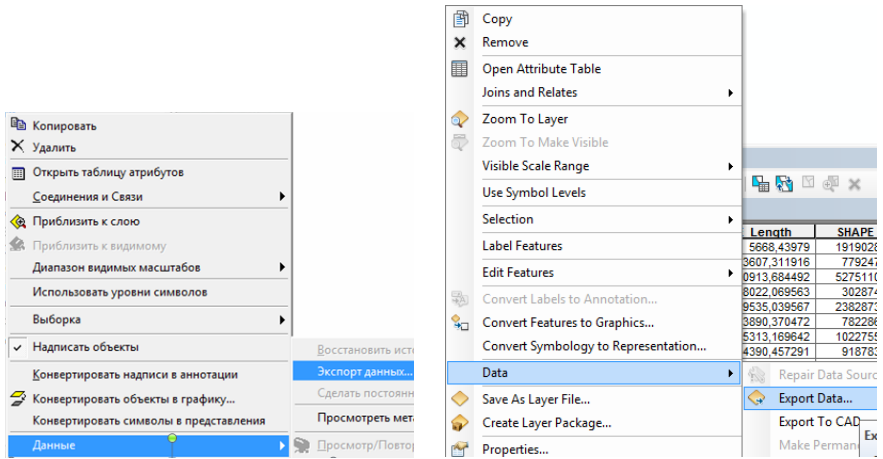
Таблиця атрибутів шару земельних ділянок доповниться полями ОБЈЕСТІD, Прізвище, Ім'я та По_батькові.

Культура	Господарство	Код влас	Грунти	ОБЈЕСТІD *	Прізвище	Ім'я	По_батькові
Пшениця	Салют	2	Кислі	2	Вусатюк	Андрій	Іванович
Пшениця	Васильок	6	Нормальні	6	Арабулі	Тетяна	Іванівна
Пшениця	Алябєв	5	Змішані	5	Самодур	Волод	Іванович
Пшениця	Перемога	1	Нормальні	1	Садовенко	Волод	Володимирович
Пшениця	Перемога	4	Чорнозем	4	Петров	Іван	Васильович
Пшениця	Перемога	3	Чорнозем	3	Бондаренко	Вікторі	Вадимівна
Жито	Перемога	3	Чорнозем	3	Бондаренко	Вікторі	Вадимівна
Жито	Перемога	2	Чорнозем	2	Вусатюк	Андрій	Іванович
Пшениця	Салют	2	Чорнозем	2	Вусатюк	Андрій	Іванович
Пшениця	Салют	1	Чорнозем	1	Садовенко	Волод	Володимирович
Кукурудза	Васильок	1	Чорнозем	1	Садовенко	Волод	Володимирович
Кукурудза	Васильок	1	Чорнозем	1	Садовенко	Волод	Володимирович

Як тільки таблиці об'єднані, ви можете використовувати приєднані атрибути скрізь, де це необхідно, наприклад, це дозволить відобразити на карті написи власників земельних ділянок.



Для збереження пов'язаних атрибутів в окремій таблиці, експортуйте шар у новий набір даних. Клацніть правою кнопкою миші на назві поля та виберіть *Данные* і клацніть *Экспорт данных*.



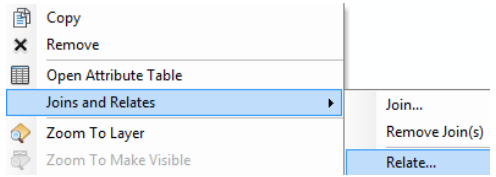
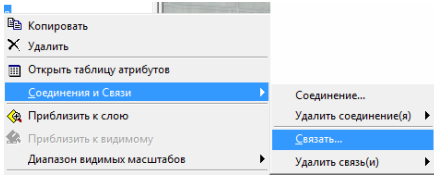
3.3.2 Зв'язування таблиць за допомогою загального поля

Зв'язування таблиць може використовуватися у відносинах один-до-багатьох і багато-до-багатьох. Замість приєднання атрибутів, команда *Связать* тільки записує відношення (або посилання) між таблицями (вона не може приєднати атрибути до оригінальної таблиці, тому що в пов'язаній таблиці може виявитися декілька записів, що вказують на один запис в оригінальній таблиці. Доступ до пов'язаних записів здійснюється при виборі просторового об'єкта або запису в оригінальній таблиці.

Зв'язок подібний до простого класу відносин, але може включати дані з різних робочих областей і зберігається у файлі шару або документі ArcMap. Якщо для ваших даних вже встановлено клас відносин, ви можете його використовувати для зв'язку в ArcMap.

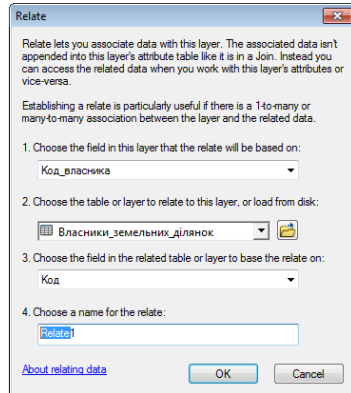
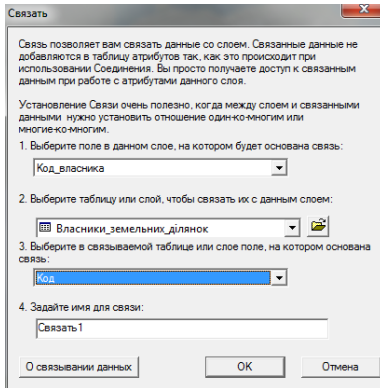
Зв'язок можна використовувати у вікні таблиці, і інструмент *Ідентифікувати* буде знаходити дані, пов'язані із записом або записами.

Для побудови зв'язку між таблицями клацніть правою клавішею миші назву шару основної таблиці, виберіть *Соединения и связи (Joins and Relates)* і натисніть *Связать (Relate)*.



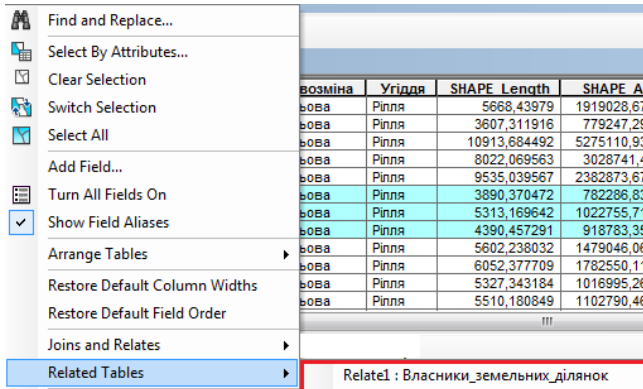
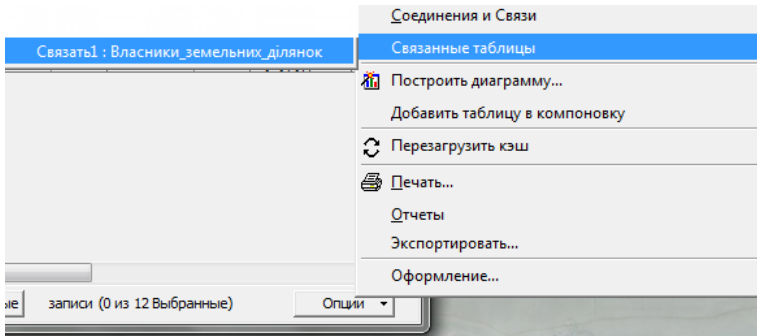
Відкриється вікно *Связать* в якому потрібно:

- вибрати поле шару, яке буде основою для зв'язку (*Код_власника*);
- вибрати таблицю для зв'язку (*Владельцы земельных_делянок*);
- вибрати поле в таблиці для зв'язку (*Код*);
- вказати ім'я зв'язку;
- натиснути ОК.



Зв'язок - це посилання, що зберігається з картою, тому крім вказівки пов'язаної таблиці і загального поля, необхідно ввести ім'я зв'язку.

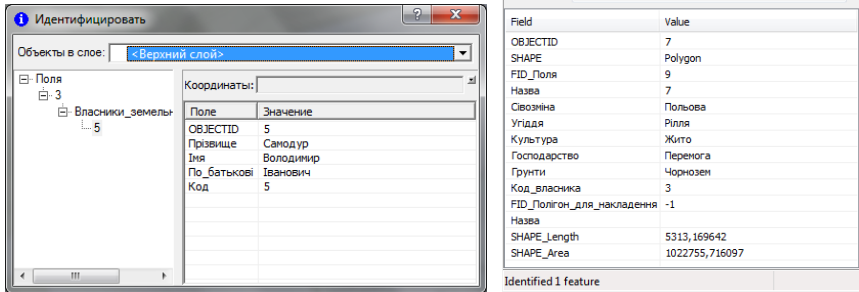
Для доступу до пов'язаної таблиці, виділіть просторовий об'єкт (чи об'єкти) таблиці атрибутів шару, виберіть *Связанные таблицы* в меню *Отци*, і клацніть назву зв'язку.



Відкриється пов'язана таблиця.

Table					
Власники_земельних_ділянок					
	OBJEKTID *	Прізвище	Імя	По батькові	Код *
▶	2	Вусатюк	Андрій	Іванович	2
	3	Бондаренко	Вікторія	Вадимівна	3

Зв'язок можна використовувати у вікні таблиці, а інструмент *Ідентифікувати* буде знаходити дані, пов'язані із записом або записами.



При використанні як об'єднання, так і зв'язку між таблицями, відношення зберігається в документі карти, а не у базі геоданих, отже, якщо ви додаєте набори даних в іншу карту, об'єднання та зв'язки додані не будуть, вам доведеться створити їх заново. При необхідності, можна створити відносини всередині бази геоданих, які будуть діяти на всіх картах.

Слід звернути увагу на те, що після об'єднання таблиць не можна бути створити зв'язку між цими таблицями. Спочатку потрібно роз'єднати таблиці і лише після цього стає можливим створення зв'язку.

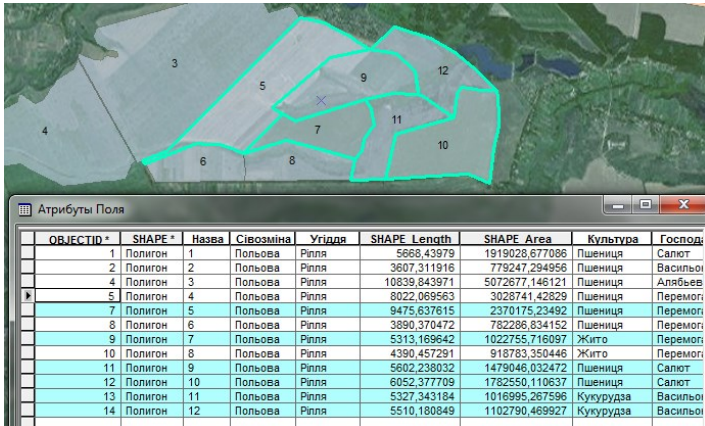
4. Вибір піднабора просторових об'єктів

Вибір використовується для виділення піднабора просторових об'єктів з набору даних. Ви можете виділити підмножину і проаналізувати її окремо від усього набору даних або створити новий набір даних, що містить тільки вибрані об'єкти. Створити вибірку можна за допомогою інтерактивного виділення об'єктів на карті, використовуючи об'єкти іншого шару, які накладаються або розташовані поряд з об'єктами відбору. Створити вибірку можна також з допомогою виділення об'єктів, що задовольняють вказаним значенням атрибутів. Вибраний набір можна змінити, додавши або видаливши об'єкти, або інвертувавши виділення.

4.1. Інтерактивний вибір просторових об'єктів

Використовуйте інструмент *Выбрать объекты* для інтерактивного виділення просторових об'єктів. Важливо зауважити, що інтерактивне виділення просторових об'єктів можливо *лише в режимі редагування*. Щоб виділити об'єкт, клацніть по ньому на карті. Для виділення декількох об'єктів користуйтеся клавішами Ctrl та Shift.

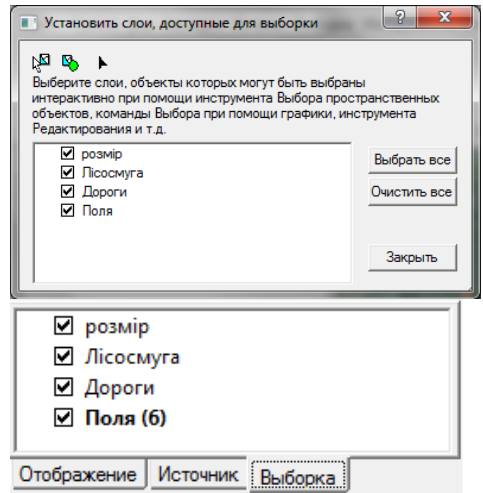
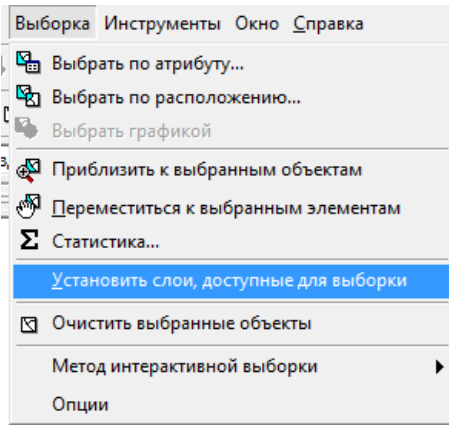
Виділені об'єкти підсвічуються одночасно на карті і в таблиці.



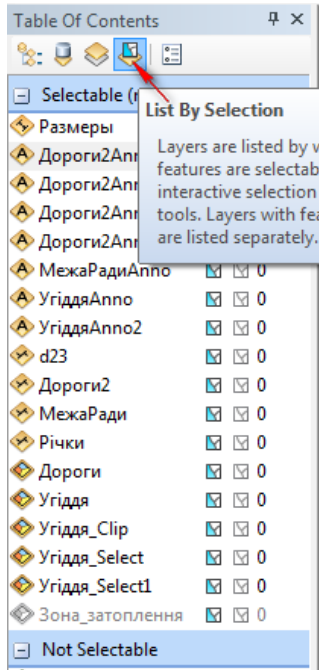
В режимі редагування можна виділяти об'єкти з допомогою рамки виділення. За умовчанням всі об'єкти, що повністю або частково попадають в рамку, будуть виділені.

Якщо виділяти об'єкти в таблиці, то процедура інтерактивного виділення можлива навіть поза режимом редагування.

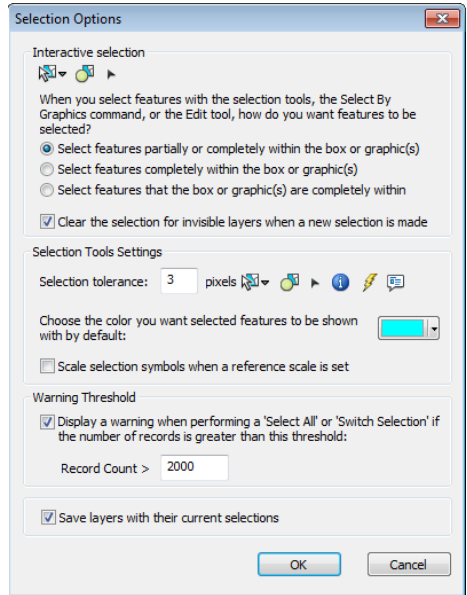
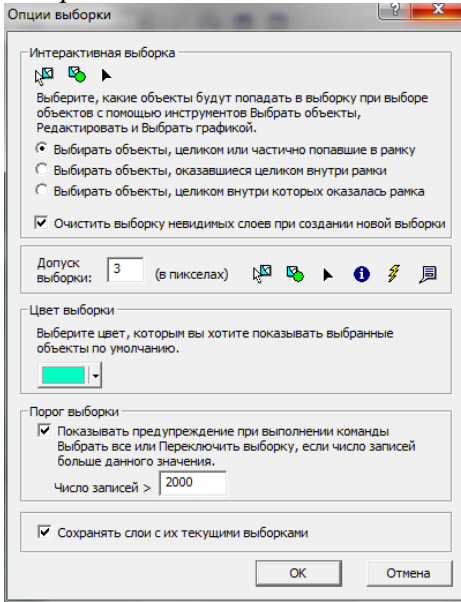
За замовчуванням, всі шари карти доступні для виділення. Якщо на карті існує кілька шарів, при виділенні рамкою одного або кількох об'єктів одного шару будуть виділені всі об'єкти в цьому місці з усіх шарів. Можна працювати з виділеними об'єктами кожного шару окремо, адже може виникнути необхідність виділити об'єкти лише одного шару. Щоб вибрані шари були доступні для виділення, використовуйте опцію *Установить слои, доступные для выборки* в меню *Выборка*, або використовуйте закладку *Выборка* в низу таблиці змісту. Якщо шар доступний для виділення, об'єкти можна буде виділити тільки тоді, коли шар відображається (відзначений у таблиці змісту).



В версії ArcGis 10.3 для вибора шарів, доступних для виборки, потрібно скористатися кнопкою *List By Selection*, що знаходиться в верхній частині таблиці змісту.



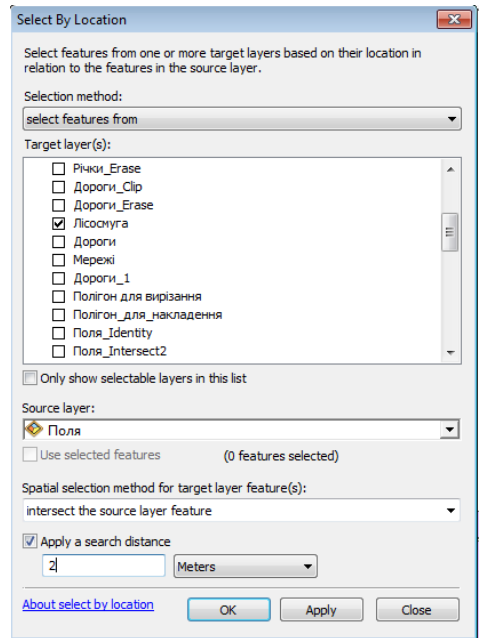
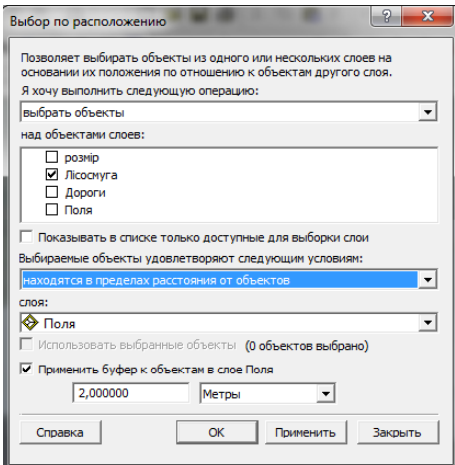
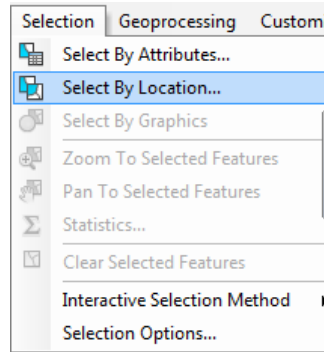
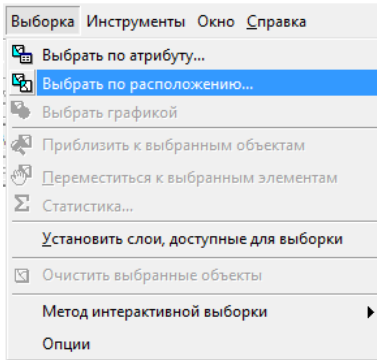
Для налаштування допуску пошуку, кольору підсвічування і інших параметрів вибірки можна використовувати *Опции* в меню *Выборка*.



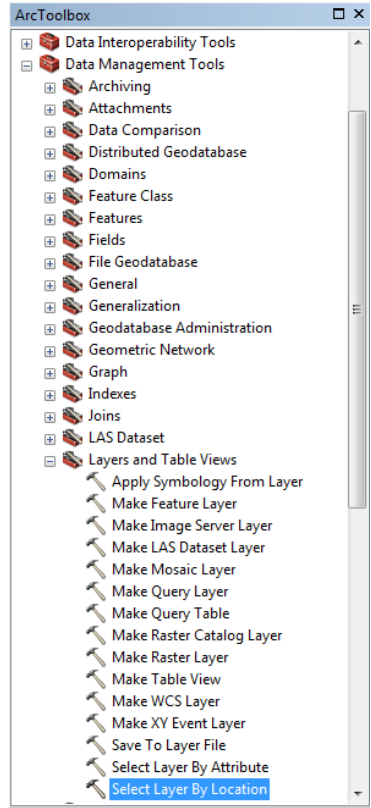
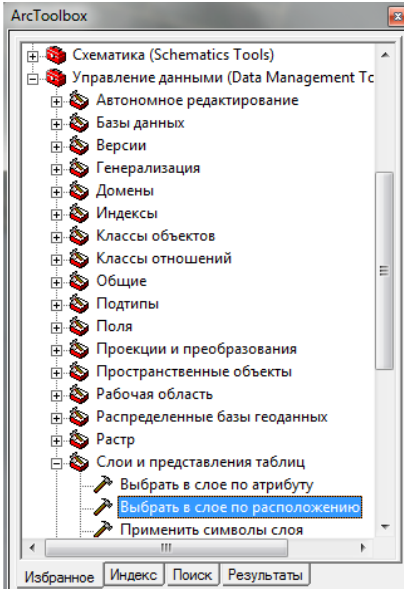
4.2. Вибірка за допомогою географії об'єктів

Команда *Выбор по расположению* (*Select By Location*) в меню *Выборка* (*Selection*) ArcMap використовується для виділення просторових об'єктів одного шару на основі їх географічних відносин з об'єктами іншого шару (наприклад, для вибору ділянок, на яких знаходяться громадські будівлі).

Відкриємо діалогове вікно *Выбор по расположению* (*Select By Location*) з меню *Выборка* (*Selection*). У діалоговому вікні можна вказати шар для вибірки, просторовий оператор, і вихідний шар для вибірки.



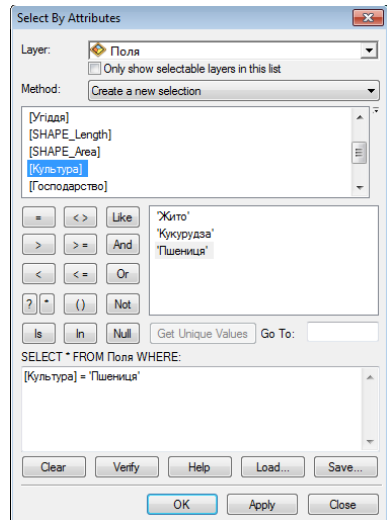
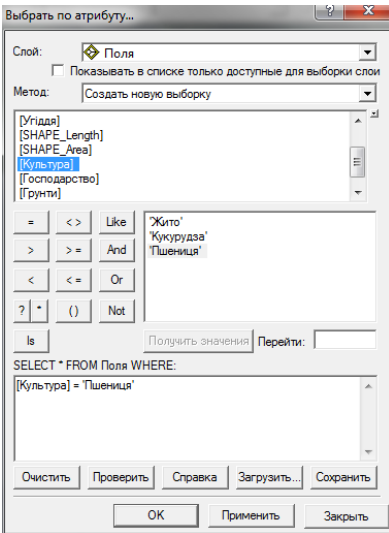
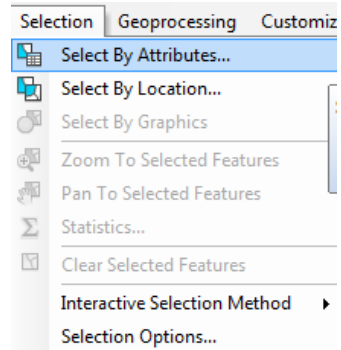
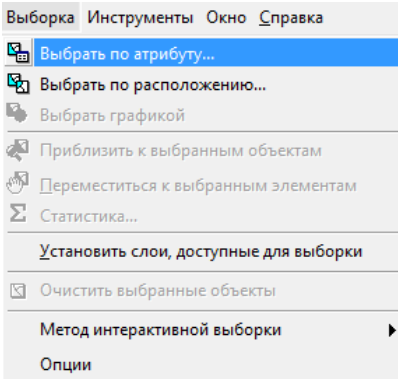
Інструмент *Выборать в слое по расположению* (*Select Layer by Location*) в ArcToolbox (в наборі інструментів *Управление данными* (*Data Management Tools*)) виконує ті ж функції, що і *Выбор по расположению*.



4.3. Вибірка за допомогою атрибутів об'єктів

Ще один спосіб вибору піднабора просторових об'єктів – вибірка на основі значень атрибутів чи їх комбінації. Цей спосіб часто використовується для вибору просторових об'єктів, що задовольняють заданим критеріям. Вираз запиту будується з використанням назв полів, логічних операторів ("дорівнює", "більше, ніж", і т. д.) і значень атрибутів.

Відкрийте діалогове вікно *Выбрать по атрибуту* з меню *Выборка*.

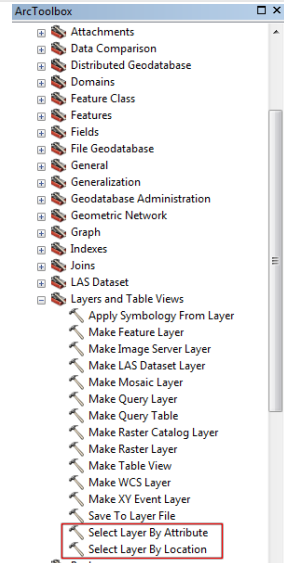
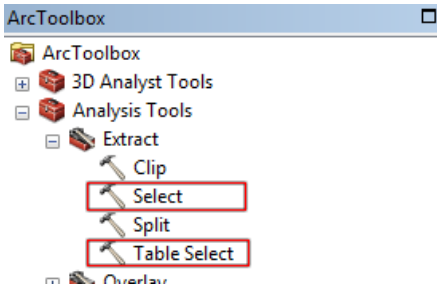
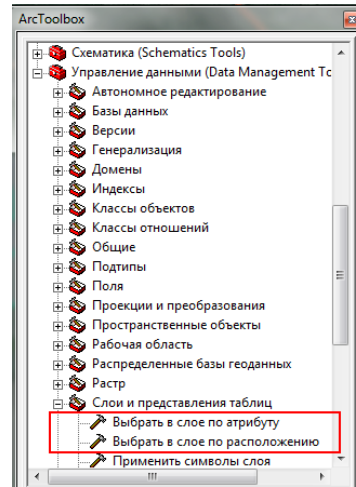
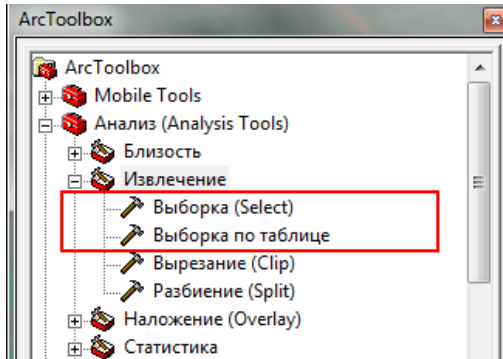


Діалогове вікно дозволяє побудувати SQL запит з використанням логічних операторів — виберіть поля з верхньої панелі і значення зі списку в середній панелі праворуч. Вираз запиту відображається в нижній панелі (тут також можливо вводити значення).

Вибірку за допомогою значень атрибутів можна також проводити в ArcToolbox. Діалогові вікна інструменту не відрізняються від діалогових вікон вибірки в ArcMap. Ці інструменти зручні для використання в скриптах і моделях.

Група інструментів *Извлечение* з набору *Анализ* містить два інструмента вибірки за допомогою значень атрибутів. Інструмент *Выборка* використовується з таблицями атрибутів об'єктів; *Выборка из таблицы* можна використовувати з атрибутами об'єкта або з окремими таблицями.

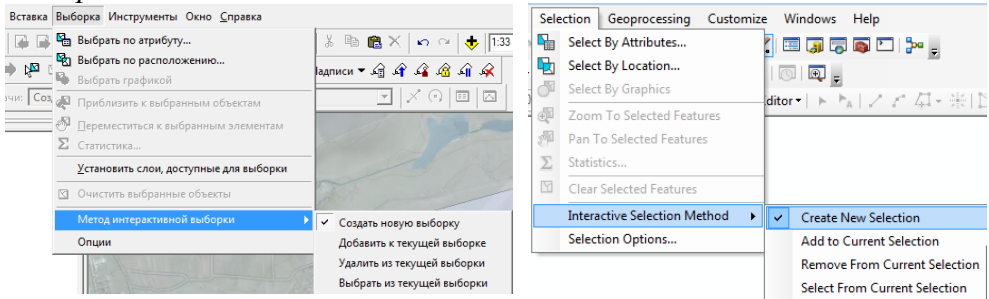
Інструмент *Выбрать в слое по атрибуту* знаходиться в групі інструментів *Слои и представления таблиц* набору *Управление данными*.



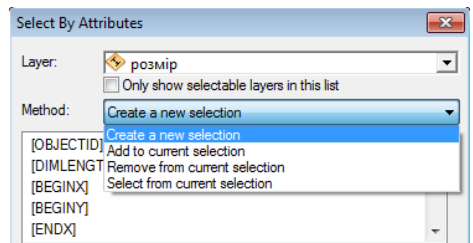
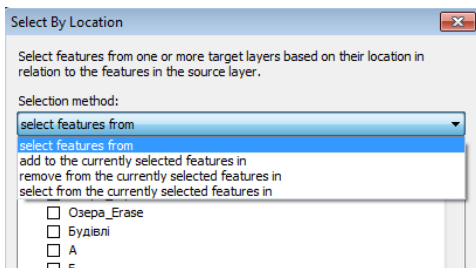
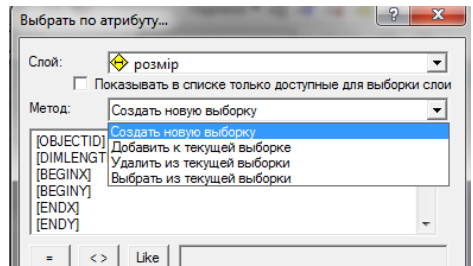
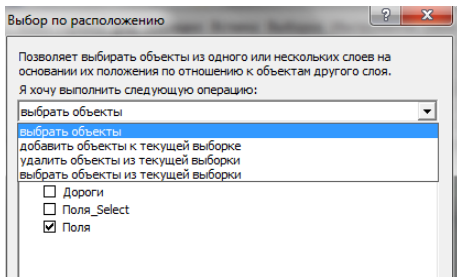
4.4. Вибір методу виділення

Після створення вибраного набору, можна вказати, чи буде така вибірка поміщатися в новий вибраний набір (за замовчуванням), додаватися до поточного набору, вилучатися з поточного набору, або вибиратися з вибраного набору (для створення піднабора виділення).

Для інтерактивного виділення за допомогою інструмента *Вибрати об'єкти*, виберіть *Метод інтерактивної виборки* в меню *Виборка*.

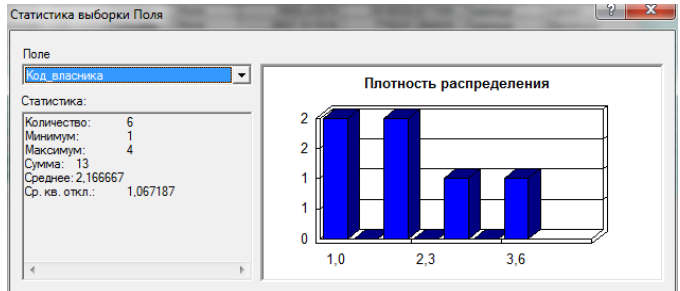
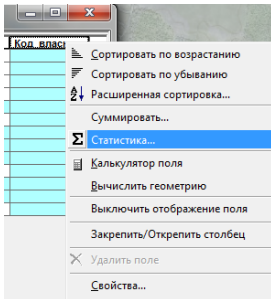
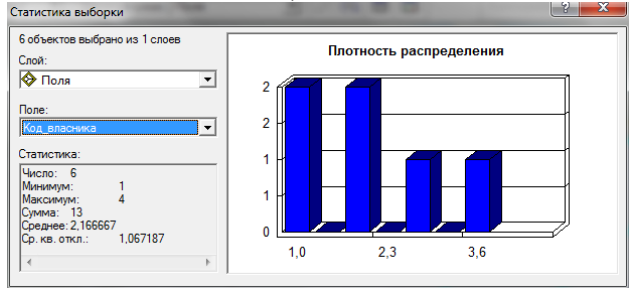
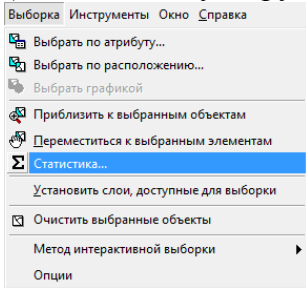


Для вибірки по розташуванню або по атрибутах, виберіть відповідний метод з допомогою спадаючого меню діалогового вікна.

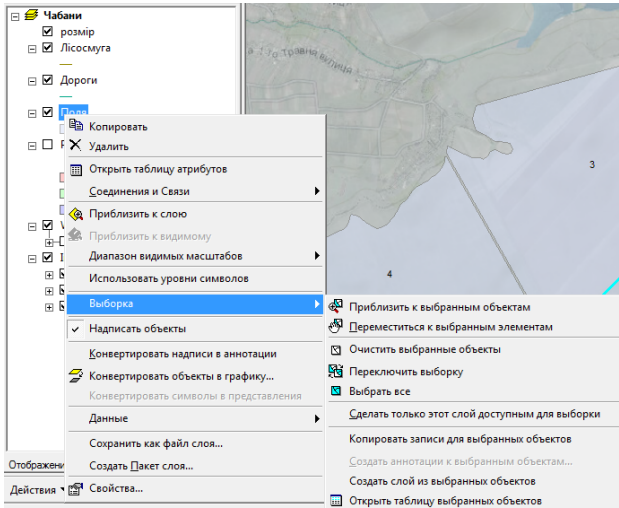


4.5. Робота з вибраним набором

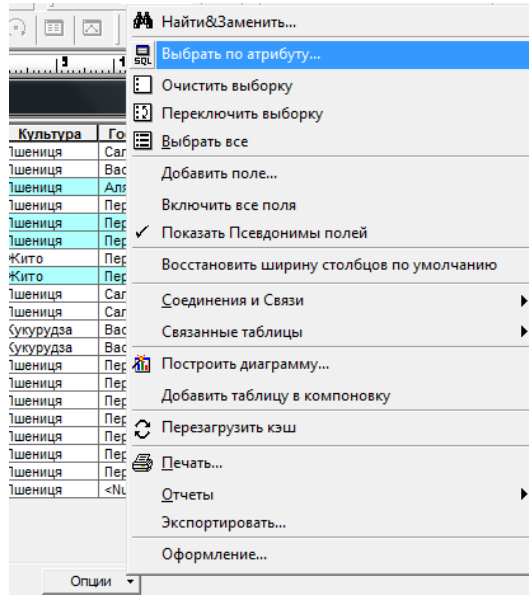
Після створення вибраного набору, в меню *Выборка* ArcMap і в контекстному меню кожного шару, для якого є активна вибірка, з'являються опції роботи та управління набором. Наприклад, можна обчислити сумарні статистики для вибраного набору або за допомогою меню *Выборка*, або з допомогою таблиці атрибутів шару (клацніть назву шару правою клавішею миші).



Клацніть правою клавішею миші назву шару і виберіть *Выборка* для доступу до опцій скасування виділення, для інвертування виділення або для виділення всіх об'єктів шару.

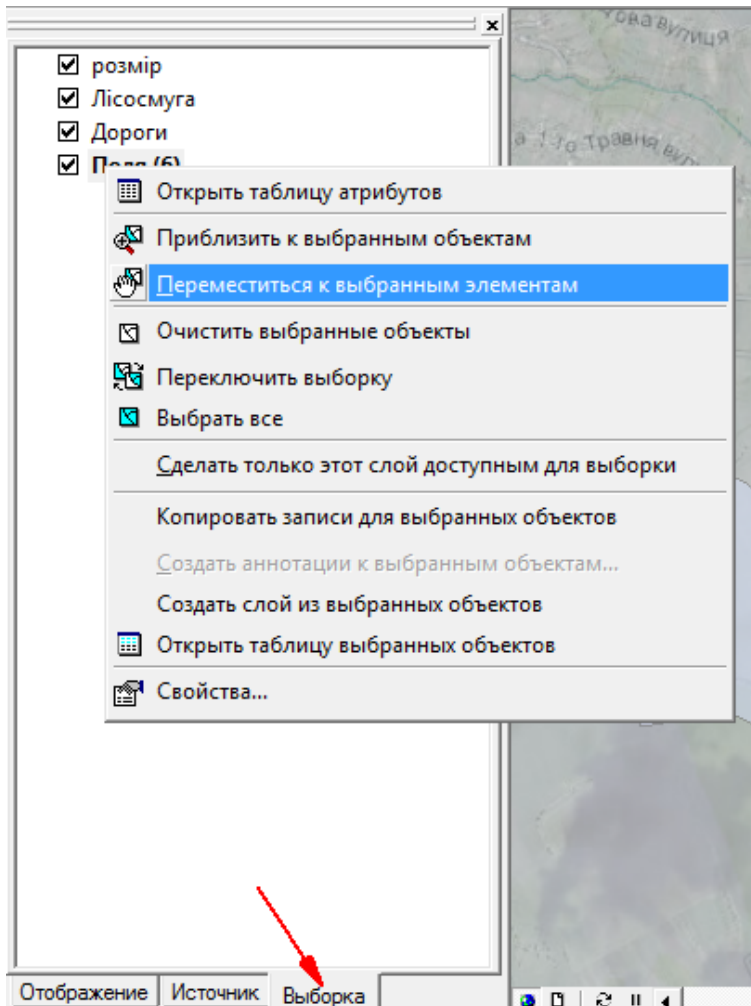


Ці опції доступні також в меню *Опции* таблиці шару.



Більшість з цих опцій доступні на закладці *Выборка* внизу таблиці змісту ArcMap. Клацніть правою клавішею миші назву шару, щоб отримати доступ до його параметрів. На закладці *Выборка* можна побачити, які просторові об'єкти входять в активні вибірки, скільки

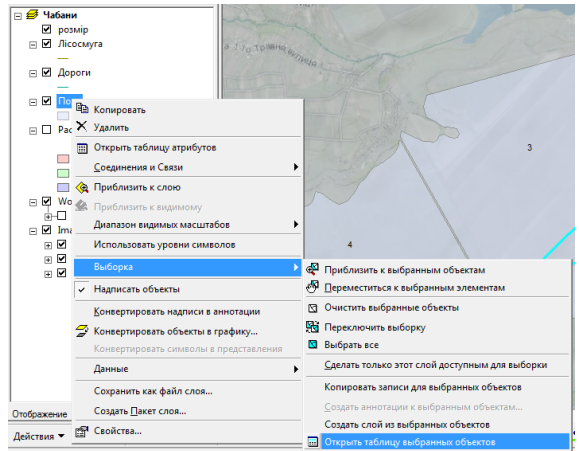
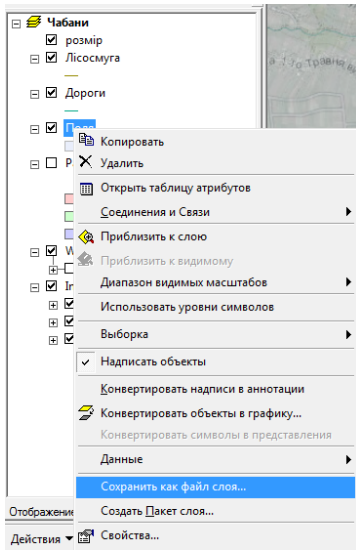
об'єктів виділені, крім того, можна задати доступні для виділення шари (розставивши позначки).



4.6. Збереження вибірки

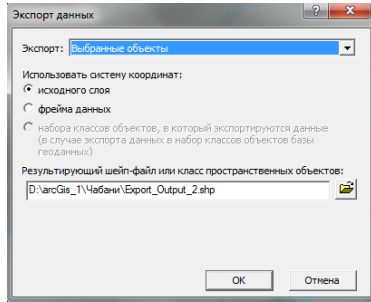
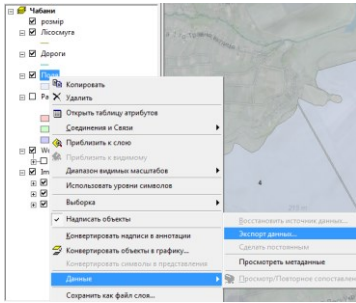
При збереженні карти, будь-які поточні вибірки також зберігаються і залишаються активними при наступному відкритті карти. Якщо ви хочете зберегти поточну вибірку і додати її до іншої карти,

клацніть правою клавішею миші на значку шару у таблиці змісту і виберіть *Сохранить как файл слоя*. Будуть збережені всі об'єкти шару, але, після додавання файлу шару до іншої карти, поточне виділення залишиться активним. Для збереження лише виділених об'єктів в окремому шарі карти, використовуйте команду *Создать слой из выбранных объектов*. Ви можете зберегти цей новий шар у файлі для використання з іншими картами.

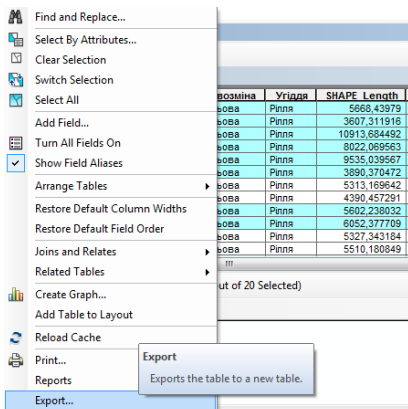
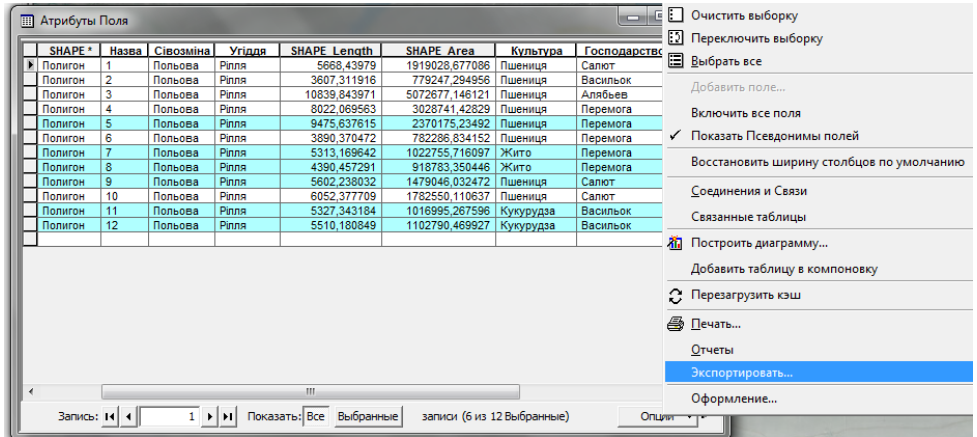


4.7. Робота з вибіркою

Для збереження виділених об'єктів в новому наборі даних, треба їх експортувати. Це слід зробити, якщо ви хочете користуватися підмножиною просторових об'єктів в іншому аналізі або передати його іншим користувачам ГІС. Для експорту тільки атрибутивних даних вибраних просторових об'єктів використовуйте команду *Экспорт* в таблиці атрибутів шару.



Натисніть кнопку *Опции* в таблице атрибутов шару і використайте команду *Экспортировать* для збереження виділених записів в новій таблиці.



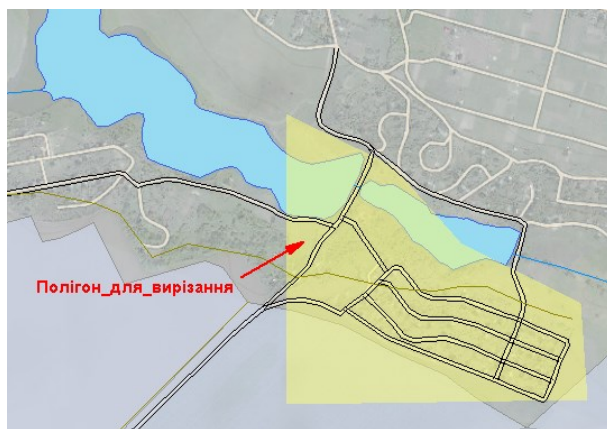
5. Витяг частини набору даних

Витяг частини набору даних дозволяє використати наявний набір даних, або задану користувачем геометрію для вилучення частини іншого набору даних. Витяг даних використовується для зменшення кількості даних до кордонів району досліджень, для поділу набору даних на аркуші карти, або для виділення певного району для проведення подальшого аналізу, наприклад, для побудови моделі на частині даних. При цьому створюється новий набір, що містить отримані дані — оригінальний набір даних не змінюється. На відміну від вибірки даних, при якій створюється тимчасовий вибраний набір, при витягуванні, дані одразу записуються в новий набір. Також, на відміну від вибірки даних, просторові об'єкти розрізають в місці перетину з геометрією, що використовується для витягу. Всі інструменти витягування даних знаходяться у ArcToolbox.

5.1. Вирізання наборів даних

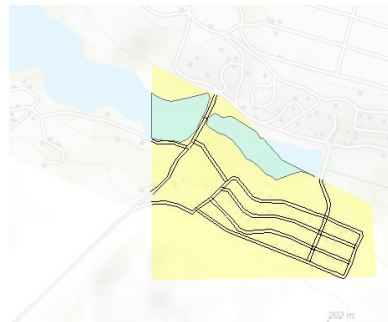
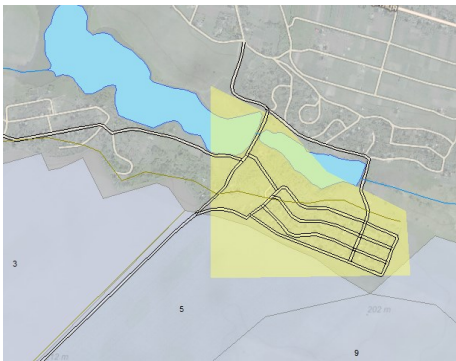
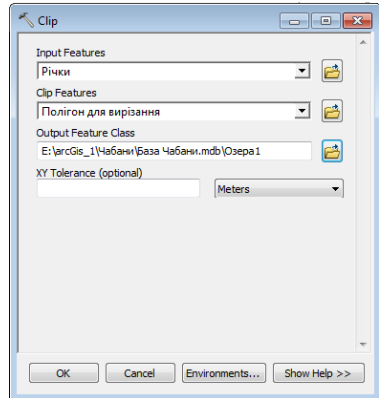
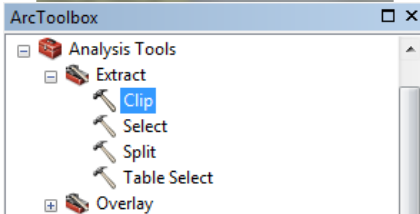
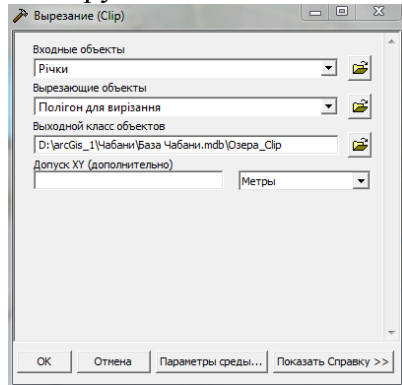
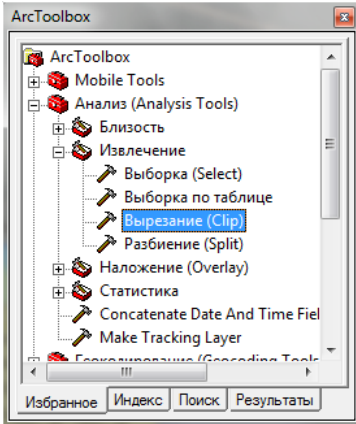
Інструмент *Вырезание* дозволяє вирізати набір даних в межах кордонів полігонального набору даних. Просторові об'єкти розрізають в місці перетину з лінією обрізання, дані за лінією відкидаються.

Вирізання в основному використовується для обрізки наборів даних за межами району картування або аналізу.

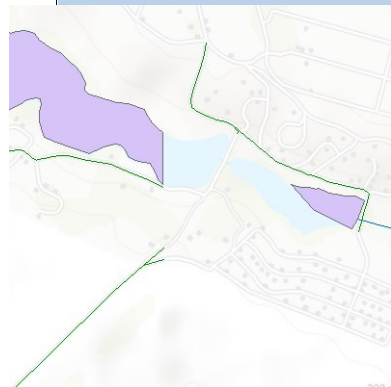
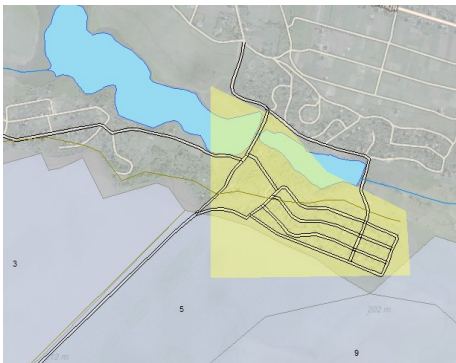
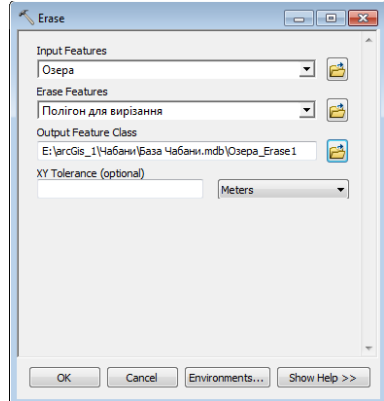
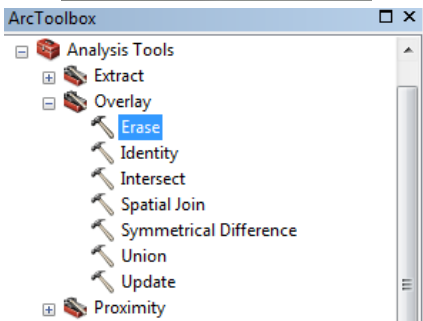
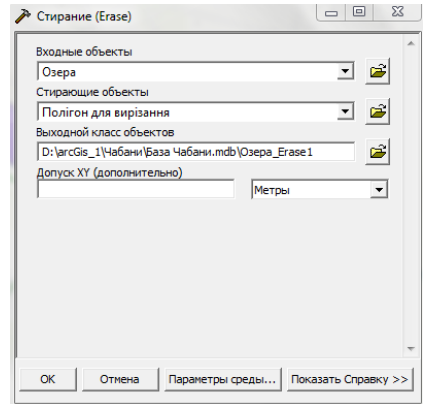
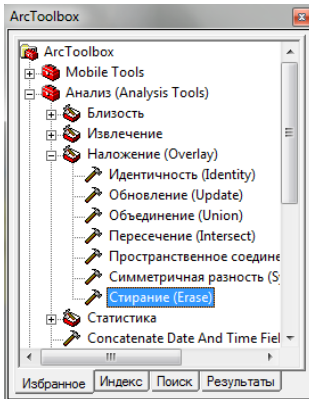


В цьому прикладі, дороги, річки і озера були вирізані згідно з використанням набору даних *Полігон_для_вирізання*.

Інструмент *Вырезание (Clip)* в групі *Извлечение* (набір *Анализ*), вирізає набори даних по межі іншого набору.



Інструмент *Стирание* (Erase), в групі *Наложение* (набір *Анализ*), навпаки, видаляє просторові об'єкти (або частини об'єктів) всередині кордонів і використовується для видалення частини набору даних.



5.2. Розбиття набору даних

Інструмент *Разбиение* (Split) розділяє один набір даних на декілька за допомогою границі полігонів. Він часто використовується для створення декількох аркушів карти з одного великого набору даних. При розбитті використовується набір даних границь аркушів карти.

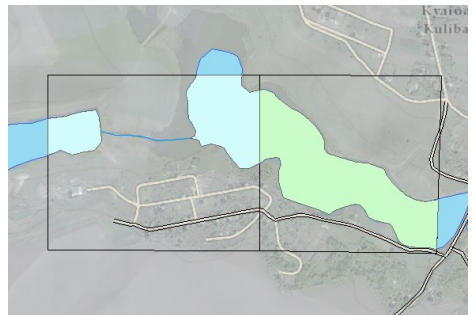
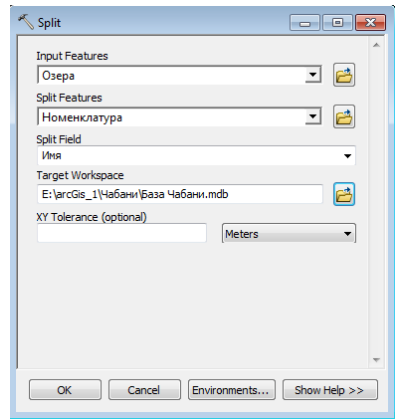
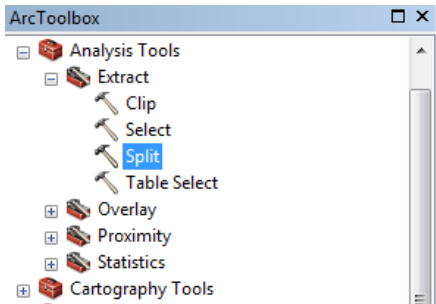
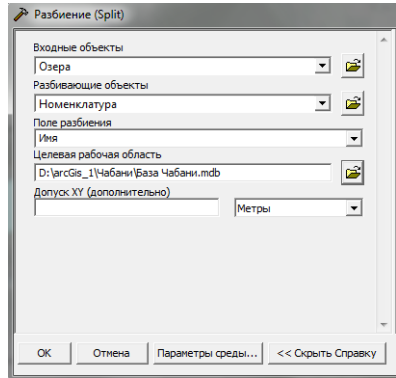
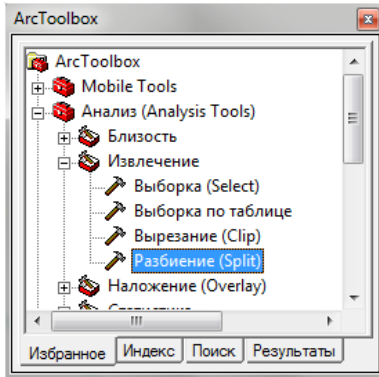
Розбиття створює два класи просторових об'єктів шляхом накладання двох наборів просторових об'єктів. Розбиття виконує серію операцій *Вырезание* (Clip), по одному для кожного вихідного класу просторових об'єктів. Кожен вихідний клас просторових об'єктів містить лише ті частини вхідних об'єктів, на які були накладені зазначені полігони об'єктів, які розбивають.

Вхідні об'єкти можуть бути полігональними, лінійними або точковими. Об'єкти, що розбивають, повинні бути полігональними. Поле розбиття використовується для визначення, які полігони об'єктів, що розбивають, будуть використовуватися для розбиття вхідних об'єктів. Кожне унікальне значення у полі розбиття буде ідентифікувати полігони, з допомогою яких будуть вирізатися вхідні об'єкти для створення одного вихідного класу просторових об'єктів. Відповідно, поле розбиття має бути текстовим.

Об'єкти вихідного класу повинні бути такого ж типу геометрії, як у вхідних об'єктів. Вони вирізаються кордонами полігонів, що розбивають. Для вихідних класів просторових об'єктів будується топологія.

Атрибутивні таблиці вихідних класів містять ті ж елементи, як у таблицях вхідних об'єктів. Внутрішній номер об'єктів використовується для передачі атрибутивної інформації з вхідних об'єктів в кожен їх вихідний клас просторових об'єктів.

Інструмент *Разбиение* (Split), в групі *Извлечение* (Extract) (набір *Анализ*), поділяє набір даних на декілька. Значення в *Поле разбиения* використовуються для визначення та присвоєння імен вихідним класами об'єктів (на цьому прикладі, два аркуша карти названі "А" і "Б").



6. Накладення наборів географічних даних

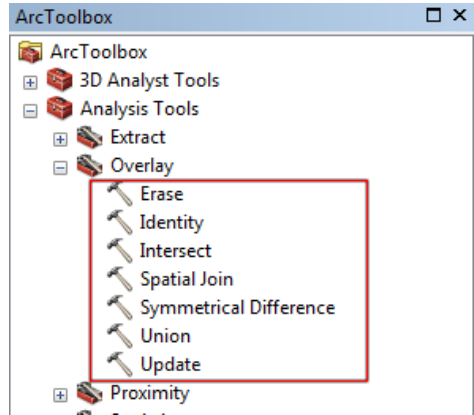
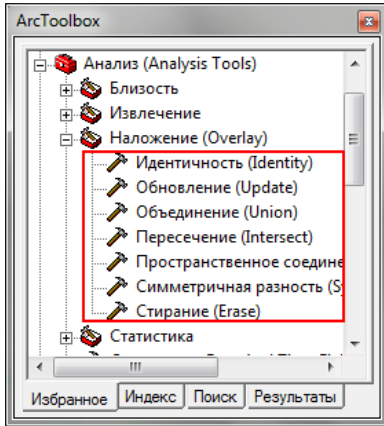
При аналізі накладення двох або більше наборів даних, що збігаються або частково перекриваються, ці набори з'єднуються в один, який містить атрибути всіх вхідних наборів. Аналіз накладання використовується для присвоєння атрибутів просторових об'єктів одного набору даних об'єктам іншого набору, що збігаються або частково перекриваються початковим набором. Наприклад, для присвоєння кожній ділянці шосе значень типів ґрунтів навколишньої місцевості.

Накладення також використовується для підсумовування даних одного набору просторових об'єктів з даними іншого набору просторових об'єктів. Наприклад, для підрахунку загальної площі ділянок кожного типу землекористування, що потрапляють в зону затоплення, потрібно накласти шар ділянок і шар зони затоплення, а потім підсумувати площі одержаних полігонів за типом землекористування.

Крім того, аналіз накладення часто використовується для об'єднання атрибутів декількох наборів даних в один. Це дозволяє виконувати пошук районів з певним набором значень атрибутів, тобто задовольняє заданим критеріям. Наприклад, ви можете накласти шари з типами рослинності, ухилами, типами ґрунтів і т. п. щоб знайти ділянку для будівництва будівлі. Тип даних в накладенні — просторові об'єкти або растри — визначає методику, що використовується, інструменти і результат.

6.1. Накладення наборів даних

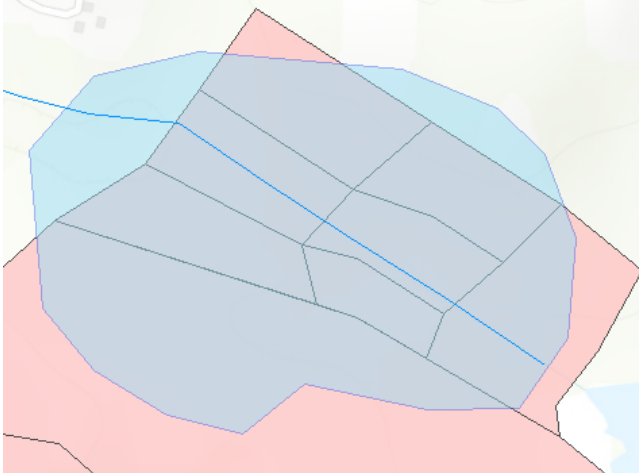
Функція накладення просторових об'єктів поділяє об'єкт вхідного шару. В місці перекриття з об'єктом накладеного шару в місцях перетину полігонів створюються нові області. Лінії поділяються в точках перетину з полігонами. Отримані нові просторові об'єкти записуються в вихідний шар — вхідні шари не змінюються. Атрибути об'єктів накладеного шару призначаються відповідним новим об'єктам вихідного шару, разом з атрибутами вхідного шару. Інструменти накладення просторових об'єктів розташовані в ArcToolbox, в групі *Наложение* (Overlay) (в наборі інструментів *Анализ*).

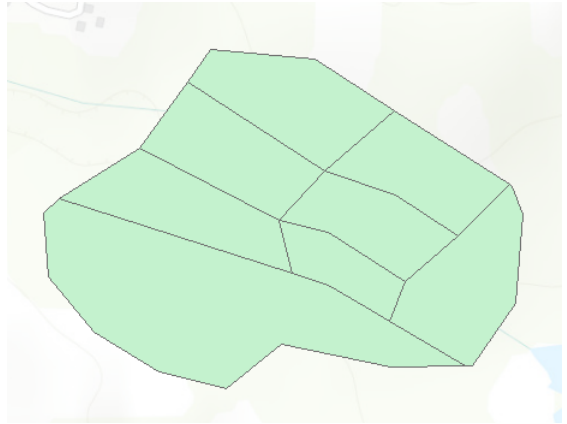
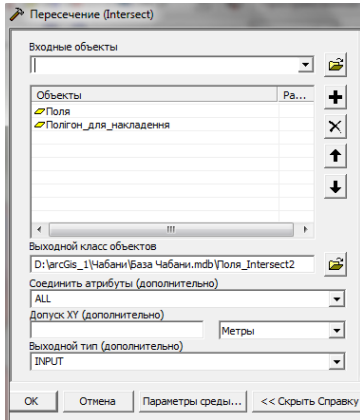


При накладення шарів створюється новий шар. Просторові об'єкти нового шару містять всі атрибути обох вхідних шарів.

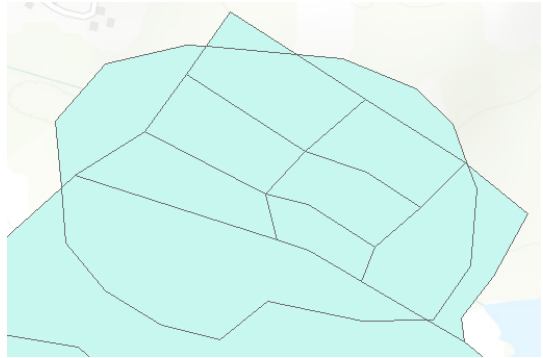
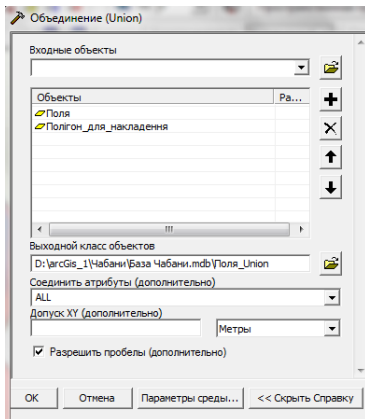
По суті, різні інструменти працюють однаково — відмінності полягають у типах накладених просторових об'єктів, можливістю накладення декількох шарів одночасно і способом обробки вхідних і накладених об'єктів у вихідному шарі.

Розглянемо задачу затоплення земельних ділянок. Земельні ділянки (вхідний шар показані червоним кольором) та полігон зони затоплення (шар, що накладається, показано синім кольором).





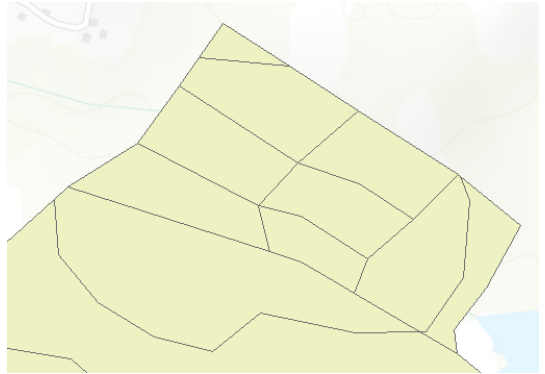
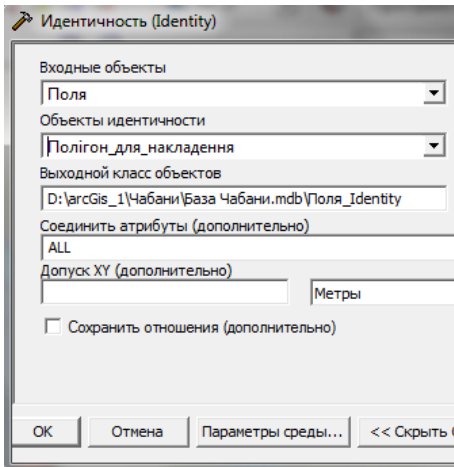
В результаті роботи інструменту *Пересечение (Intersect)* залишаються просторові об'єкти або частини об'єктів спільні для вхідного і накладеного шарів.



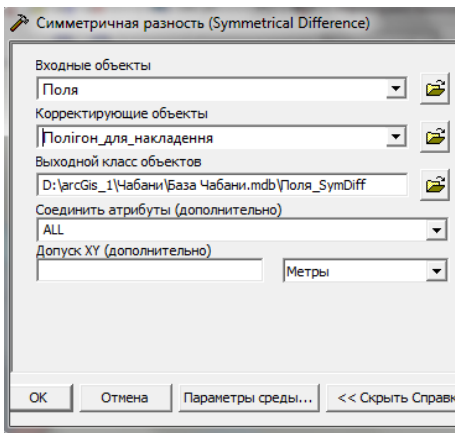
Результат роботи інструменту *Объединение (Union)* - просторові об'єкти вхідного та накладеного шарів. Об'єкти поділяються в місцях накладання.

Інструменти *Пересечение (Intersect)* та *Объединение (Union)* можуть працювати з декількома шарами одночасно.

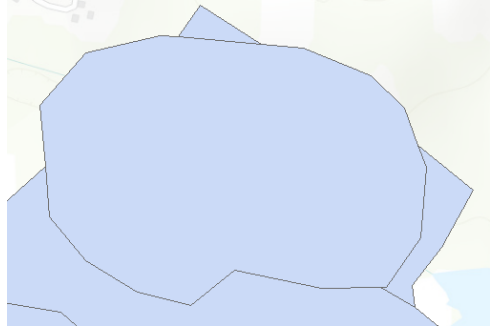
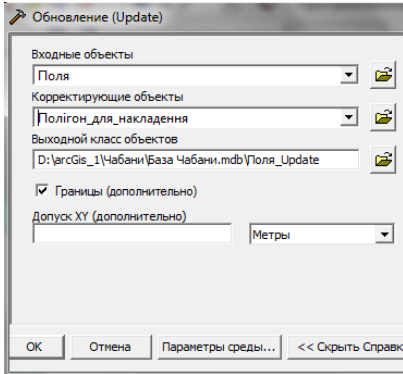
Інструмент *Идентичность (Identity)* обробляє вхідні об'єкти. Об'єкти розбиваються в місцях перекриття з об'єктами накладення.



Инструмент *Симметричная разность* (Symmetrical Difference) выключает просторы об'єкти, спільні для двох шарів.



Инструмент *Обновление* (Update) замінює об'єкти вхідного шару об'єктами шару накладення.

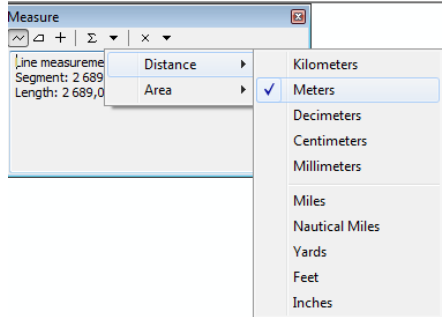
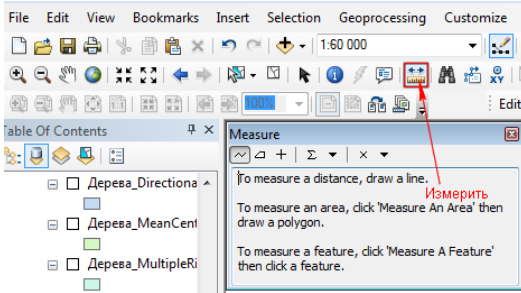
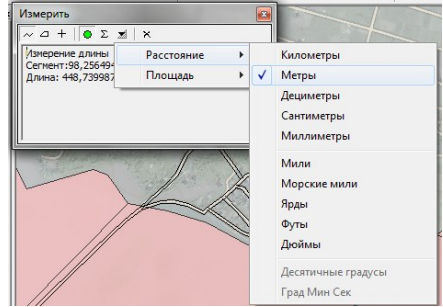
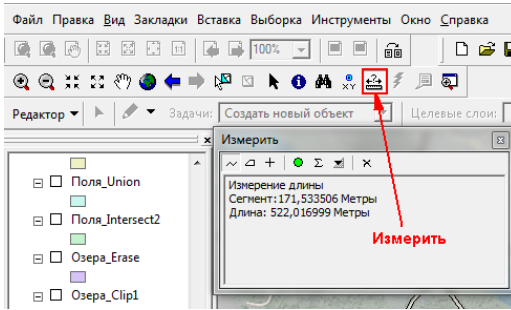


7. Вимірювання відстаней між просторовими об'єктами

Вимірювання відстаней - один з основних типів географічного аналізу. ArcGIS Desktop містить різноманітні інструменти для вимірювання відстаней між точками, пошуку найближчого об'єкта відносно заданого і визначення меж області, заданої зазначеною відстанню від об'єкта.

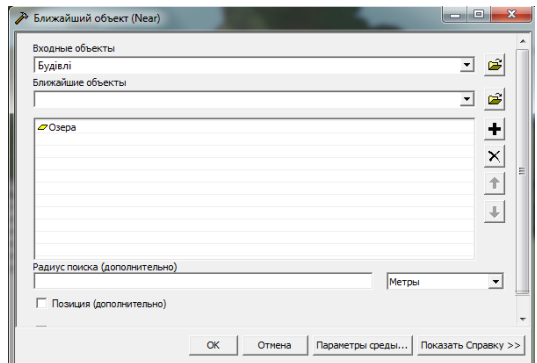
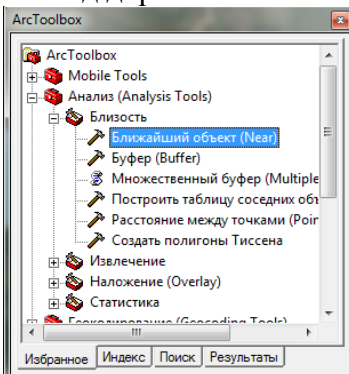
7.1 Вимірювання відстані на карті

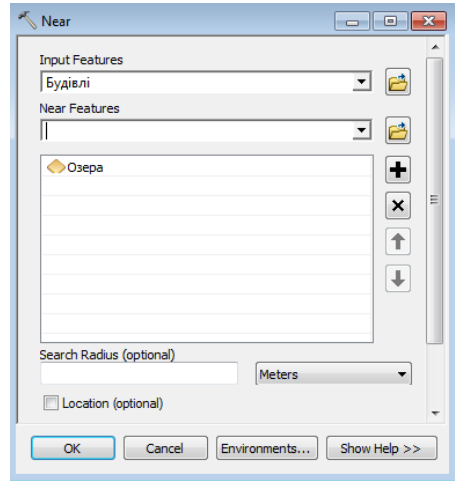
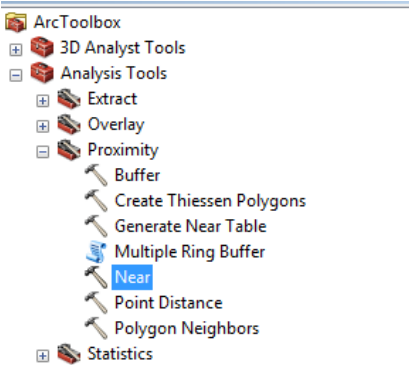
Інструмент *Измерить* (Measure) в ArcMap дозволяє вимірювати відстань між точками або вздовж маршруту. Виберіть початкову точку, перемістіть курсор миші по екрану і клацніть двічі кінцеву точку. Для вимірювання довжини маршруту, виберіть стільки точок, скільки вам потрібно, потім двічі клацніть кінцеву точку. Відстань за замовчуванням буде відображено в одиницях карти. Можна змінити одиницю виміру з допомогою спадаючого меню в діалоговому вікні *Измерить*. При вимірюванні маршруту, відображається довжина кожного сегмента і загальне значення. Інструмент *Измерить* відображає відстань інтерактивно. З його допомогою можна також підрахувати площу полігону, або відобразити координати точкового просторового об'єкта.



7.2 Обчислення відстані між об'єктами

ArcToolbox містить інструменти для обчислення відстаней між просторовими об'єктами. Інструмент *Ближайший об'єкт* (Near) присвоює кожній точці вводу відстань від неї до найближчої точки або лінії в іншому класі просторових об'єктів. Ви можете, наприклад, вибрати всі точки на певній відстані від дороги, або середню відстань точок від дороги.





Для кожної точки шару, інструмент *Ближайший об'єкт* (Near) знаходить найближчу точку (в тому ж або іншому шарі) або лінію. В цьому прикладі, найближче до кожної будівлі озеро.

Інструмент *Ближайший об'єкт* додає два поля (NEAR_FID і NEAR_DIST) в таблицю атрибутів вхідного шару для зберігання ID найближчого об'єкта, і відстані до нього.

OBJEKTID *	SHAPE *	Вулиця	Номер	SHAPE Length	SHAPE Area	NEAR FID	NEAR DIST
1	Полигон	Лермонтова	3	161,739743	1447,705047	3	168,912323
2	Полигон	Пушкіна	3	58,518356	193,795669	2	360,628345
3	Полигон	Пушкіна	6	69,819774	303,631739	2	322,399234
4	Полигон	Пушкіна	4	77,06944	348,844672	2	253,252562
5	Полигон	Пушкіна	6	62,477574	237,943031	2	225,828301
6	Полигон	Пушкіна	12	59,394636	217,966479	2	232,564634

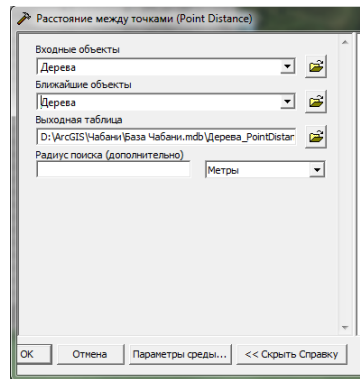
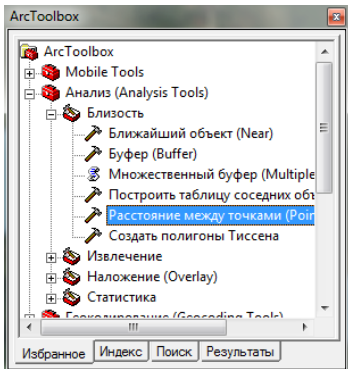
Інструмент *Расстояние между точками* (Point Distance) створює таблицю відстаней між кожною точкою в одному класі просторових об'єктів і будь-якою точкою іншого класу. Класи просторових об'єктів обов'язково повинні бути точковими.

Вхідні і найближчі об'єкти можуть перебувати в одному і тому ж наборі даних. У випадках, якщо вхідні і найближчі об'єкти - це один і той же запис, результат буде пропущено, щоб не повідомляти, що об'єкт знаходиться в 0 одиниць від самого себе.

Якщо не визначено радіус пошуку, використовується досить широкий радіус для обчислення відстані від кожної точки вхідних

об'єктів до найближчої точки найближчих об'єктів. Вихідна таблиця може бути досить великою. Наприклад, при порівнянні відстані між 1000 точок одного класу об'єктів і 1000 точок іншого, може бути створена вихідна таблиця, що містить мільйон записів, якщо використовується радіус пошуку за замовчуванням. Використовуйте радіус пошуку, щоб обмежити кількість записів, що виводяться інструментом *Расстояние между точками* (Point Distance).

Відстані між точками в одному класі або шарі просторових об'єктів можуть бути обчислені, якщо вказати в якості вхідного класу і класу найближчих об'єктів одне і теж джерело даних.



Результатом обчислень з допомогою інструмента *Расстояние между точками* є таблиця, в якій представлені вхідні об'єкти та інформація про найближчі об'єкти для кожного вхідного об'єкта в межах радіусу пошуку. Якщо не використовується радіус пошуку може бути дуже багато записів у вихідній таблиці, так як число записів буде дорівнювати кількості вхідних об'єктів, помноженому на кількість найближчих об'єктів.

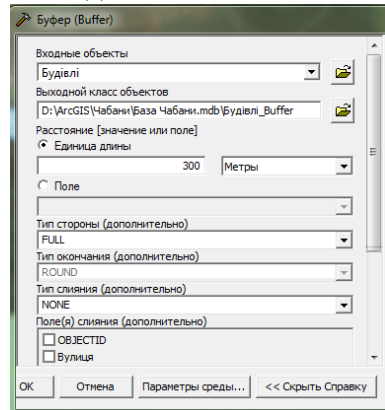
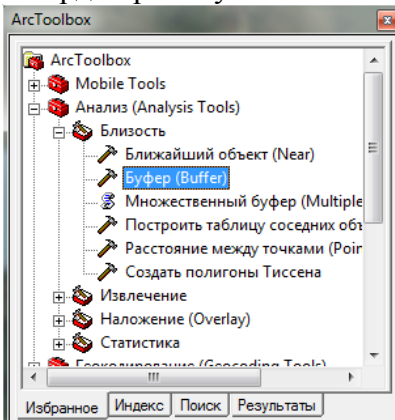
В полі INPUT_FID відображено номери вхідних об'єктів, в полі NEAR_FID – номери найближчих об'єктів, а в полі DISTANCE показана відстань між цими об'єктами.

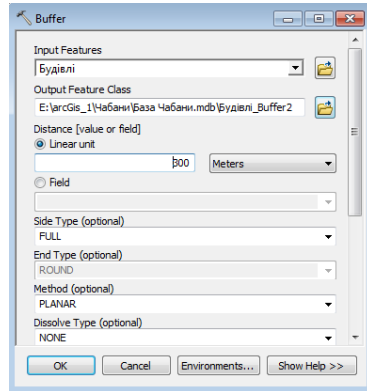
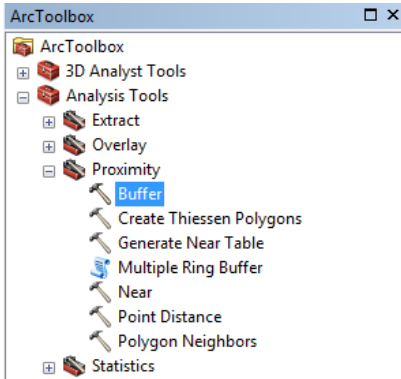
OBJECTID	INPUT_FID	NEAR_FID	DISTANCE
1	1	4	273,1
2	1	3	115,9
3	1	5	185,7
4	1	6	134,3
5	1	2	85,5
6	1	7	152,9
7	1	10	318,7
8	1	11	380,8
9	1	8	208,1
10	1	12	498,1
11	1	9	374,1
12	1	13	553
13	2	4	245,1
14	2	3	94,3
15	2	5	246,3
16	2	6	199,5
17	2	1	85,5
18	2	7	215,9
19	2	10	380,8
20	2	11	443,9
21	2	8	158,3
22	2	12	559,5
23	2	9	430,8
24	2	13	612,3

7.3 Створення буферних зон

Буферна зона визначає район, кордони якого знаходяться на заданій відстані від об'єкта або набору об'єктів. Інструмент *Буфер* (Buffer) в ArcToolbox створює новий географічний об'єкт, що відображає кордон району. Ви можете додати буферні області на карті, щоб графічно відобразити відстані. Також, ви можете використовувати буфер для вибору інших об'єктів — наприклад, для вибору всіх ділянок на відстані 80 метрів від будівель.

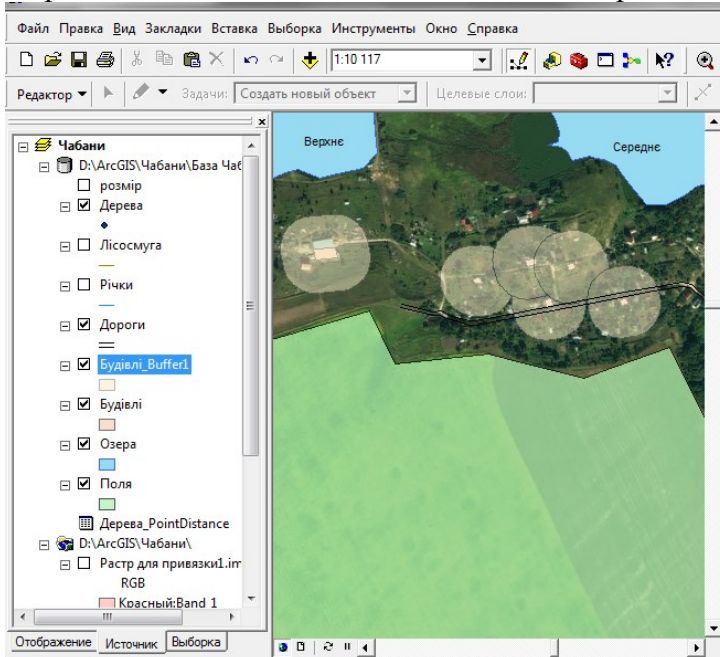
Інструмент *Буфер* (Buffer), в групі *Близость* (Proximity), створює кордон району на вказаній відстані від кожного об'єкта.



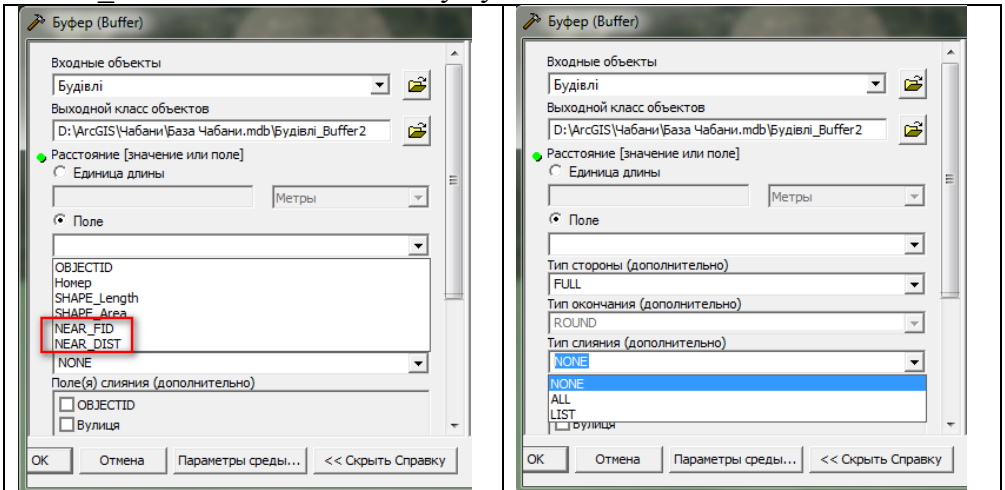


Додатково можна застосувати злиття для знищення контурів буферних зон, що перекриваються.

Якщо буферна відстань негативна, буферні полігони будуть побудовані всередині вихідних полігонів. Використання від'ємних значень зменшить площу полігонального об'єкта на певну відстань. Якщо від'ємна відстань досить велика, буде створена нульова геометрія. Об'єкти з нульовою геометрією не записуються у вихідний клас просторових об'єктів і з'явиться повідомлення про помилку.

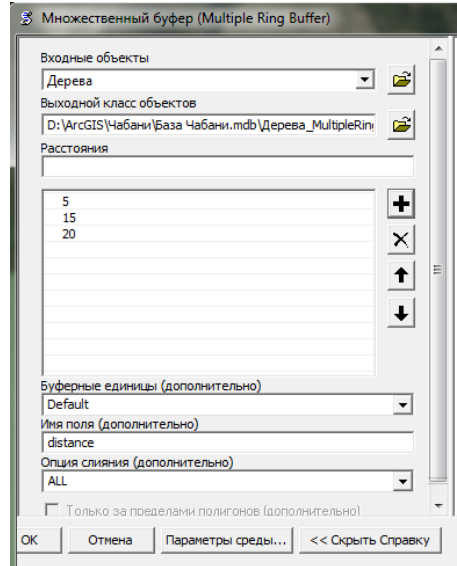
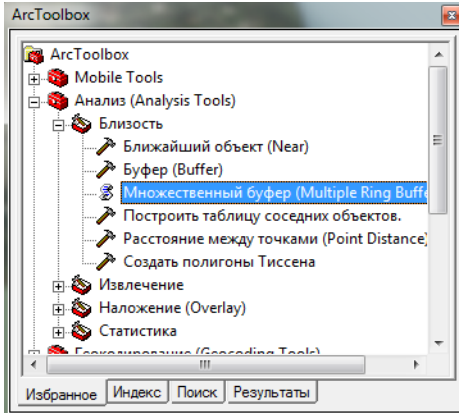


Інструмент *Буфер* має кілька опцій. Можна використовувати значення атрибутів для визначення буферної дистанції і видаляти межі буферних областей, що накладаються. У діалоговому вікні *Буфер* користуйтеся опцією *Поле* (Field) для вибору поля в таблиці атрибутів вхідного набору даних, що містить буферну дистанцію для кожного об'єкта. На цьому прикладі, буферна дистанція вказана в полі `BUFF_DIST` і залежить від типу будови.

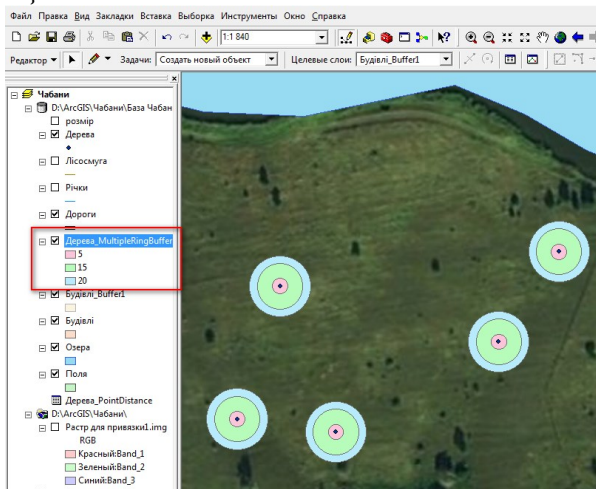


Опція *Тип слияния* в діалоговому вікні *Буфер* дозволяє стерти кордони буферів, що накладаються. `ALL` - всі буферні зони зливаються в єдиний просторовий об'єкт із знищенням всіх контурів. `LIST` - злиття здійснюється на підставі списку полів.

Інструмент *Множественный буфер* (Multiple Ring Buffer) дозволяє створювати буферні області різної ширини одночасно.

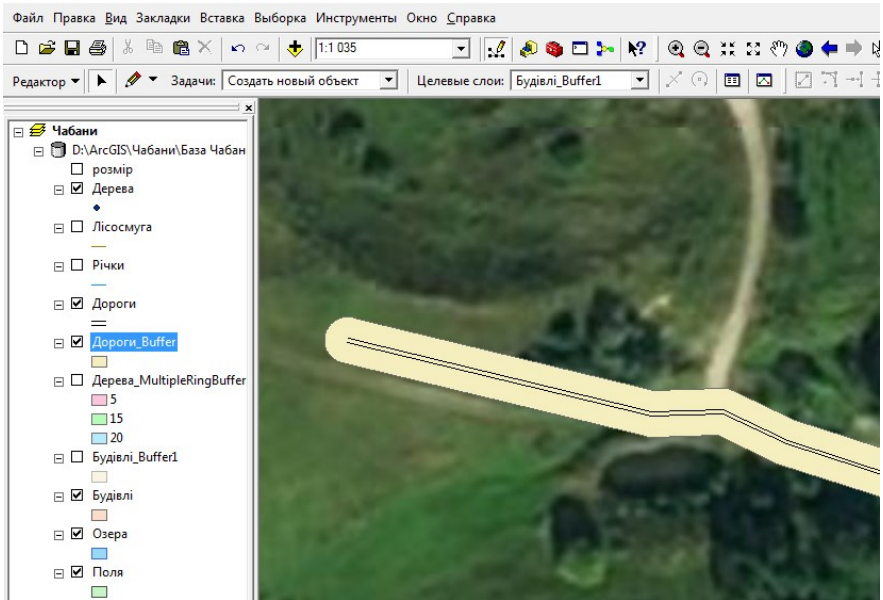


Інструмент *Множественный буфер* розташований в групі *Близость (Proximity)* набору інструментів *Анализ (Analysis)*. Введіть дистанцію у вікно *Расстояние*, а потім натисніть значок “плюс” щоб додати її до списку. Так само як і при використанні інструменту *Буфер (Buffer)*, ви можете стерти кордони, що накладаються, з допомогою *Опция слияния*.



Отримані буфери зберігаються в окремому шарі — кожен об'єкт (буфер) в якості атрибута містить дистанцію.

За допомогою інструментів *Буфер* і *Множественный буфер* можна *також* створити буферні зони для лінійних об'єктів і полігонів.

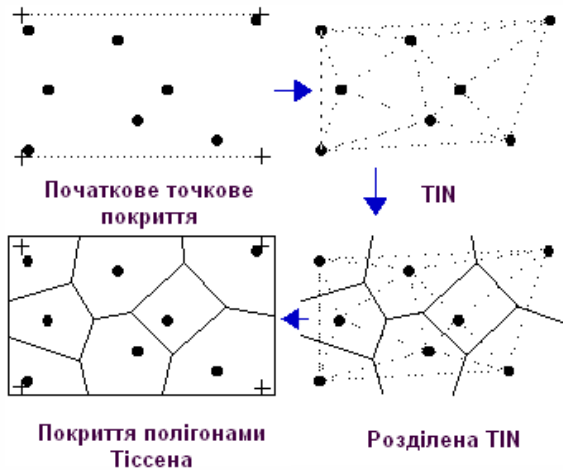


8. Виділення районів відносно центрів

Виділення районів використовується для окреслювання областей впливу районів збуту або обслуговування навколо точки або точок ("центрів"). Часто, центри відображають місця, куди або звідки рухаються люди. При виділенні районів відбувається призначення найближчого до центру району. Так само як і з виміром відстаней, "найближчий" район може бути заданий в термінах лінійної відстані або вартості.

Для створення районів навколо центрів використовується полігони Тиссена або Вороного. Полігони Тиссена будуються в такий спосіб:

- вхідні точки скануються зліва направо і згори вниз, точки, що знаходяться ближче до вибраного допуску близькості до попередньо сканованих точок, ігноруються;
- всі точки використовуються для створення трикутників у триангуляційній нерегулярній мережі (TIN) відповідно до моделі Делоне;
- для кожного ребра трикутника утворюються середні перпендикуляри, що формують ребра полігонів Тіссена, точки перетину бісектрис визначають розташування вершин полігонів Тіссена;
- полігони Тіссена побудовані для створення полігональної топології, місця розташування точок використовуються як точки позначки полісів Тіссена.

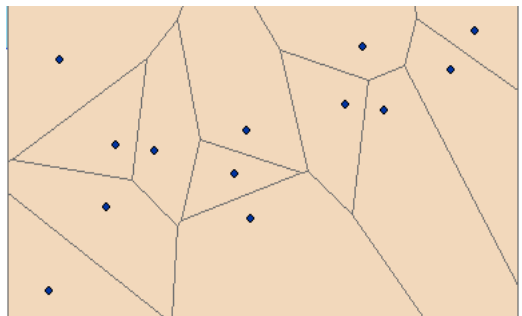
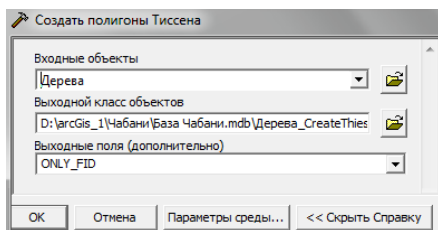
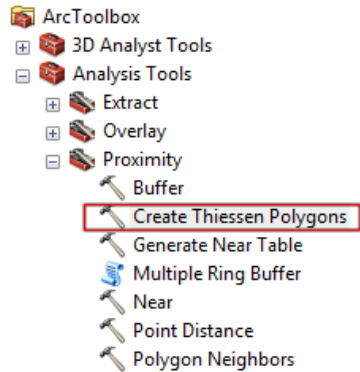
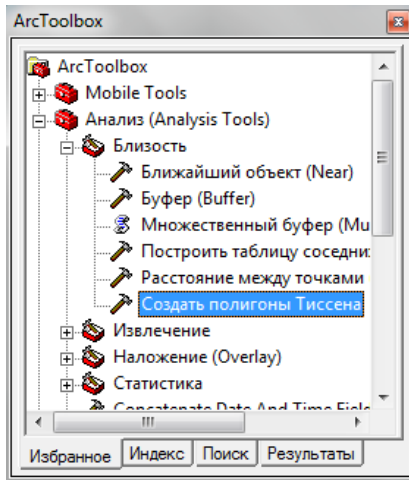


Границі полігонів - це нормалі, які проходять через середини відрізків, що з'єднують дві сусідні точки. Саме середини відрізків, так що точки рівнозначні. Але ці межі можуть проходити і не через середини, залежно від ваги точки.

Більша частина випадків застосування полігонів Тіссена пов'язана з визначенням впливу точних даних, що представляють торговельні центри, фабрики чи інші об'єкти економіки. Якщо ми змінюємо становище загальної межі суміжних полігонів залежно від розміру або інших параметрів окреслювальних ними точок, то отримане розбиття буде ще краще представляти реальний вплив

об'єктів на навколишній простір. Маючи таку інформацію, спеціаліст з економічного розміщення може визначити, наприклад, яка частина населення міста (на підставі близькості) скоріше всього буде регулярно відвідувати торговельний центр, що планується.

Для створення районів навколо центрів використовується інструмент *Создать полигоны Тиссена (Create Thiessen Poligons)*, розташований в групі інструментів *Близость (Proximity)* набору *Анализ (Analysis Tools)*. Він створює полігон навколо кожної вказаної точки. Полігон відображає найближчий до центральної точки район.

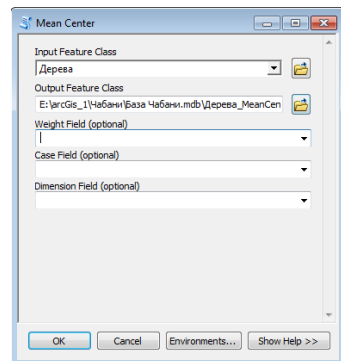
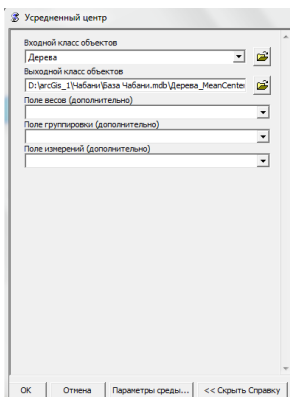
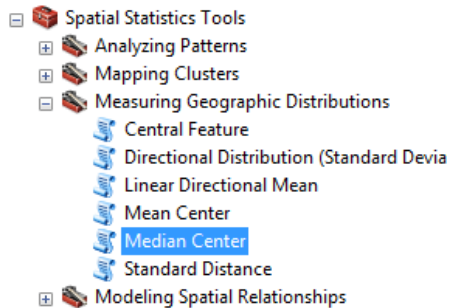
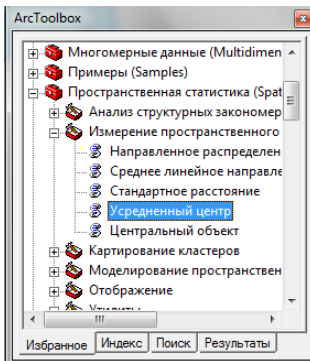


9. Аналіз просторового розподілу

ArcGIS Desktop містить інструменти статистичного аналізу просторового розподілу і тенденцій. Ці інструменти дозволяють вийти за межі простого візуального аналізу карт - при розрахунках використовується розташування об'єктів і відстань між ними, а також атрибутивні значення (в деяких випадках). Один набір інструментів обчислює центр і дисперсію групи просторових об'єктів. Інші інструменти використовуються для розрахунку тенденцій розподілу в просторі географічних об'єктів.

9.1. Обчислення центру і дисперсії.

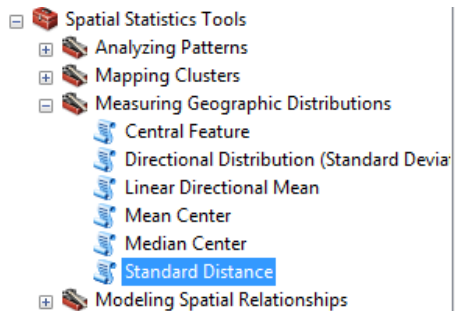
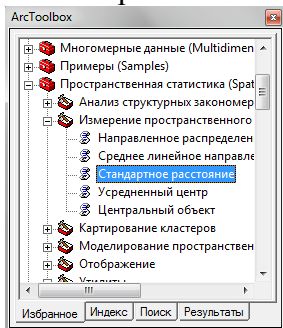
Інструмент *Усредненный центр (mean center)* обчислює середню точку для X і Y координат усіх вказаних об'єктів (зазвичай точкових). Результат записується в новий шар, що містить єдину точку (центр).

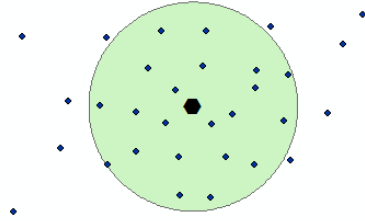
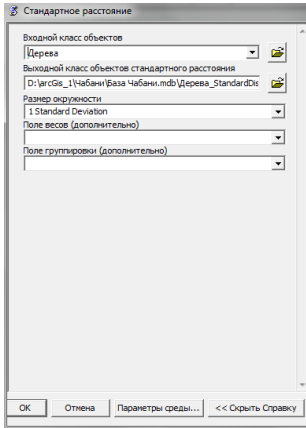


Окрім обов'язкових перших двох полів можна користуватися також трьома допоміжними полями: *Поле весов*, *Поле групування* та *Поле измерений*. *Поле весов* – це числове поле, що може використовуватись для обчислення середньозважених центрів. *Поле групування* – поле, за яким об'єкти об'єднуються в групу для обчислення окремих середніх центрів. Це поле може бути цифрового, символічного типу або типу дати. *Поле измерений* – це числове поле, в якому розміщені атрибуту, за якими буде обчислено середнє значення.



Інструмент *Стандартное расстояние* використовує центр обчислень для визначення області, в якій з відстаней між центром і об'єктами буде розраховано середню відстань. Цю відстань, яка є середньоквадратичним відхиленням в одиницях карти, буде використано в якості радіусу кола, що представляє середньоквадратичне відхилення візуально на карті.

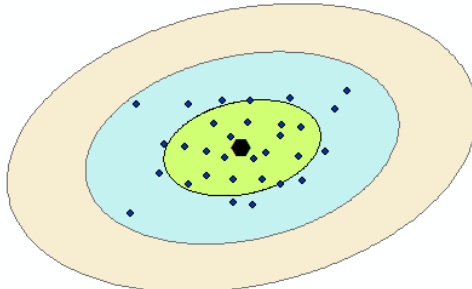
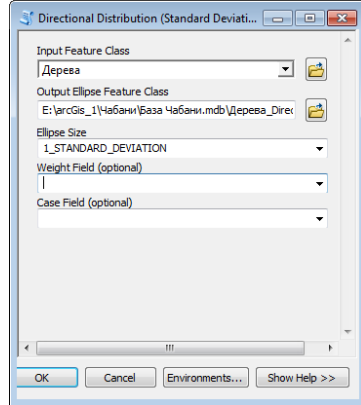
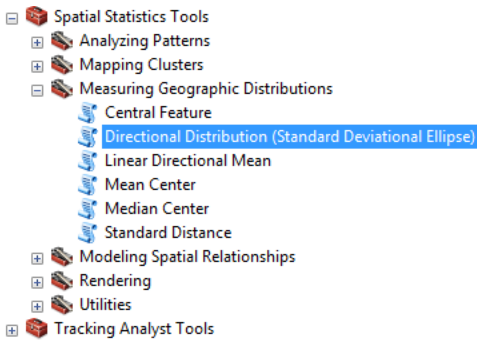
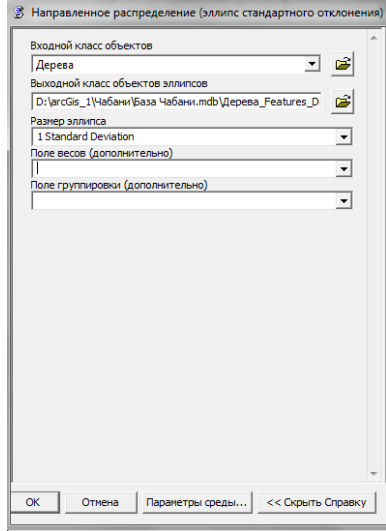
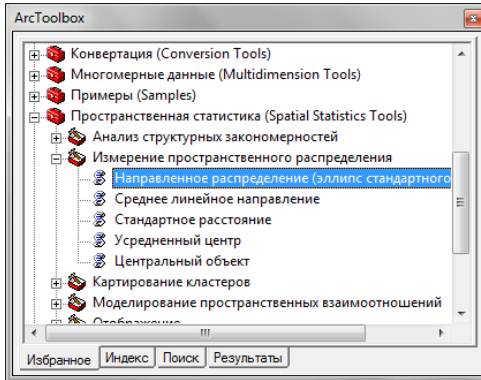




При цьому можна ввести атрибутивні значення в діалоговому вікні інструменту для обчислення середньозваженого центру (центр буде зміщений у напрямку до об'єктів з найбільшими значеннями). Наприклад, ви можете вичислити центр відносно розташування підприємств, зважений по кількості працюючих на кожному з них, і визначити оптимальне розташування зупинки громадського транспорту. Зважений центральний об'єкт і зважена дисперсія також можуть бути розраховані з вказівкою значення атрибутів.

9.2. Аналіз тенденцій розподілу в просторі

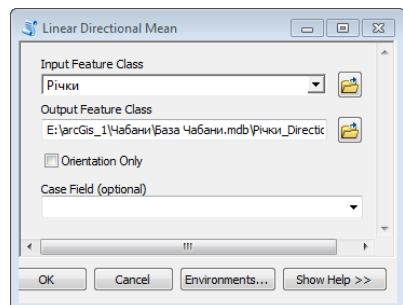
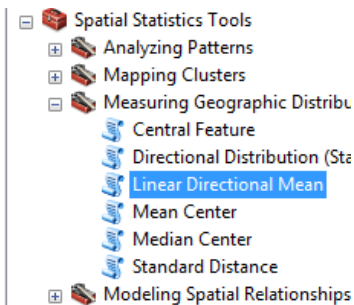
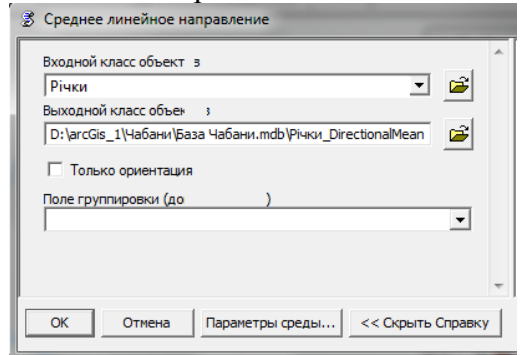
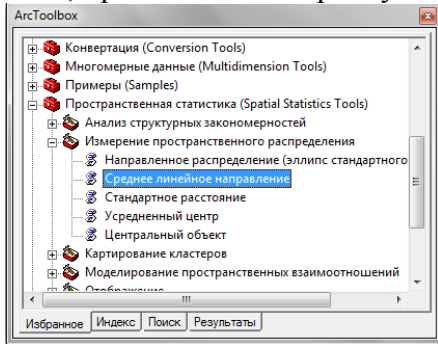
Група *Измерение пространственного распределения (Measuring Geographic Distributions)* містить також інструменти виміру тенденцій просторового розподілу. Інструмент *Направленное распределение (Эллипс стандартного отклонения)* обчислює тенденцію розподілу по набору просторових об'єктів. Еліпс, створюється як новий просторовий об'єкт, розраховується на основі обчисленого центру. Таблиця атрибутів цього еліпса містить X і Y координати центру, а також довжину кожної осі і кут обертання. Можна також вказати, чи повинен розраховуватися еліпс за допомогою одного, двох або трьох середньоквадратичних відхилень.

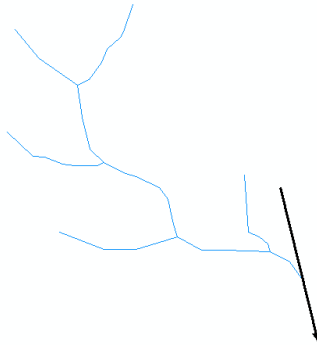


Використання одного середньоквадратичного відхилення покаже район концентрації просторових об'єктів. Три середньоквадратичні відхилення дозволяють відобразити район розташування більшості об'єктів. Орієнтація еліпса залишається однаковою, незалежно від кількості використаних відхилень, міняється тільки розмір.

Так само як і при використанні дисперсії, можна вибрати значення атрибутів для обчислення зваженого еліпса середньоквадратичного відхилення. Інструмент *Среднее линейное направление* обчислює середній напрям набору лінійних просторових об'єктів, на основі напрямку кожної лінії.

Додатково, інструмент обчислює середню орієнтацію - напрям кожної лінії (початкова і кінцева точки) не враховуються, а визначається тільки тенденція, (наприклад, із заходу на схід). Вичислений напрям може використовуватися для визначення тренду в мережі потоків (в даному випадку, напрям окремих сегментів потоку повинен вираховуватися); середня орієнтація може бути використана, наприклад, при обчисленні тренду міграції диких тварин.





При розрахунку вчисленого напрямку, кругова дисперсія також обчислюється. Кругова дисперсія обчислюється на основі екстента, в якому усі лінії мають схожі напрями (чи, навпаки, різні напрями). Чим ближче значення дисперсії до 0, тим більше ліній мають один і той же напрям; значення, близьке до 1, вказує на варіабельність в напрямках ліній.

9.3. Ідентифікація кластерів і структурних закономірностей

Аналіз структурних зв'язків географічних даних важливий для розуміння поведінки географічних явищ.

Хоча можна отримати загальне уявлення про типи розподілу об'єктів об'єктів та пов'язаних з ними значень за допомогою карти, обчислення статистичних показників дозволяє визначити кількісні показники наявних структурних закономірностей. Це дозволяє пом'якшити порівняння структурних закономірностей за різними типами розподілів, а також за різними періодами часу. Часто, інструменти групи *Аналіз структурних закономірностей* використовується як вихідна точка для подальшого поглибленого аналізу.

Інструменти групи *Аналіз структурних закономірностей* відносяться до інструментів статистики логічного виводу; їх робота починається з нульової гіпотези, що просторові об'єкти, або значення, пов'язані з ними, демонструють випадкову просторову закономірність. Потім вираховується r -значення, що відображає вірогідність вірності нульових гіпотез (тобто, що спостережувана модель даних є однією з множин можливих варіантів повної просторої хаотичності). Визна-

чення вірогідності може бути важливо, якщо потрібен високий рівень достовірності для прийняття певного рішення. Якщо від вашого рішення залежить, наприклад, громадська безпека або додержання законодавства, може бути необхідним обґрунтування прийнятого рішення за допомогою статистичних доказів.

В наступній таблиці наводиться список доступних інструментів та їх короткий опис. Усі ці інструменти розташовані в наборі *Пространственная статистика (Spatial Statistics Tools)* в ArcToolbox.

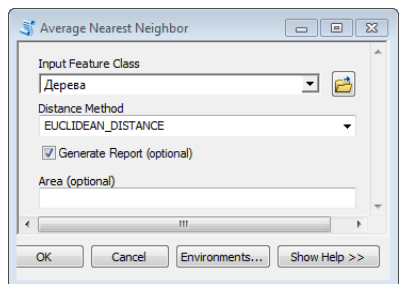
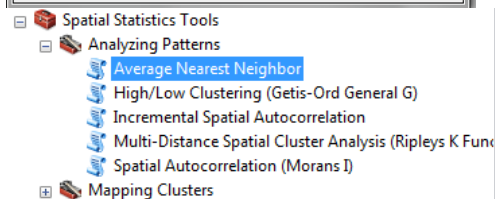
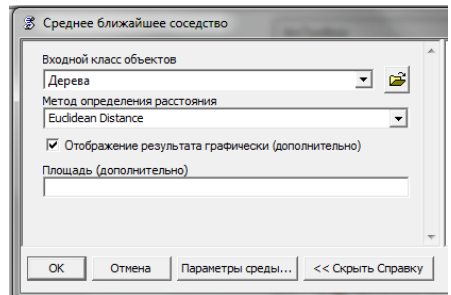
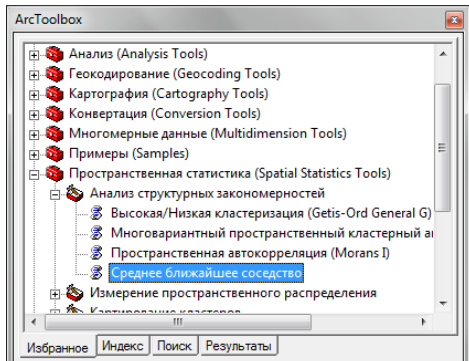
Інструмент	Опис
Среднее ближайшее соседство Average Nearest Neighbor	Вираховує найближче число найближчих сусідів на основі середньої відстані від кожного об'єкта до найближчого до нього сусіднього об'єкта.
Кластеризация з високими/низкими значеннями High/Low Clustering (Getis-Ord General G)	Вимірює ступінь кластеризації високих або низьких значень, використовуючи розрахунок глобального індексу Гетіс - орда Г.
Пошаговая пространственная автокорреляция Incremental Spatial Autocorrelation	Вимірює просторову автокореляцію для ряду відстаней i , за необхідності, створює лінійний графік цих відстаней та відповідних z-оцінок. Z-оцінки відображають інтенсивність простору кластеризації, а статистично значимі і зростаючі пікові z-оцінки позначають відстані, на яких просторові процеси, що забезпечують просторову кластеризацію, найбільш виражені. Ці типові відстані часто необхідно використовувати в інструментах з параметром Діапазон відстані або Радіус відстані.
Многовариантный пространственный кластерный анализ (функция Ripley's K) Multi-Distance Spatial Cluster Analysis	Визначає, чи проявляють просторові об'єкти, або асоційовані з ними значення, статистично значиму кластеризацію або дисперсію в діапазоні відстаней.

Пространственная автокорреляция
Spatial Autocorrelation Morans I

Вимірює просторову автокореляцію на основі розташування об'єктів та атрибутивних значень, використовуючи статистику загального індексу I Морана.

Інструмент *Среднее ближайшее соседство (Average Nearest Neighbor)*, що знаходиться в розділі *Анализ структурных закономерностей (Analyzing Patterns)*, повертає результати обчислення: спостережувана середня відстань, очікувана середня відстань, індекс найближчих сусідів, z-оцінка та р-значення. Ці значення записуються в повідомленнях в нижній частині панелі Geoprocessing (Geoprocessing), і вони передаються як вихідні дані для використання в моделях і скриптах.

Можна отримати доступ до повідомлень, перемістивши курсор миші на показник виконання.



Результати розрахунків z-оцінка і р-значення є показниками статистичної значимості, на основі яких можна прийняти рішення про відхилення NULL-гіпотез. Але треба враховувати, що статистична значимість даного метода сильно залежить від розміру області дослід-

дження. Для статистичної величини *Среднее ближайшее соседство*, NULL-гіпотеза стверджує, що значення розподілені хаотично.

Індекс найближчого сусідства виражається як відношення спостережуваного середнього значення відстані до очікуваної середньої відстані. Очікувана дистанція - середня відстань між сусідами в гіпотетичному випадковому розподілі. Якщо індекс менше 1, розподіл представляє кластеризацію; якщо індекс більше ніж 1, має тенденцію до дисперсії або недостовірних результатів.

Метод середнього найближчого сусідства дуже чутливий до значення Область (невеликі зміни значення параметра Область можуть привести до значних змін у результатах z-оцінки та p-значень). Тому інструмент *Среднее ближайшее соседство* найбільш ефективно для порівняння різних об'єктів у визначеній області дослідження.

У наведеному на попередній сторінці прикладі, за допомогою інструменту *Среднее ближайшее соседство* розраховані структурні закономірності в наборі точкових об'єктів у вигляді окремо стоячих дерев, що представляють точки, і виявлено, що хоча частину точок утворюють певні кластери, вірогідність випадкового розподілу теж досить висока.

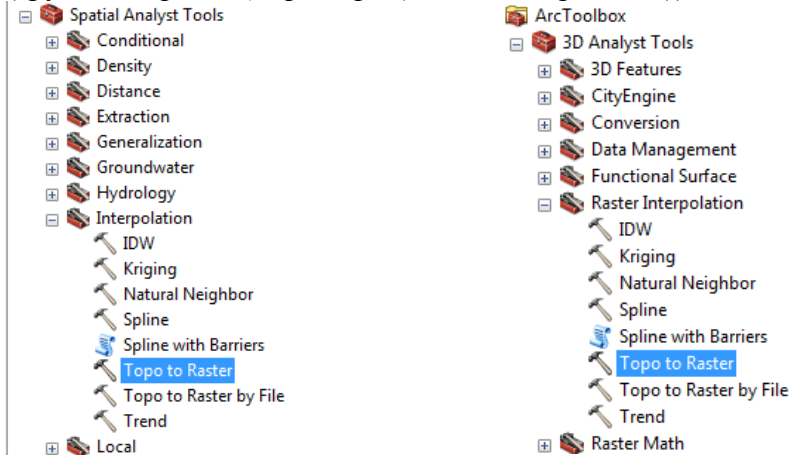
10. Створення растрових поверхонь

Растрові поверхні відображають явища, що мають значення в кожній точці екстента. Вони створюються на основі вибірових значень в обмеженому наборі точок, наприклад на основі даних геодезичної зйомки висот (для поверхонь висот), або значень температур, отриманих погодними станціями (для поверхонь температур). ArcGIS Desktop містить інструменти інтерполяції значень між опорними точками для створення безперервної поверхні.

Інший тип поверхні створюється на основі точок із значеннями концентрації на одиницю площі (щільність), наприклад, злочинність на кв. км. На відміну від інтерпольованої поверхні, поверхня щільності не передбачає значення в кожній точці - так, наприклад, в певному районі могло не відбуватися будь-яких злочинів протягом розглянутого періоду часу. Таким чином, поверхня щільності відображає розподіл об'єктів або значень.

10.1. Створення інтерпольованої поверхні

Інструменти інтерполяції створюють безперервну поверхню на основі опорних точок, в яких задано, наприклад, висота місцевості або концентрація хімічних речовин. Існує декілька інструментів інтерполяції, і кожна з них має різні параметри, що впливають на кінцевий результат. Ці інструменти вміщені в наборах інструментів *Spatial Analyst* (група *Інтерполяція (Interpolation)*) і в *3D Analyst* (група *Інтерполяція растра (Raster Interpolation)*).



Розглянемо перелік інструментів інтерполяції, що належать до наборів інструментів *Interpolation* та *Raster Interpolation*:

- IDW (ЗЗВ);
- Kriging (Крігінг);
- Natural Neighbor (природнього сусідства);
- Spline (сплайн);
- Spline with Barriers (сплайн з бар'єрами);
- Topo to Raster (Топо в растр);
- Topo to Raster by File (Топо в растр по параметрам);
- Trend (тренд).

Інструмент **IDW (ЗЗВ)** (зворотньо-зважені відстані) використовує метод інтерполяції, що оцінює значення осередків за допомогою усереднення значень зразків точок даних поряд з кожним оброблюваним осередком. Чим ближче оцінюється точка до центру осередку, тим більше впливу, або ваги, вона має в процесі усереднення.

Крігінг (Kriging) - поліпшена геостатистична процедура, яка генерує приблизну поверхню з розсіяного набору точок зі значеннями z . На відміну від інших методів інтерполяції, перед вибором оптимального методу оцінки, який буде використовуватися для побудови підсумкової поверхні, необхідно зробити дослідження просторової поведінки явища, представленого z -значеннями.

Інтерполяція **методом природного сусідства** (Natural Neighbor) знаходить найближчу підмножину вхідних зразків до точки запиту і застосовує до них зважені значення, засновані на пропорційних областях, щоб інтерполювати значення. Вона також відома як інтерполяція Сібсона або "охоплюючої області".

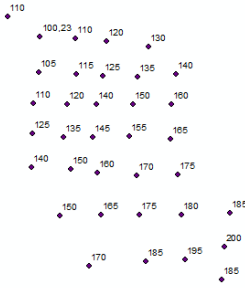
Інструмент **Сплайн** (Spline) використовує метод інтерполяції, який оцінює значення, використовуючи математичні функції, що зводять до мінімуму загальну кривизну поверхні. Це призводить до згладженої поверхні, яка проходить точно через вхідні точки.

Інструмент **Сплайн з бар'єрами** (Spline with Barriers) використовує метод, схожий з використовуваним в інструменті Сплайн. Основна відмінність полягає в тому, що цей інструмент враховує розриви, закодовані у вхідних бар'єрах і вхідних даних точок.

Інструменти **Топо в растр** (Toto to Raster) і **Топо в растр по параметрам** (Toto to Raster by File) використовують метод інтерполяції, спеціально розроблений для створення поверхні, яка більш точно представляє природну дренажну поверхню і краще зберігає мережі ліній ребер і потоків із вхідних даних ізоліній.

Тренд (Trend) - глобальна поліноміальна інтерполяція, що відповідає гладкій поверхні, описаній певною математичною функцією (поліномом) для вхідних точок зразка. Поверхня тренда поступово змінюється і охоплює шаблони грубих масштабів в даних.

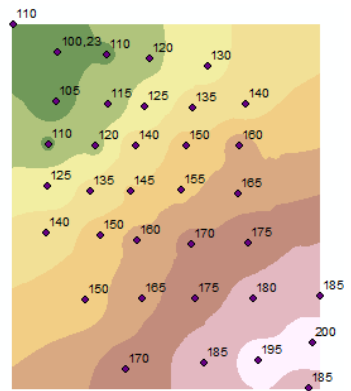
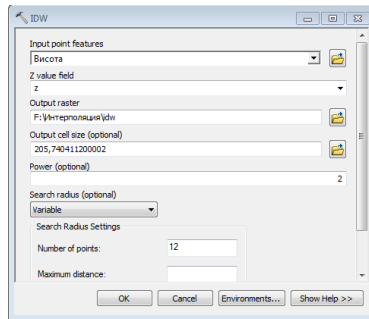
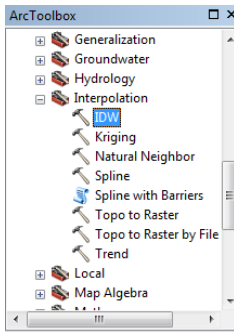
Продемонструємо використання інструментів інтерполяції на конкретному прикладі. Задано поле 35 точок у вигляді класу точкових просторових об'єктів, що має назву *Висота*. Для кожної точки задана висота Z . Таблиця даних та їх відображення приведені нижче.



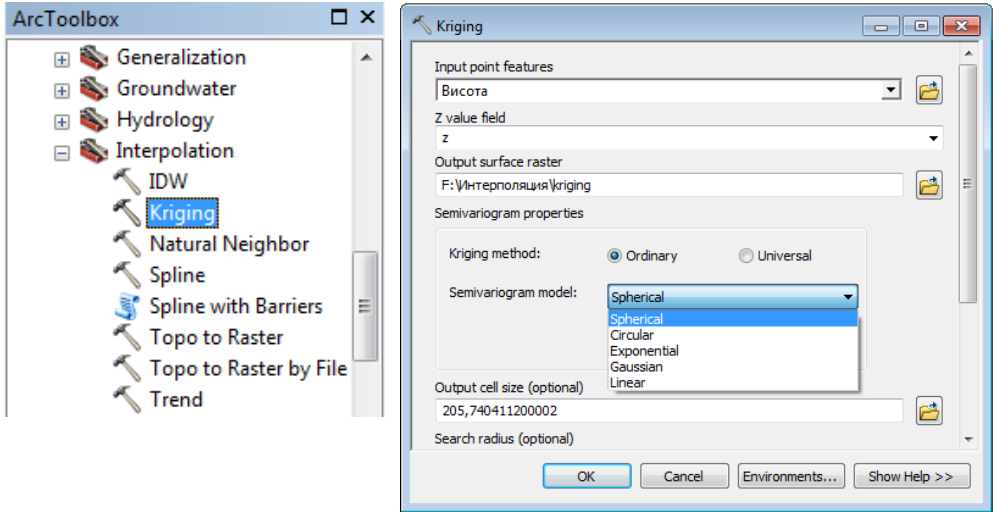
OBJECTID*	SHAPE*	z
1	Point	100.23
2	Point	110
3	Point	120
4	Point	130
5	Point	140
6	Point	135
7	Point	125
8	Point	115
9	Point	105
10	Point	110
11	Point	120
12	Point	140
13	Point	150
14	Point	160
15	Point	125
16	Point	135
17	Point	145
18	Point	155
19	Point	165

Потрібно використати інструменти інтерполяції для побудови растрового зображення поверхні, заданої цими точками.

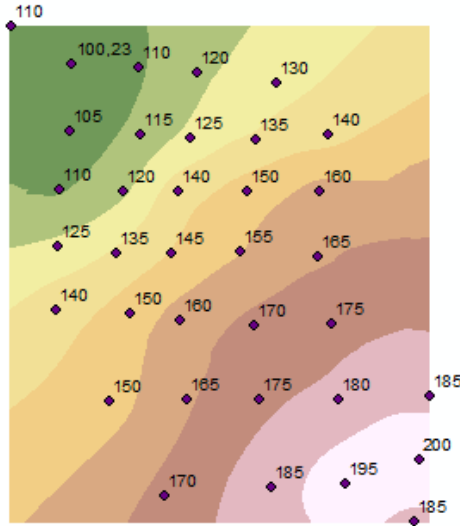
Скористаємося інструментом **IDW** (зворотньо-зважені відстані). У вікні, що відкриється при цьому, потрібно задати вхідні дані (клас точкових просторових об'єктів *Висота*), ім'я та місцезнаходження вихідного растру F:\Интерполяция\idw. Результат використання інструменту **IDW** показано в правому стовпчику.



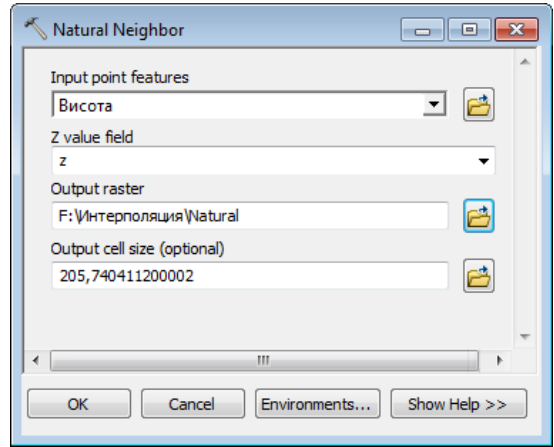
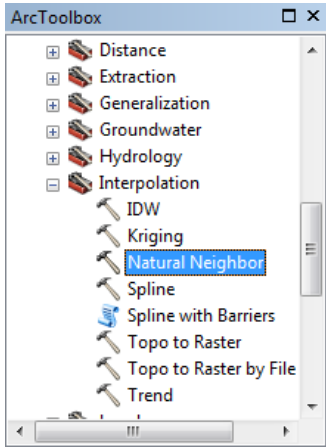
Тепер скористаємося інструментом **Kriging**. У вікні, що відкриється при цьому, потрібно задати вхідні дані (клас точкових просторових об'єктів *Висота*), ім'я та місцезнаходження вихідного растру F:\Интерполяция\kriging, звичайний (Ordinary) метод інтерполяції та модель варіограми.



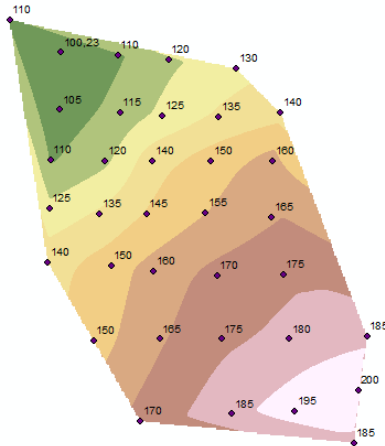
Результат використання інструменту Kriging показано нижче.



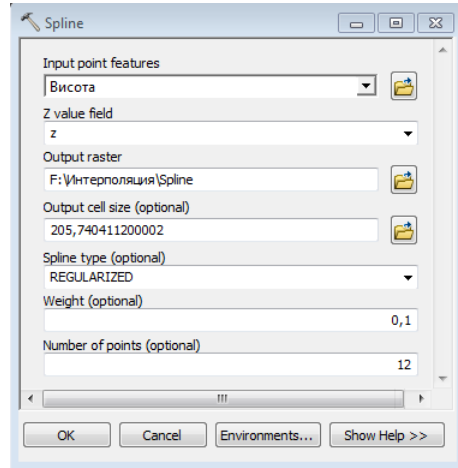
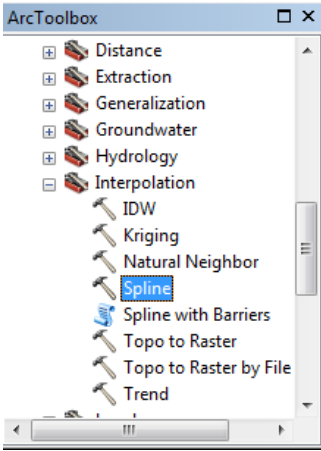
Скористаємося інструментом Інтерполяція **методом природного сусідства** (Natural Neighbor). У вікні, що відкриється при цьому, потрібно задати входні дані (клас точкових просторових об'єктів *Висота*), ім'я та місцезнаходження вихідного растру F:\Интерполяция\Natural.



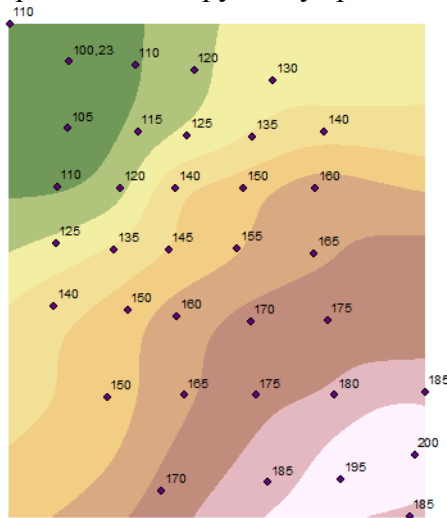
Результат використання інструменту *Інтерполяція методом природного сусідства* (Natural Neighbor) показано нижче.



Скористаємося інструментом Spline. У вікні, що відкриється при цьому, потрібно задати вхідні дані (клас точкових просторових об'єктів *Висота*), ім'я та місцезнаходження вихідного растру F:\Інтерполяція\Spline, тип сплайну, який буде використовуватися (REGULARIZED - виходить гладка поверхня та гладкі перші похідні, TENSION – буде отримана ще більш гладка поверхня), weight - параметр, що впливає на характер інтерполяції поверхні та кількість точок, що використовуються для локального наближення.

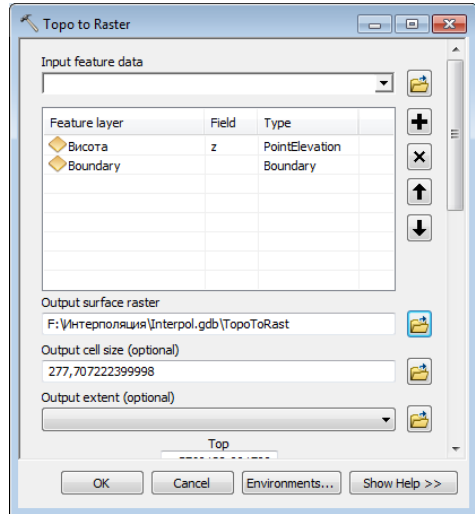
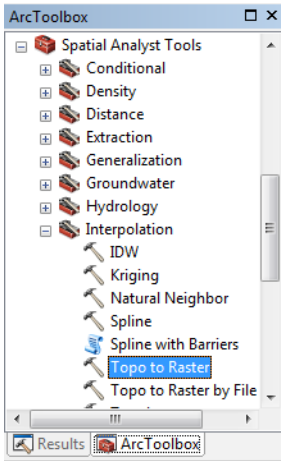


Результат використання інструменту *Spline* показано нижче.

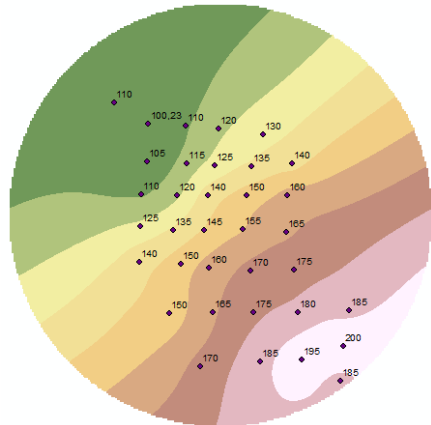
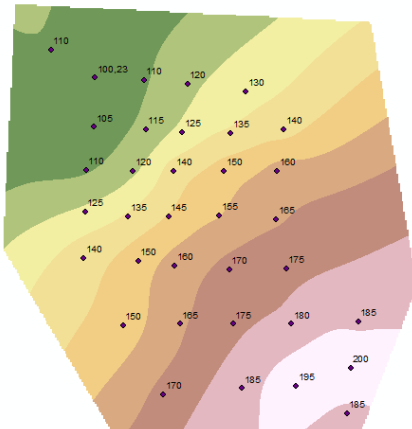


Скористаємося інструментом Топо в растр (Топо to Raster). У вікні, що відкривається при цьому, потрібно задати входні дані (клас точкових просторових об'єктів *Висота* та клас полігональних об'єктів *Boundary*). Для точкових просторових об'єктів обов'язково потрібно вказати тип *PointElevation*, для полігональних об'єктів вка-

зати тип Boundary. Потрібно також вказати ім'я та місцезнаходження вихідного растру F:\Інтерполяція\Spline\Interpol.gdb\TopoToRast.



Результат використання інструменту *Topo to Raster* показано нижче на лівому малюнку. Поле растру обмежено контуром, який вказано у вигляді полігонального класу просторових об'єктів. Якщо вибрати контур у вигляді кола, то отримаємо зображення на правому малюнку.



Для отримання більш якісного растрового зображення бажано мати якомога більше точок з даними. Мінімальна кількість точок, з допомогою яких можна побудувати растрове зображення, рівна 5. Перевіримо це прикладі.

Створимо персональну базу даних *Inter_2.mdb* з точковим класом просторових об'єктів *Точки_3* та полігональним класом просторових об'єктів *Контур_3*.

Введемо 5 точок з даними висот *Z* та температури *T*.

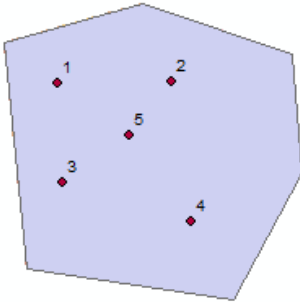
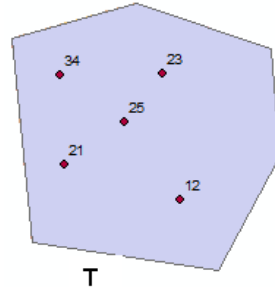
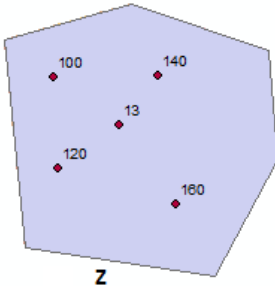
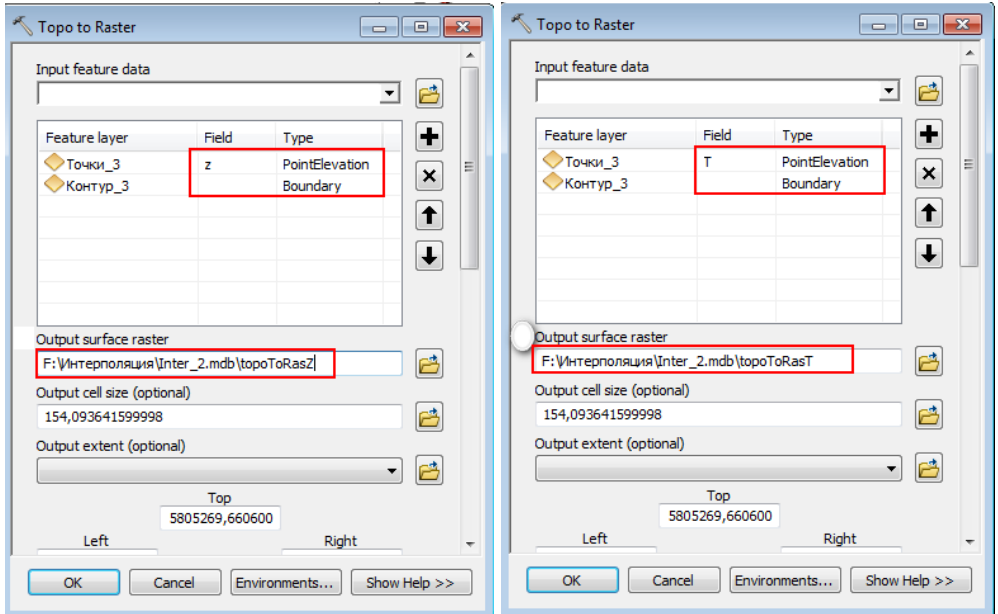


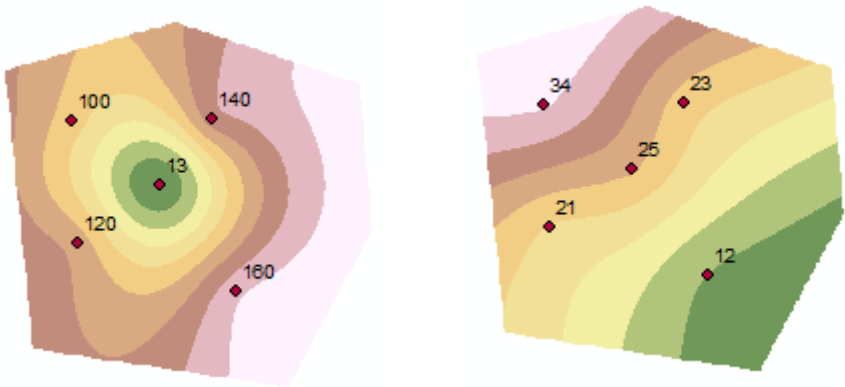
Table				
Точки_3				
	OBJECTID *	SHAPE *	z	T
▶	1	Point	10	34
	2	Point	14	23
	3	Point	12	21
	4	Point	16	12
	5	Point	13	25



Скористаємося інструментом *Топо в растр* (*Топо to Raster*). У вікні, що відкриється при цьому, потрібно задати вхідні дані (клас точкових просторових об'єктів *Точки_3* та клас полігональних об'єктів *Контур_3*). Для точкових просторових об'єктів обов'язково потрібно вказати тип *PointElevation*, для полігональних об'єктів вказати тип *Boundary*. Потрібно також вказати ім'я та місцезнаходження вихідного растру *F:\Інтерполяція\Spline\Inter_2.gdb\ТопоToRasZ* та *F:\Інтерполяція\Spline\Inter_2.gdb\ТопоToRasT*.



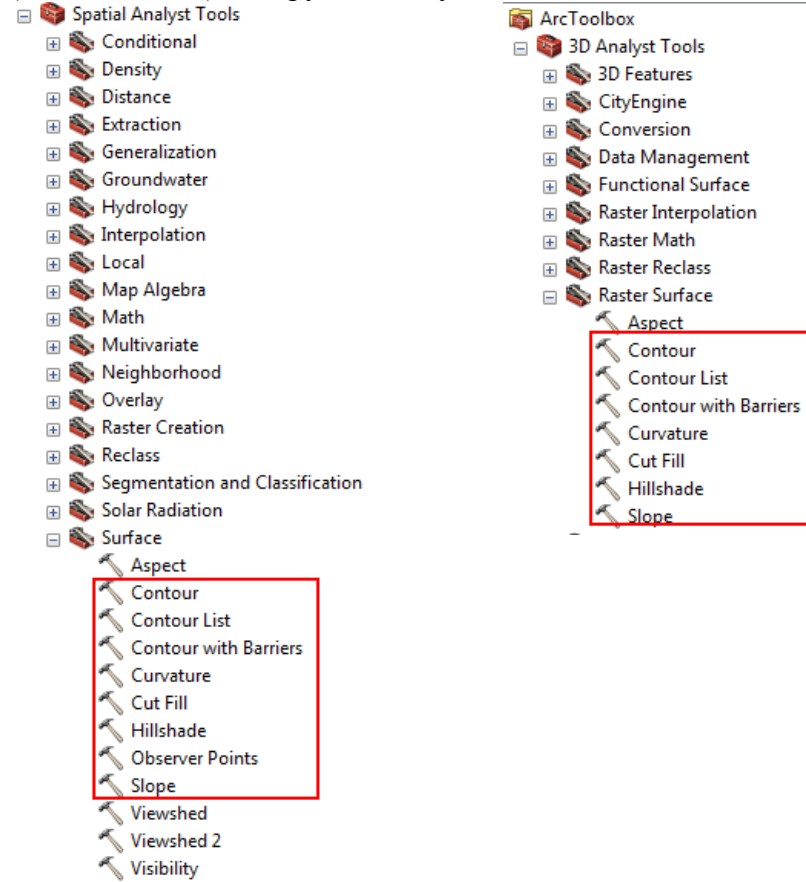
Результат використання інструменту *Topo to Raster* показано нижче для висоти Z (зліва) та для температури T (справа).



10.2. Витяг даних з поверхні висот

Поверхні будуються на основі значень x , y та z (висота). Це дозволяє виконати географічний аналіз з урахуванням висот і глибин. Після створення растру висот ви можете на їх основі отримати новий набір даних, що відображає характеристики поверхні, такі як уклони і

експозиція. Інструменти, що дозволяють отримувати нові поверхні на базі висот поверхні, це Ізолінія (Contour), Схил (Slope), Експозиція (Aspect), Відмивка (Hillshade) і Кривизна (Curvature). Отримані набори даних можна використовувати для подальшого аналізу, наприклад, аналізу накладання, а також для візуалізації і картографії. Ці інструменти розташовані в групі Surface набору Spatial Analyst, і в групі (Raster Surface) набору 3D Analyst.



Інструмент Експозиція (*Aspect*) обчислює напрямок найкрутішого уклону для кожної зони. Експозиція поверхні впливає на кількість сонячного світла, що падає нього. Інструмент Ізолінія (*Contour*) обчислює лінії однакових значень по різній поверхні.

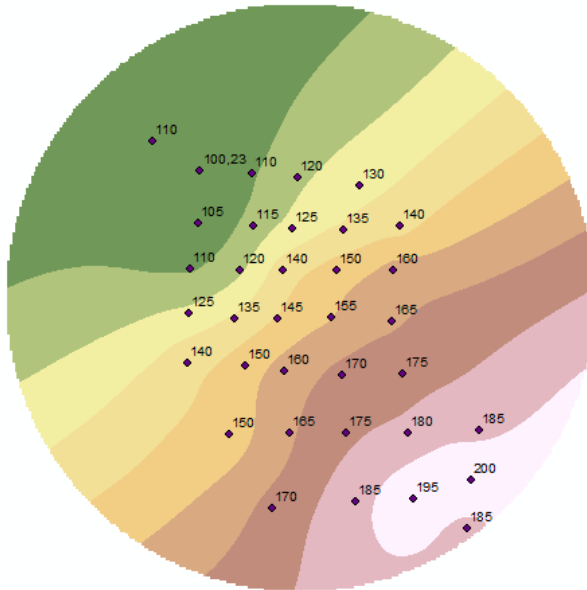
Інструмент Схил (*Slope*), обчислює максимальну величину зміщення між сусідніми клітинами, яка звичайно використовується для позначення ступінчатості рельєфу.

Відмивка (*Hillshade*) показує інтенсивність освітлення поверхні джерелом світла в певному положенні. Інструмент може моделювати затемнення одних ділянок поверхні іншими.

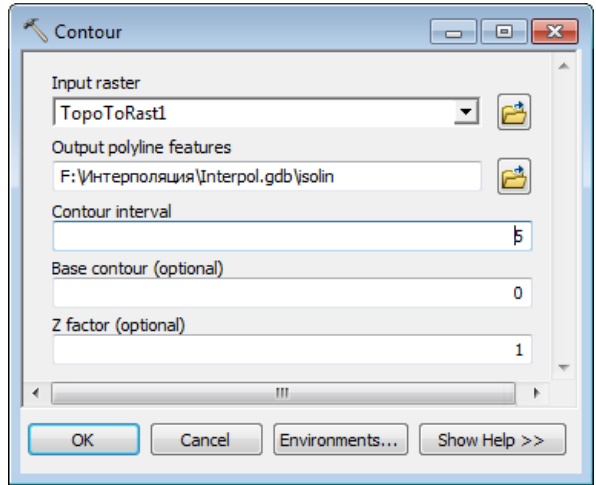
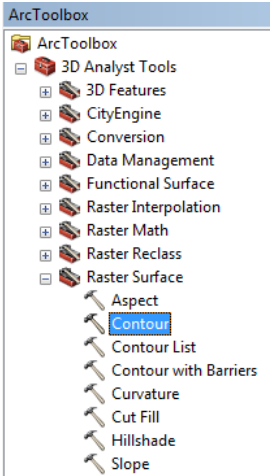
Кривизна (*Curvature*) визначає, чи є ця частина поверхні випуклою або вогнутою. З випуклих поверхонь, таких як гребні, може здійснюватися стік в нижні області. Вогнуті частини, наприклад, канали, накопичують поверхневий стік з відповідних областей.

Поверхні, отримані з допомогою перелічених вище інструментів, можна комбінувати з оригінальною поверхнею висот, або одна з одною.

Продемонструємо можливості побудови ізоліній на основі даних, отриманих з растрових зображень. Розглянемо растрове зображення, отримане з допомогою інструменту *Торо to Raster*, відображене на стор. 88.



Побудуємо ізолінії, використавши інструмент *Contour*.



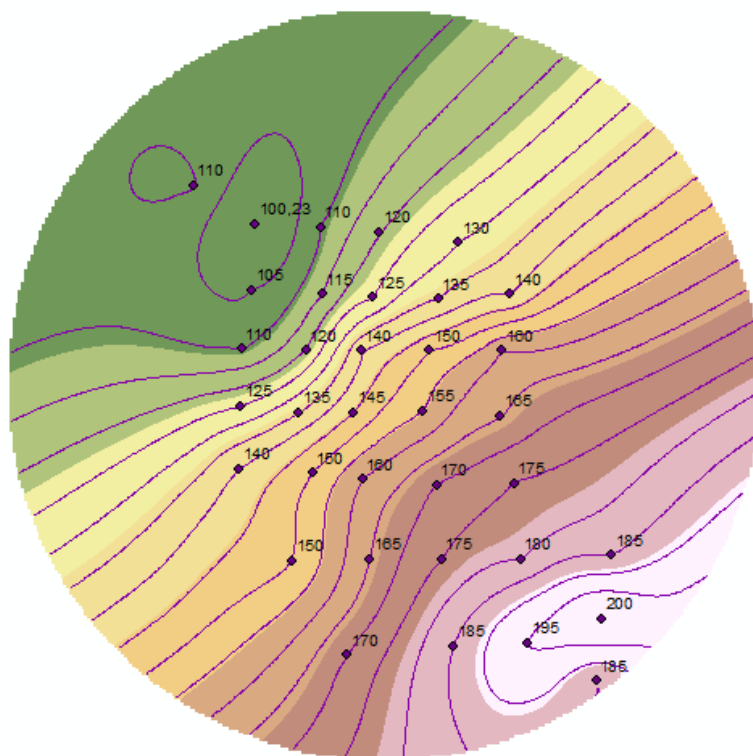
Інструмент *Contour* потребує в якості вхідних даних отримане раніше растрове зображення (*TopoToRast1*). В якості вихідних даних укажемо файл *F:\Інтерполяція\Interpol.gdb\isolin*, що належить до класу лінійних просторових об'єктів та буде створений після відпрацювання інструменту *Contour*.

Параметром *Contour interval* задаємо шаг приросту ізоліній. Як видно із даних максимальна висота поверхні складає 200 одиниць, мінімальна – 100. Виберемо шаг приросту ізоліній – 5 одиниць.

Параметр *Base contour* визначає основний (початковий) контур ізоліній. Всі інші ізолінії створюються вище і нижче цього значення, оскільки це необхідно для охоплення всього діапазону значень вхідного растру. Задаємо його рівним нулю.

Параметр *Z-factor* - це коефіцієнт перерахунку одиниці виміру, який використовується при генеруванні контурів. Значення за замовчуванням дорівнює 1. Контурні лінії створюються на основі *z*-значень у вхідному растрі, які вимірюються в одиницях (метрах або футах). Якщо *z-фактор* дорівнює 1, контури будуть в тих же одиницях, що і *z*-значення вхідного растру. Щоб створити контури в інших одиницях виміру, відмінних від *z*-значень, встановіть відповідне значення для *z-фактора*.

Натискаємо кнопку ОК і отримуємо відображення ізоліній по растровому зображенню.



Література

1. Петренко О.Я. Побудова електронної карти засобами ArcGIS: Навчальний посібник. / О.Я. Петренко – К: ІПДО НУХТ, 2015. – 96 с.
2. Петренко О.Я. Управління географічними даними засобами ArcGIS: Навчальний посібник. / О.Я. Петренко – К: ІПДО НУХТ, 2016. – 70 с.
3. ArcGIS 9. ArcGIS Desktop. Руководство пользователя. Електронне видання. Using_ArcGIS_Desktop.pdf
4. Геостатистика: теория и практика / В. В. Демьянов, Е. А. Савельева ; под ред. Р. В. Арутюняна; Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. — М. : Наука, 2010. — 327 с. — ISBN 978-5-02-037478-2 (в пер.).

