

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА
ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра екології і ґрунтознавства

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних занять з дисципліни
“Геоінформаційні системи і технології в екології”

Частина 3

**Інтерполяція даних та основи картографії
Просторовий аналіз**

ДНІПРОПЕТРОВСЬК 2012

Методичні вказівки до лабораторних занять з дисципліни “Геоінформаційні системи і технології в екології” – ч. 1. «Інтерполяція даних та основи картографії. Просторовий аналіз» / Дніпропетровський державний аграрний університет – Дніпропетровськ. 2012. – 22 с.

Методичні вказівки склав докт. біол. наук, доцент Жуков О. В.

Методичні вказівки затверджені на засіданні кафедри екології і ґрунтознавства протокол № 17 від 28.03.2012 р.

Затверджено на науково-методичній Раді еколого-меліоративного факультету протокол № 8 від 30.03.2012 р.

Лабораторна робота №7

Інтерполяція даних та основи картографії

Цілі:

Після завершення заняття студенти повинні:

- : Повинні вміти створювати карти на основі точкових даних за допомогою різних методів інтерполяції

Задачі:

- : за допомогою модуля просторового аналізу дослідити різні методи інтерполяції даних та порівняти якість отриманих шарів даних. З даних, отриманих за допомогою монітору врожайності побудувати карту врожайності сільськогосподарської культури.

Матеріали та обладнання:

- ArcGIS.
- Данні для виконання роботи

Розміщення даних:

Усі данні для виконання роботи розміщені на комп'ютері 1004-server, група Agro, папка GIS. (мережа/agro/1004-server/GIS/Practice/Lab_7/Data). **ВАЖЛИВО:** доступ до вихідних даних для цієї та наступних робіт обмежується тільки читанням даних, тобто ви не можете данні змінити. Для виконання завдань, створення нових даних, коригування вихідних даних необхідно скопіювати файл, що буде редагуватися в вашу власну директорію (призначається на першому занятті). Доступ до персональної директорії повний, кількість одночасно працюючих з директорією користувачів – 1. Для запобігання неавторизованого доступу до вашої папки необхідно на початку заняття зразу відкрити цю папку в ArcCatalog. При цьому ніхто інший вже не буде мати до неї доступу.

Інструкція:

Під час роботи необхідно створити та порівняти зовнішній вигляд карт врожайності, які отримали за допомогою різних методів інтерполяції.

Порядок роботи:

При створенні карт на основі даних зібраних з секундним інтервалом (наприклад за допомогою монітору врожайності) необхідно використовувати спеціальні методи інтерполяції для візуалізації закономірностей представлених картою. При створенні карт на основі нечисленних, розкиданих по території даних (наприклад, результатів обстеження властивостей ґрунту) необхідно застосовувати певні методи заповнення проміжків між розташованими на певній відстані одна від одної точок збору даних. Фактично, данні повинні бути якимось чином “розтягнуті”, щоб оцінити властивості місцевості в місцях між точками фізичного визначення її параметрів. Ця методика

носить назву інтерполяції, Інтерполяція – це метод передбачення невідомих величин на основі відомих, що знаходяться у безпосередній близькості.

Інтерполяція розраховує значення комірок растру на підставі обмеженого числа точок вимірювань. Її можна використовувати для обчислення невідомих значень будь-яких географічних точкових даних: висоти над рівнем моря, рівня опадів, концентрації хімічних речовин, рівня шуму і т.д.

Припущення, що дозволяє проводити інтерполяцію, полягає в тому, що просторово розподілені об'єкти просторово зв'язані; іншими словами, близькі об'єкти мають близькі характеристики. Наприклад, якщо дощ йде на одній стороні вулиці, ви можете з великою упевненістю припустити, що він йде також і на іншій стороні. Ви можете бути менш упевнені, що дощ йде у всьому місті і ще менш упевнені, що він йде в сусідньому районі. За допомогою цієї аналогії легко зрозуміти, що значення точок, розташованих ближче до комірки растру, скоріше будуть схожі на значення комірки, що розраховується, чим значення віддалених точок. Це основа інтерполяції.

У випадку з картуванням властивостей ґрунту, береться за основу припущення, що властивості ґрунту на ділянках, де зразки ґрунту не відбиралися, можуть бути визначені шляхом комбінування відомих значень властивостей ґрунту на сусідніх ділянках поля. Зазвичай використовуються наступні методи інтерполяції даних:

- **метод "найближчого сусіда"**
- **метод локального усереднювання**
- **метод зворотно-зваженої відстані (IDW)**
- **сплайн**
- **оконтурювання**
- **Kriging**

IDW обчислює значення пікселів по середньому від суми значень точок вимірів, що знаходяться поблизу кожного пікселя. Чим ближче точка до центру оцінюваного пікселя, тим більша вага, або вплив, має її значення в процесі обчислення середнього. Цей метод припускає, що вплив значення зміряної змінної убуває у міру збільшення відстані від точки виміру.

Сплайн розраховує значення пікселів на основі математичної функції, що мінімізує кривизну поверхні, обчислюючи найбільш рівну поверхню, що точно проходить через всі точки вимірювань.

Ідея аналогічна розтягання гумової плівки, так щоб вона проходила через всі крапки, при мінімізації кривизни поверхні. Вона розташовується відповідно до математичної функції від заданого числа найближчих точок за умови проходження через всі

точки вимірів. Цей метод найбільш зручний для поступово змінних поверхонь, таких, як висота земної поверхні, рівень ґрунтових вод або концентрація шкідливих речовин.

Методи інтерполяції назад зваженої відстані (IDW) і сплайн називають детерміністичними методами інтерполяції, оскільки вони безпосередньо спираються на навколишні визначені значення або на задані математичні формули, що визначають гладкість підсумкової поверхні. Друга група методів інтерполяції складається з геостатистичеських методів (таких, як Kriging), заснованих на геомоделях, що включають автокореляцію (статистичний взаємозв'язок між заміряними точками). Тому така технологія дозволяє не тільки отримати розрахункову поверхню, але також визначити значення точності або достовірності розрахунку. Kriging схожий на IDW в тому, що він враховує вагу навколишніх замірянних значень для того, щоб визначити розрахункове значення для пікселя, в якому не було даних.

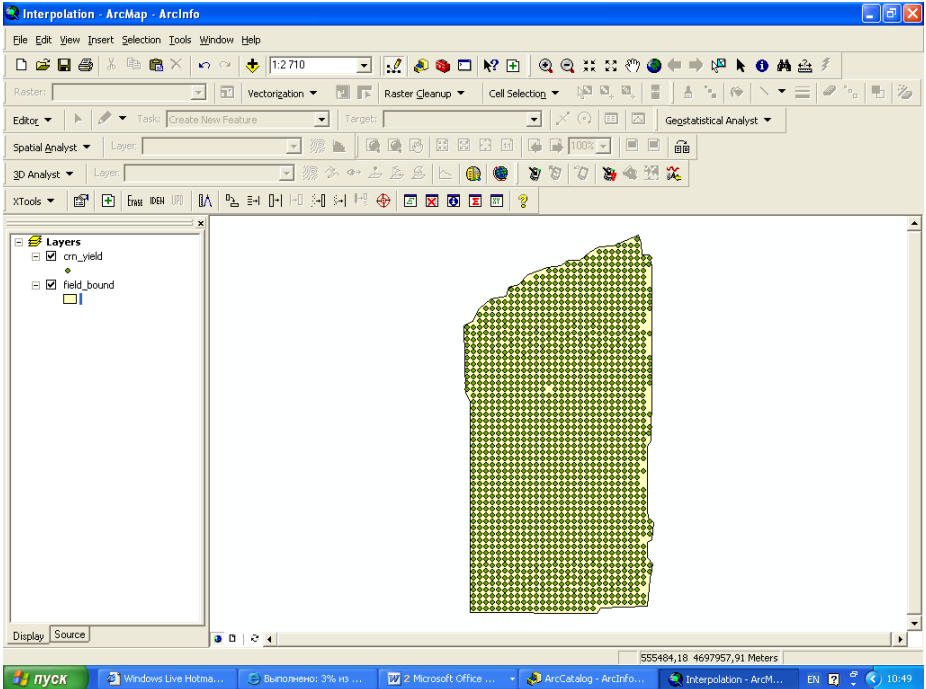
Для проведення аналізу буде використано 2 шари даних:

crn_yield – векторний шар точок визначення врожайності за допомогою монітору врожайності (точки, одиниці виміру – метри, картографічна проекція UTM, зона 15)

field_bound – векторний шар контурів поля (полігони, одиниці виміру – метри, картографічна проекція UTM, зона 15)

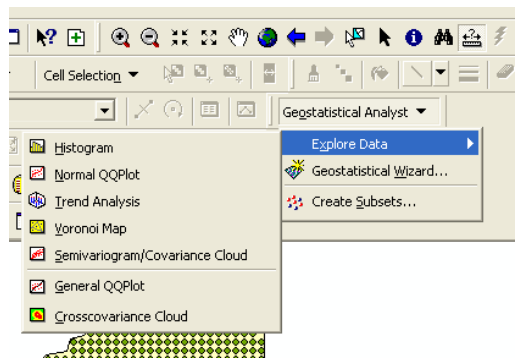
ЕТАП 1 – ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧКОВИХ ДАНИХ

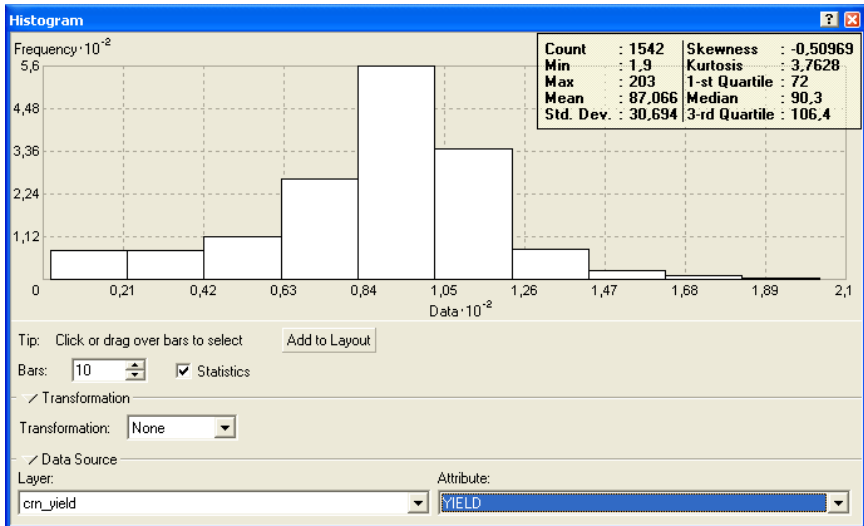
- Запустити ArcMap та створити нову карту назвавши її <interpolation>.mxd та зберегти її у папці для готових завдань мережа/agro/1004-server/GIS/Practice/Lab_7/Finished/Group1...8.
- Додати в створений проект шар контуру поля (field_bound.shp) та файл з даними про врожайність кукурудзи, зібраної на даному полі (crn_yield.shp). Зовнішній вигляд вікна обзору даних буде таким



Спочатку ознайомитися з даними шару врожайності кукурудзи. ArcMap має потужний пакет геостатистичного аналізу (Geostatistical Analyst). Ми розглянемо лише загальну інформацію про дані. Перевірити активізацію модуля Geostatistical Analyst (Tools – Extensions – поставити мітку навпроти Geostatistical Analyst). Додати панель інструментів Geostatistical Analyst (View – Toolbars - Geostatistical Analyst). В панелі вибрати опцію дослідження даних (Explore Data), гістограма (Histogram).

У діалоговому вікні вибрати шар до буде досліджуватися (Layer) та параметр – врожайність (Yield). З'явиться стовбчаста діаграма розподілу рівнів врожайності. Основні статистичні показники наводяться в віконці вгорі справа.





Питання 1: Яка кількість точок заміру врожайності (Count) занесена в базу даних? В яких межах коливалася врожайність кукурудзи (Min, Max)? Вказати середню врожайність на полі.

Питання 2: За допомогою інструменту вибору на основі атрибутивних даних визначити розташування ділянок з врожайністю нижче 40 ц/га (вибір (Selection) – вибір по атрибутам (Selection by attribute) – вибрати шар (Layer), метод створення вибірки (створити нову вибірку (Create new selection)), вказати поля атрибутивної таблиці на основі яких буде створюватися вибірка (Fields). Вибрати поле врожайності (Yield) та параметр вибору даних (<40). Натиснути Apply. Проаналізуйте розміщення точок, що відповідають параметрам вибірки. Змініть параметр вибірки. Як зміниться розміщення точок?

Інтерполяція точкових даних проводиться інструментом модуля просторового аналізу (Spatial Analyst) інтерполювати в растр (Interpolate to Raster). Модуль дозволяє проводити інтерполяцію наступними методами:

- IDW
- Сплайн
- Kriging

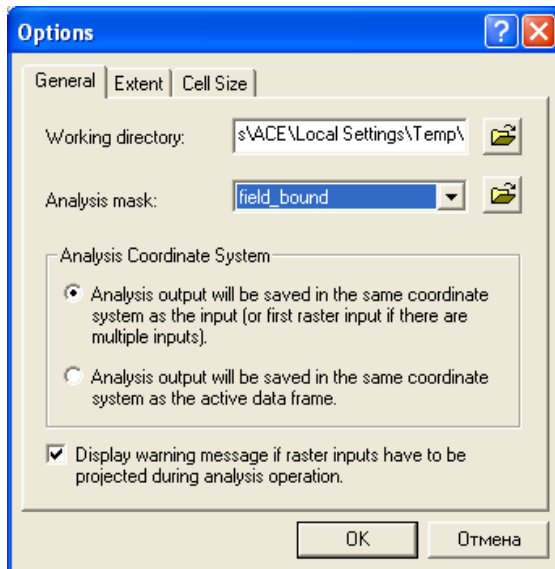
Кожний з них спирається на певні припущення про те, як точніше обчислити значення пікселів. Для якнайкращої відповідності розрахункових значень реальним в різних випадках слід використовувати різні способи інтерполяції, залежно від того, яке явище відображають значення і як розподілені точки вимірів. Проте при будь-

якому методі інтерполяції якість результату прямо пропорційна кількості точок з відомими значеннями.

ЕТАП 2 – ІНТЕРПОЛЯЦІЯ ДАНИХ

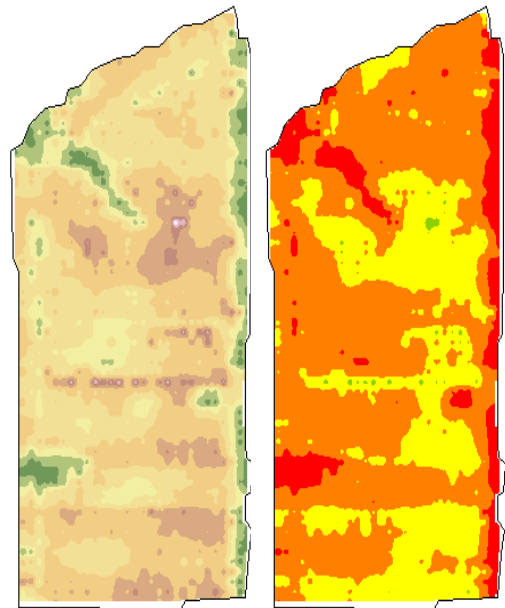
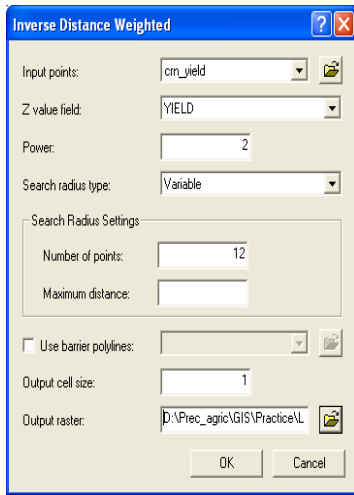
Для коректного відображення результату інтерполяції необхідно встановити опції маски аналізу

- В меню Spatial Analyst вибрати Options-General-Analysis Mask та вказати який з файлів буде служити межами нового шару. Вибрати файл контурів поля field_bound.shp.

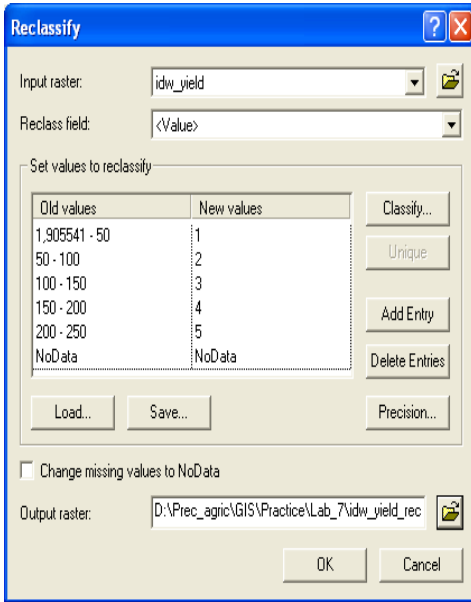


Спочатку отримаємо шар врожайності методом IDW

- В меню просторового аналізу вибрати створення растру методом інтерполяції (Spatial Analyst-Interpolate to Raster-Inverse Distance Weight)



- В діалоговому вікні вказати шар точкових даних по яким буде проводитися інтерполяція (Input Points), вибрати параметр на основі якого буде проводитися інтерполяція (Z values) – вибираємо врожайність (Yield), ступінь впливу відстані (Power) – встановити 2, розмір комірки растру (Output cell size) – 1 м, назву файлу растру та папку (Output raster). Вихідний растр назвати idw_yield.
- Після проведення аналізу буде отримано карту врожайності культури. При цьому цей шар буде автоматично розбито на 9 класів. Перекласифікуйте отриманий шар даних на класи з кроком в 50 ц/га. Відкрити властивості нового шару та вибрати параметри відображення. Двійний клік на шарі – Classification (4 класи) – встановити інтервали (Classify – Defined Interval, Interval Value - 50). Вибрати кольорову палітру від зеленого до червоного, та змінити порядок кольорів на від червоного до зеленого. Для цього необхідно: правий клік на символі кольору та вибрати Flip Colors. ОК. Маєте карту, де червоним кольором виділені ділянки з низькою врожайністю, а зеленим – з високою. У кожного з пікселів буде своє унікальне значення врожайності. Перевірте це.
- Для підрахунку площі ділянок поля, що відносяться до кожного з класів врожайності (<50, 50-100, 100-150, 150-200, >200 ц/га) провести постійну перекласифікацію растру де вказати приведені нижче нові значення для пікселів. При цьому старі значення врожайності будуть замінені на вказані вами. Дану операцію ви вже проводили в роботі “Просторовий аналіз”. Дати назву пере класифікованому шару – idw_yield_rec.



| ObjectID | Value | Count |
|----------|-------|-------|
| 0 | 1 | 2178 |
| 1 | 2 | 25843 |
| 2 | 3 | 10985 |

Площу кожного класу врожайності визначити шляхом перемноження кількості пікселів класу (шар після перекласифікації – атрибутивна таблиця) на площу 1 пікселя (1 м^2).

Питання 3: На якій площі врожайність становила 50-100 ц/га?

Провести аналіз врожайних даних іншим методом інтерполяції – Kriging

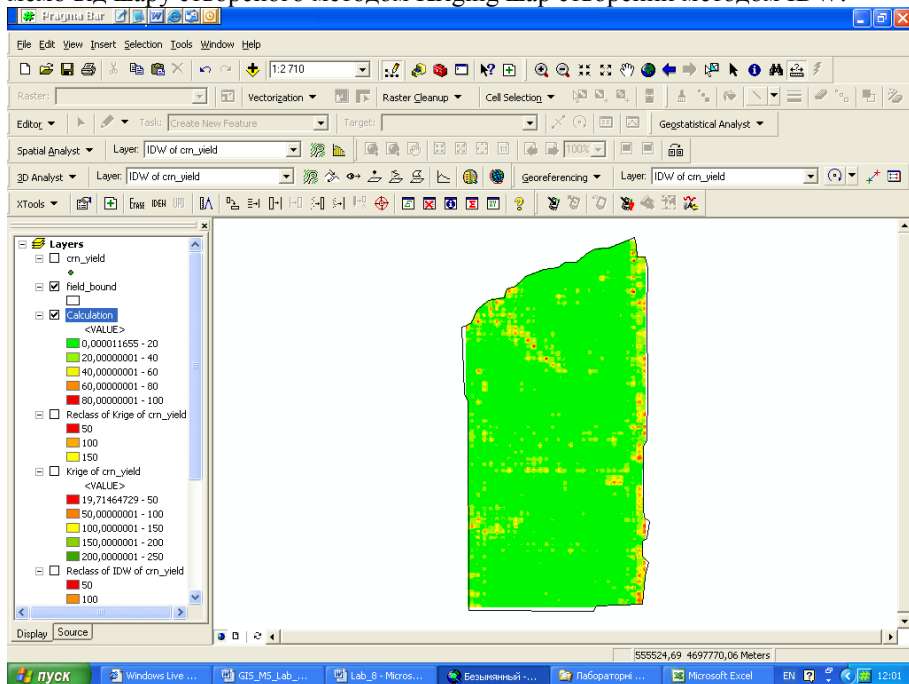
В меню просторового аналізу вибрати створення растру методом інтерполяції (Spatial Analyst-Interpolate to Raster-Kriging). Залишити параметри незмінними, встановити назву вихідного растру krg_yield. Отримайте растровий шар даних. Параметри відображення змінити як це робили для методу IDW. Увага на кількість класів! Необхідно добитися відображення кольорів, як і в попередній карті.

Провести постійну перекласифікацію растру як для IDW. Дати назву пере класифікованому шару – krg_yield_rec. Площу кожного класу врожайності визначити шляхом перемноження кількості пікселів класу (шар після перекласифікації – атрибутивна таблиця) на площу 1 пікселя (1 м^2).

Питання 4: Поясність причину різниці площі ділянок з різними рівнями врожайності, що розраховані методом IDW та Kriging?

ЕТАП 3 – ПЕРЕВІРКА ТОЧНОСТІ РІЗНИХ МЕТОДІВ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ

Для порівняння результатів інтерполяції даних різними методами необхідно відняти значення, асоційованих з пікселями одного шару від подібних в іншому шарі. Відніmemo від шару створеного методом Kriging шар створений методом IDW.



- Spatial Analyst – Raster Calculator будемо запит $Abs((krg_yield - idw_yield) / krg_yield * 100)$. Це нам дасть можливість отримати поверхню, яка представляє різницю у відсотках між результатами, отриманими методами Kriging та IDW. Натиснути Evaluate
- Змінено параметри відображення (крок 20% від 0 до 100+, кольорова палітра як і раніше від зеленого для низьких відсотків до червоного на значних) шару.
- Проведіть перекласифікацію результатів та визначте площу поля де різниця між результатами двох методів була менша за 20% (результати представити в м² та в відсотках від загальної площі).

Питання 5: Яка площа поля з різницею результатів між двома методами меншою за 20%? Більша за 60%?

- Провести пошук в Інтернет зразків якісних карт, ознайомитися з їх структурою та дизайном. Приклади сайтів на яких представлені зразки якісних карт наведено нижче:
www.avenza.com/MPcomp/2003/
<http://www.acsm.net/maparchives.html>
http://www.esri.com/mapmuseum/mapbook_gallery/volume21/index.html
 Близько 30 зразків карт знаходяться в папці Data_Lab7 - Map_samples.
- На основі отриманих шарів idw_yield_rec, krg_yield_rec та шару контурів поля створити 2 карти, додавши до карти усі необхідні компоненти (див. лекцію №6). Експортувати карти у формат *.tiff та зберегти у вашій персональній папці.

В наведеній нижче таблиці дати відповіді на питання 1-5. Зберегти таблицю для перевірки в файлі <ваше прізвище>.doc в папці “Для виконаних завдань” на комп’ютері 1004-server, група Agro, папка GIS. (мережа/agro/1004-server/GIS/Practice/Lab_7/Finished/Group_1...8)

| Завдання | | Відповіді |
|-----------|---|-----------|
| Питання 1 | <i>Яка кількість точок заміру врожайності (Count) занесена в базу даних?</i> | |
| | <i>В яких межах коливалася врожайність кукурудзи (Min, Max)?</i> | найнижча |
| | <i>Вказати середню врожайність на полі.</i> | найвища |
| Питання 2 | <i>Проаналізуйте розміщення точок, що відповідають параметрам вибірки. Змініть параметр вибірки. Як зміниться розміщення точок?</i> | |
| Питання 3 | <i>На якій площі врожайність становила 50-100 ц/га?</i> | |
| Питання 4 | <i>Поясніть причину різниці площі ділянок з різними рівнями врожайності, що розраховані методом IDW та Kriging?</i> | |
| Питання 5 | <i>Яка площа поля з різницею результатів між двома методами меншою за 20%? Більша за 60%?</i> | 1. <20% |
| | | 2. >60% |

Лабораторна робота №6

Просторовий аналіз

Цілі:

Після завершення заняття студенти повинні:

- : вміти проводити прості аналізи растрових даних за допомогою модуля просторового аналізу (Spatial Analyst).
- : вміти аналізувати цифрові моделі рельєфу (ЦМР)
- : вміти проводити перекласифікацію растрових даних
- : вміти конвертувати векторні дані в растрові
- : приймати управлінські рішення базуючись на результатах просторового аналізу даних

Задачі:

- : за допомогою модуля просторового аналізу та інших інструментів ArcGIS провести аналіз цифрової моделі рельєфу місцевості, віддаленості від доріг, характеру ґрунтового покриву та розрахувати вартість будівництва дороги на різних ділянках місцевості. Вибрати одну з п'яти ділянок землі, що найбільш підходить для будівництва дороги.

Матеріали та обладнання:

- ArcGIS.
- Данні для виконання роботи

Розміщення даних:

Усі данні для виконання роботи розміщені на комп'ютері 1004-server, група Agro, папка GIS. (мережа/agro/1004-server/GIS/Practice/Lab_6/Data). **ВАЖЛИВО:** доступ до вихідних даних для цієї та наступних робіт обмежується тільки читанням даних, тобто ви не можете данні змінити. Для виконання завдань, створення нових даних, коригування вихідних даних необхідно скопіювати файл, що буде редагуватися в вашу власну директорію (призначається на першому занятті). Доступ до персональної директорії повний, кількість одночасно працюючих з директорією користувачів – 1. Для запобігання неавторизованого доступу до вашої папки необхідно на початку заняття зразу відкрити цю папку в ArcCatalog. При цьому ніхто інший вже не буде мати до неї доступу.

Інструкція:

Основна мета заняття – навчитися використовувати модуль просторового аналізу для: побудови карти ухилів поверхні на основі цифрової моделі рельєфу місцевості; аналізу віддаленості об'єктів; пере класифікації растрів; проведення арифметичних операцій з растровими даними та конвертації векторних об'єктів в растрові.

Порядок роботи:

Просторовий аналіз растрових даних зазвичай використовують при роботі з подовженими у просторі суцільними об'єктами, такими як рельєф, температура, ухили або

відстань від об'єкту. ArcGIS у більшості випадків дозволяє аналізувати растрові данні засобами, що застосовуються при аналізі векторних даних і навпаки. Вибір того чи іншого інструменту залежить від точності отриманих результатів та простоти у використанні та часу, що необхідних для підготовки даних до аналізу.

В даній роботі ми проведемо невелике дослідження, метою якого є встановлення вартості будівництва сільської дороги в залежності від рельєфу місцевості, віддаленості від існуючої дорожньої мережі та властивостей ґрунтового покриву території. Також буде створена карта можливого розташування дороги при наявності обмеженої кількості фінансових ресурсів для будівництва та буде вибрано місце для будівництва. Подібна схема аналізу може застосовуватися, наприклад, при пошуку оптимального місця для життя популяції тварин: при цьому просторовий аналіз застосовується для визначення найкоротшого шляху до пасовища, до водойми, враховується рельєф і т.д.

Для вирішення поставленої задачі ми прийемо умовну вартість будівництва 1 метру дороги в 100 грн. Чим даліше від існуючої дороги буде будуватися дорога, тим більшою буде вартість будівництва. На основі топографічної карти було створено векторний шар доріг. Ми конвертуємо його в растровий формат де кожен піксел буде знаходитися на певній відстані від найближчої дороги і буде мати вартість будівництва дороги до неї. Крутизна ухилу поверхні також впливає на вартість будівництва (дорога на схилах обходиться дорожче). Залежність вартості від крутизни схилу нелінійна, ми застосуємо тригонометричну функцію для обчислення вартості на різних ухилах. Крутизну ухилу ми визначимо на основі ЦМР. Властивості ґрунтів також впливає на вартість будівництва - будівництво на болотистих, скальних ґрунтах вимагає додаткових витрат на підготовку до будівництва. Особлива увага ґрунтам в межах міст – при потребі будівництва в містах вартість будівництва росте через потребу викупу забудованих земельних ділянок у населення та знесення будівель. Далі усі шари вартості будівництва будуть додані один до одного, отримано результуючий шар вартості. Останнім кроком буде застосування фільтру, щоб обмежити території будівництва обсягом коштів, що планується витратити на будівництво (40000 грн).

При проведенні аналізу необхідно пам'ятати, що утворені нові шари даних є тимчасові і якщо їх не зберегти на диск, то вони будуть втрачені при завершенні роботи в ArcMap. Для збереження шару даних необхідно: правий клік на шарі в ТОС – зробити постійним (Make Permanent). В діалоговому вікні вказати директорію куди буде збережено шар даних.

Для проведення аналізу буде використано 5 шарів даних:

mar_rd83 – векторний шар автомобільних доріг (одиниці виміру – метри, картографічна проекція UTM, зона 15)

mardem – цифрова модель рельєфу місцевості (ЦМР) (растр, одиниці виміру – метри, картографічна проекція UTM, зона 15)

soil_prop – векторний шар властивостей ґрунту (атрибут: найменування ґрунтової різниці (musym))

sklad_locat – векторний шар можливого розташування складу, до якого буде побудована дорога


farm – векторний шар розташування ферми

При виконанні аналізу ми будемо застосовувати постійну рекласифікацію шарів даних. В попередніх роботах ми проводили тимчасову рекласифікацію (через меню властивостей шару – символи (Symbology) – класифікація (Classification)). При цьому вказувалися параметри групування даних у різні класи на основі якоїсь характеристики. Ми могли вибрати різні типи класифікації: ручний (Manual) (самостійно вибираються межі класів даних), однакові інтервали (Equal Intervals) (вказується кількість класів на які буде розбито дані, ArcMap самостійно встановлює межі між класами), вказані інтервали (Defined Intervals) (Вказуєте величину інтервалів, ArcMap самостійно встановлює кількість інтервалів), квантіль (Quantile) (в кожен із класів даних вводиться однакова кількість даних, наприклад 10%), стандартне відхилення (Standard Deviation) (ArcMap розраховує середнє значення та стандартне відхилення для характеристики та встановлює межі між групами даних на основі кількості стандартних відхилень) та інші. Даний метод класифікації НЕ ЗМІНЮЄ даних. Дані лише групуються у різні класи, їм присвоюється кольоровий код.

Іншим видом класифікації даних є постійна класифікація – ArcMap використовує дані із існуючого електронного шару, згідно вибраного типу класифікації групує дані по класам і замінює існуючі дані новими, вибраними користувачем (наприклад, усім пікселям шару ухилів поверхні з значеннями від 5 до 7 градусів присвоюється нове значення – 1).

Для проведення просторового аналізу даних застосовується модуль просторового аналізу ArcMap. Для того, щоб почати його використовувати необхідно перевірити чи активний він (Tools - Extensions, вибрати модуль просторового аналізу Spatial Analyst). Даний інструмент дозволяє аналізувати як растрові так і векторні данні, визначати віддаленість від об'єктів, щільність розміщення об'єктів, дозволяє створювати растрові шари на основі точкових даних різними методами інтерполяції, має модуль аналізу поверхні (ухил, аспект, поле обзору, заповнення виїмок та об'єми 3D об'єктів, має потужні статистичні можливості, використовується для рекласифікації даних, має потужний растровий калькулятор з можливістю використовувати сотні інструментів для просторового аналізу, дозволяє конвертувати растрові данні в векторні і навпаки, має можливість застосовувати маски для шарів.

ЕТАП 1 – СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ШАРУ УХИЛІВ ПОВЕРХНІ

- Запустити ArcMap та створити нову карту назвавши її <raster>.mxd та зберегти її у папці для готових завдань мережа/agro/1004-server/GIS/Practice/Lab_6/Finished/Group1...8.
- Додати до проекту ЦМР mardem. За допомогою ідентифікатора  та інформації про властивості шару дослідити ЦМР.

Питання 1: В яких одиницях представлена висота над рівнем моря? На якій висоті знаходиться найнижча та найвища точки ЦМР? Який розмір комірки растру (пікселя)? Яка площа (га) представлена ЦМР (врахувати кількість пікселів та площу одного пікселя)?

- Створити шар ухилів поверхні на основі ЦМР. Модуль просторового аналізу (Spatial Analyst) – аналіз поверхні (Surface Analysis) – ухил (Slope...). Вказати розмір пікселя (Output cell size) 10 м.
- Видалити ЦМР з проекту (правий клік на ЦМР в ТОС – видалити (Remove)).

Питання 2: Яка найменша, найбільша та середня крутизна ухилу?

- Повести класифікацію ухилів в групі з кроком в 1 градус. Просторовий аналіз (Spatial Analyst) – класифікація (Reclassify). В класифікаційній таблиці необхідно вказати метод класифікації. Вибрати класифікацію з однаковими інтервалами – класифікація (Classify...) - вказати метод класифікації (Method) – вказані інтервали (Defined Intervals) – вказати інтервал (Interval Size) – 1 метр. В правій частині вікна (Break Values) з'являться межі інтервалів. ОК. В наступному вікні вказати назву (slope_class) та місце куди буде збережено новий шар даних (ваша персональна папка).
- Видалити з проекту непотрібний тепер оригінальний шар ухилів поверхні, залишивши тільки некласифікований.
- Наступний крок – застосування формули розрахунку будівництва дороги на ухилах різної крутизни. Запустити калькулятор растрів (Raster Calculator) з модуля просторового аналізу.

ЕТАП 2 – РОЗРАХУНОК ВАРТОСТІ БУДІВНИЦТВА ДОРОГИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД УХИЛУ ПОВЕРХНІ, ВІДСТАНІ ВІД ІСНУЮЧИХ ДОРІГ ТА ХАРАКТЕРУ ГРУНТОВОГО ПОКРОВУ МІСЦЕВОСТІ

- Вартість будівництва дороги (грн.) на ухилах розраховується по формулі $\sin(\text{ухил (град)} / 57,2958) * 1000$. Інформацію про ухил містить раніше створений шар slope_class. Необхідно провести обчислення нових значень для ша-

ру ухилів на основі приведеної вище формули. Запустити калькулятор растрів (модуль просторового аналізу – калькулятор растрів (Raster Calculator). Ввести формулу розрахунку вартості за допомогою клавіш калькулятора (НЕ ВИКОРИСТОВУЙТЕ КЛАВІАТУРУ КОМП'ЮТЕРУ). Вікно калькулятора повинно виглядати як нижче. Натиснути Evaluate.

Отримано шар вартості будівництва в залежності від ухилу поверхні. Зберегти шар в персональній папці під ім'ям `slope_cost`. Обстежте шар даних, зверніть увагу на найменше та найбільше значення вартості, відмітьте, що вартість збільшується із збільшенням крутизни ухилу.

Наступний крок – створення шару на основі існуючої сітки автодоріг.

- Додати до проекту карту доріг (`Mar_rd83.shp`)
- Вибрати інструмент з модуля просторового аналізу – відстань (Distance) – відстань по прямій (Straight Line...). У діалоговому вікні встановити розмір пікселю (Output cell size, 10 м) та вказати назву шару (Distance) та місце де він буде збережений. ОК.

При дослідженні нового шару звернути увагу на ділянки, що знаходяться найдалше від будь-якої дороги. Відкрийте вікно властивостей шару – відкрити вкладку символи (Symbolology) – вибрати спосіб відображення даних (класифіковані дані, Classified) – натиснути вкладку класифікації (Classify...) – у відкритому вікні вивчити статистичні дані про шар (Classification Statistics). Найбільша відстань від дороги (maximum) – 992 м, середня (mean) – 199 м.

- Вартість будівництва дороги від існуючих доріг визначається за допомогою калькулятора растрів. В вікні переліку растрових шарів даних проекту вибрати той, що представляє відстань до доріг (Distance). Вартість будівництва 1 метру дороги – 100. Перемножуємо значення відстаней, що містяться у кожному пік селі шару на вартість будівництва 1 метру дороги. Будете формулу $[Distance]*100$. Отриманий шар відображає вартість будівництва дороги на рівнині у гривнях у відповідності до її довжини.
- Зробити шар даних постійним та зберегти його під ім'ям `dist_cost`.
- Наступним етапом аналізу є створення на основі електронної карти ґрунтового покриття шару коефіцієнтів збільшення вартості в залежності від властивостей ґрунту та приналежності територій до різних агропромислових груп.

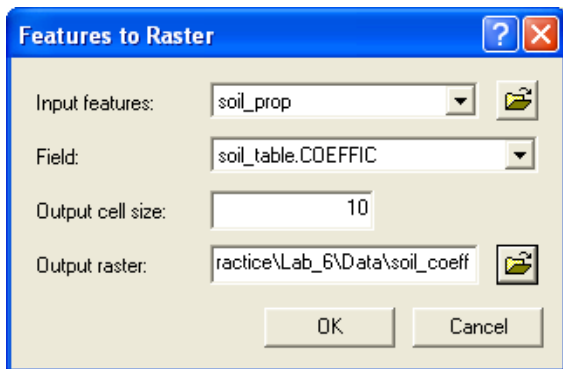
| MUSYM | COEFFIC |
|-------|---------|
| 1029 | 50,0 |
| 1033 | 50,0 |
| W | 50,0 |
| 852B | 30,0 |
| 1055 | 10,0 |
| 1819F | 10,0 |
| 1820F | 10,0 |
| 540 | 5,0 |
| 541 | 5,0 |
| 543 | 5,0 |
| 544 | 5,0 |
| 12C | 1,2 |
| 12D | 1,2 |
| 896C | 1,2 |
| 896D | 1,2 |
| 896F | 1,2 |
| 100B | 1,0 |
| 100C | 1,0 |
| 120 | 1,0 |
| 151B | 1,0 |
| 153B | 1,0 |

Карта ґрунтів території була отримана з сайту <http://soildatamart.nrcs.usda.gov/>. Карта складалася з 15000+ полігонів різних ґрунтових різниць. Площа полігонів варіювала від 0,01 до 750 га. Карта була обрізана до розмірів досліджуваної ділянки. Атрибутивна таблиця карти містить інформацію лише про назву ґрунтової різниці. Додатково було розроблено коефіцієнти збільшення вартості будівництва в залежності від властивостей ґрунту (74 ґрунтових різниць). Фрагмент таблиці наведено нижче. Найвищий коефіцієнт (50) присвоєно територіям під водою, заболоченим ґрунтам та кар'єрам через необхідність в значних затратах при будівництві дороги по таким землям. Коефіцієнт 30 було присвоєно ґрунтам під забудовою через необхідність викупу даних земель та знесення будівель, що також недешево. Коефіцієнт 10 було присвоєно виходам скальних порід, коефіцієнт 5 – торф'яникам, 1,2 – щебенюватим ґрунтам. Інформація про коефіцієнти для кожної ґрунтової різниці знаходиться в файлі soil_table.dbf в папці мережа/agro/1004-server/GIS/Practice/Lab_6/Data. Необхідно об'єднати векторний шар ґрунтів з базою даних коефіцієнтів подорожчання будівництва та конвертувати векторний шар ґрунтів в растр.

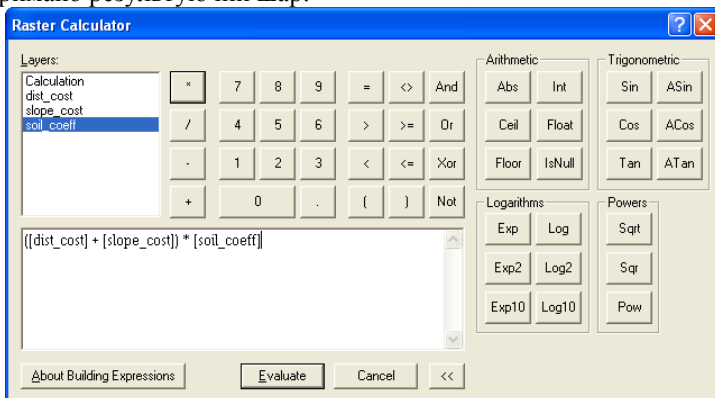
Для об'єднання карти ґрунтів з базою даних необхідно щоб і атрибутивна таблиця карти і база даних містили колонку, що містить характеристику на основі якої будуть об'єднуватися таблиці. Це буде колонка MUSYM з інформацією про властивості ґрунтового покриття території. Правий клік на шарі в ТОС – об'єднати та зв'язати (Joins and Relates) – об'єднати (Join...). В діалоговому вікні вказати назву колонки з атрибутивної таблиці карти ґрунтів на основі якої буде вестися об'єднання. Вказати розміщення файлу soil_table.dbf і вказати на основі якої колонки бази даних проводитися об'єднання. ОК.

Питання 3: Обстежте атрибутивну таблицю властивостей ґрунту після об'єднання з базою даних. За допомогою інструменту побудови запитів визначте який коефіцієнт має ґрунт за номером 449 та скільки усього ділянок на досліджуваній території під даними ґрунтами? Те ж саме визначте для ґрунту 896C. Запишіть результати в таблицю в кінці роботи.

- Конвертувати векторну карту ґрунтового покриття в растр, присвоївши пікселям значення з стовпчика атрибутивної таблиці, що містить коефіцієнт подорожчання будівництва. З модуля просторового аналізу вибрати опцію конвертування даних (Convert) – об’єкт в растр (Feature to Raster). Вказати назву конвертованого шару, колонку таблиці, дані з якої будуть присвоєні пікселям, розмір пікселя (10 метрів), вихідний файл (soil_coef).




- Ми маємо 3 шари, що впливають на загальну вартість будівництва: вартість в залежності від довжини дороги, вартість в залежності від ухилу поверхні та коефіцієнт збільшення вартості будівництва в залежності від властивостей ґрунту. Об’єднавши 2 перших шари та помноживши результат на коефіцієнт ми отримаємо результуючий шар, що представлятиме загальну вартість будівництва в залежності від довжини, ухилу поверхні та ґрунту.
- В калькуляторі растрів будуємо формулу (застосовувати кнопки калькулятора): $[(dist_cost) + [slope_cost)] * [soil_coeff]$. Оцінити (Evaluate). Буде отримано результуючий шар.



- Назвати новий шар `total_cost` та зберегти його в персональній папці.

Наступним кроком буде ідентифікація ділянок на яких можливе будівництво дороги за кошти в межах наявного бюджету (40000 грн). Для виділення ділянок з вартістю будівництва до 40000 грн ми застосуємо маску – перекласифікований шар вартості будівництва, в якому буде 2 класи: усім пікселям з вартістю будівництва менше за 40000 грн буде присвоєно значення 1, усім іншим – 0. Наступним кроком буде перемноження шару `total_cost` та маски. При цьому усі пікселі, що накладаються на маску з значеннями 1 залишаться без зміни, а ті що попадуть в ділянки маски з значеннями 0 відповідно стануть 0.

- Провести рекласифікацію, як описано вище. Параметри: метод – вручну вказані інтервали, кількість інтервалів (`classes`) – 2, інтервали (`Break Values`) – 40000 та 99017. Замінити нове значення (`new values`) для групи 40000-99017 на 0. Зберегти шар під назвою `mask` в вашій персональній папці.
- Перемножити в калькуляторі растрів шари `total_cost` та `mask`. Новий шар зберегти в персональній папці під ім'ям `final_cost`.
- Змінити параметри відображення шару в ArcMap. Вибрати метод класифікації – з вказаними інтервалами (інтервал 10000 грн), вказати виключення (`Exclusion`) – `Exclusion Values...` - 0. Вибрати кольорову палітру, що змінюється від червоного до зеленого.
- Додати до проекту 2 шари даних: розміщення ферми (`farm`) та 5 пропозицій щодо розміщення складу до якого буде побудовано дорогу (`sklad_locat`). Включити відображення номера точки (Властивості (`Properties`) – Надписи (`Label`) – поставити галочку (підписати об'єкти в даному шарі (`Label features in this layer`) – поле на основі якого створити надписи (`Label Field`) - `Id`). Оцінити за допомогою ідентифікатора  кожне з місць по вартості будівництва та віддаленості від ферми (по прямій). В вікні ідентифікатора вибрати шар (`Layer`) `final_cost`.

Питання 4: Які на вашу думку параметри не були враховані при розрахунку будівництва дороги? (вказати мінімум 3)

Питання 5: Яка вартість будівництва дороги до складу для кожного з п'яти варіантів його розміщення? Яка відстань до ферми кожного з місць розташування складу? Яке з місць найбільш підходить для будівництва?

Питання 6: Додати до карти масштабно шкалу, указник на північ та легенду. Зберегти карту в персональну папку (File – Export Map...) під ім'ям <ваше прізвище_final_cost>.tiff.

В наведеній нижче таблиці дати відповіді на питання 1-4. Зберегти таблицю для перевірки в файлі <ваше прізвище>.doc в папці “Для виконаних завдань” на комп’ютері 1004-server, група Agro, папка GIS. (мережа/agro/1004-server/GIS/Practice/Lab_6/Finished/Group_1...8)

| Завдання | | Відповіді |
|-----------|--|---------------------|
| Питання 1 | <i>В яких одиницях представлена висота над рівнем моря?</i> | |
| | <i>На якій висоті знаходиться найнижча та найвища точки ЦМР?</i> | найнижча найвища |
| | <i>Який розмір комірки растру (пікселя)?</i> | |
| | <i>Яка площа (га) представлена ЦМР (врахувати кількість пік селів та площу одного пікселя)?</i> | |
| Питання 2 | <i>Яка найменша, найбільша та середня крутизна ухилу?</i> | Мінімальна |
| | | Середня |
| | | Максимальна |
| Питання 3 | <i>Який коефіцієнт має ґрунт за номером 449?</i> | |
| | <i>Скільки усього ділянок на досліджуваній території під даним ґрунтом?</i> | |
| | <i>Який коефіцієнт має ґрунт за номером 896С?</i> | |
| | <i>Скільки усього ділянок на досліджуваній території під даним ґрунтом?</i> | |
| Питання 4 | <i>Які на вашу думку параметри не були враховані при розрахунку будівництва дороги? (вказати мінімум 3)</i> | 1. |
| | | 2. |
| | | 3. |
| Питання 5 | <i>Яка вартість будівництва дороги до складу для кожного з п'яти варіантів його розміщення? Яка відстань до ферми кожного з місць розташування складу?</i> | Ділянка 1 |
| | | Ділянка 2 |
| | | Ділянка 3 |
| | | Ділянка 4 |
| | | Ділянка 5 |
| | <i>Яке з місць найбільш підходить для будівництва?</i> | |
| Питання 6 | <i>Вставити експортовану в *.tiff електронну карту</i> | |
| | | |

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА ЛІТЕРАТУРА

а. Основна література

1. Світличний О.О. Основи геоінформатики. Суми, Університетська книга, 2006. 295 с.
2. Майкл Н. ДеМерс “Географические информационные системы. Основы”. М.:Data+, 490 с.
3. Енди Митчел Руководство по ГИС анализу. Пространственные модели и взаимосвязи. Киев, ЕКОММ Со, 2000. 179 с.
4. Майкл Зейлер Моделирование нашего мира. Пособие ESRI по проектированию баз геоданных. Киев, ЕКОММ Со, 2000. 254 с.

б. Додаткова література

5. Начало работы в ArcGIS 8.3. М.:Data+, 253 с.
6. Голубкин В.М., Соколова Н.И., Палехин И.М., Софер М.И. Геодезия. М. Недра, 1985, 376 с.
7. Что такое ArcGIS? Киев, ЕКОММ Со, 2001. 46 с.
8. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов / Ю.Б. Баранов, А.М. Берлянт, Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарев и др. - М.: ГИС-Ассоциация, 1999. - 204 с. // <http://biology.krc.karelia.ru/misk/geoinf/titul.htm>.
9. Руководство по точному земледелию. (русский перевод Тарика А.Г., Забалуев В.А.) Deere & Company, John Deere Publishing, 2005, 157 с.