



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування

Кафедра землеустрою, кадастру, моніторингу земель та
геоінформатики

05-05-102М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни
«ГІС в задачах моніторингу»
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Геоінформаційні системи і
технології» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІАЗ

Протокол № 1 від 08.09.2020

Рівне – 2020



Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «ГІС в задачах моніторингу» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Геоінформаційні системи і технології» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Мошинський В. С., Люсак А. В., Шульган Р. Б., Корбутяк В. М. – Рівне : НУВГП, 2020. – 41 с.

Укладачі: Мошинський В. С., д.с-г.н., професор землеустрою та кадастру, моніторингу земель та геоінформатики; Люсак А. В., к.т.н., доцент кафедри землеустрою та кадастру, моніторингу земель та геоінформатики; Шульган Р. Б., к.т.н., доцент кафедри землеустрою та кадастру, моніторингу земель та геоінформатики; Корбутяк В. М., к.т.н., доцент кафедри землеустрою та кадастру, моніторингу земель та геоінформатики.

Відповідальний за випуск: Ліщинський А. Г., к.т.н., доцент, зав. кафедри землеустрою та кадастру, моніторингу земель та геоінформатики.

Керівник групи забезпечення спеціальності «Геодезія та землеустрій» Мошинський В. С., д.с.-г. наук, професор кафедри землеустрою, кадастру, моніторингу земель та геоінформатики.

© Мошинський В. С.,
Люсак А. В.,
Шульган Р. Б.
Корбутяк В. М., 2020
© НУВГП, 2020



ЗМІСТ

1	Вступ	4
2	Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт	5
	Лабораторна робота № 1. Вибір об'єкту ґрунтового моніторингу.	5
	Лабораторна робота № 2. Прив'язка растрових матеріалів до реальних координат місцевості.	5
	Лабораторна робота № 3. Розробка геоморфологічної карти.	8
	Лабораторна робота № 4. Складання ґрунтової карти.	9
	Лабораторна робота № 5. Складання картограми ґрунтово-геоморфологічного районування.	11
	Лабораторна робота № 6. Складання картограми техногенного навантаження.	13
	Лабораторна робота № 7. Проектування мережі пунктів отримання інформації.	17
	Лабораторна робота № 8. Створення концептуальної моделі.	19
	Лабораторна робота № 9. Проектування бази даних. Визначення моніторингових показників.	21
	Лабораторна робота № 10. Дослідження закону розподілу моніторингових даних.	24
	Лабораторна робота № 11. Дослідження моніторингових даних на наявність глобальних трендів.	27
	Лабораторна робота № 12. Дослідження моніторингових даних на наявність автокореляції	28
	Лабораторна робота № 13. Побудова картографічної моделі з використанням геостатистичного інструментарію.	30
	Лабораторна робота № 14. Виконання перехресної перевірки. Оцінка точності отриманої моделі.	35
3.	Рекомендовані джерела	37
	Додатки	39



1 ВСТУП

Одним із питань, які дозволяє вирішувати ГІС є аналітична підтримка різного роду моніторингу. Застосування геоінформаційних систем у питаннях просторового аналізу є досить зручним і ефективним методом, тому що дозволяє об'єднати у собі всі складові для забезпечення повноцінного моніторингу.

Моніторинг земель - це система спостереження за станом земель з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, відвернення та ліквідації наслідків негативних процесів.

У системі моніторингу земель виконується збирання, опрацювання, передавання, збереження та аналіз інформації про стан земель, прогнозування їх змін і розроблення рекомендацій для прийняття рішень щодо запобігання негативним змінам стану земель та дотримання вимог екологічної безпеки. Моніторинг земель є складовою частиною державної системи моніторингу довкілля.

Завданням моніторингу земель є періодичний контроль динаміки основних ґрунтових процесів у природних умовах і при антропогенних навантаженнях, прогноз еколого-економічних наслідків деградації земельних ділянок з метою запобігання або усунення дії негативних процесів. До завдань моніторингу земель відносяться: довгострокові систематичні спостереження за станом земель; аналіз екологічного стану земель; своєчасне виявлення змін стану земель, оцінка цих змін, прогноз і вироблення рекомендацій про попередження і усунення наслідків негативних процесів та інші. Дуже важливим є те, що моніторинг ведеться не тільки за ґрунтами, а й за ґрунтовими та поверхневими водами, повітрям, рослинами.



2 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Лабораторна робота № 1. Вибір об'єкту ґрунтового моніторингу

Територія моніторингу обирається на реальній карті масштабу 1:50 000, яку студент шукає самостійно. Також можуть бути використані карти, що надають модулі OpenLayerPlugin, HCMGIS тощо, що доступні в QGIS або картографічні набори від ESRI. На цьому занятті аналізуються та описуються природно-господарські умови обраного фрагменту топографічної карти: дорожня мережа, інженерна інфраструктура (ЛЕП, трубопроводи, лінії зв'язку і т.д.), населені пункти (площа, розташування, характер забудови), господарське освоєння території (промислові, сільськогосподарські підприємства і т.д.) характеристика рослинності (лісистість території - площа, розташування, тип рослинності, числові характеристики, і т.д.), характеристика гідрографії (гідрографічна мережа, ставки, озера, болота).

Лабораторна робота № 2. Прив'язка растрових матеріалів до реальних координат місцевості.

Координатна (географічна) прив'язка в ArcMap здійснюється в кілька етапів, послідовність яких залежить від типу вихідного матеріалу.

1. Підготовка растру

Відсканувати карту з дозволом , достатнім для вирішення поставлених завдань. Рекомендується повністю зберегти координатну сітку, якщо вона є і залишити позарамкове оформлення.

Якщо на карті не нанесена координатна сітка (наприклад присутні тільки на рамці), можна самостійно це зробити в графічному редакторі.

2. Завантаження даних в ArcGIS

Завантажити відскановану карту , Файл \ Додати дані і шари (File \ Add Data) (На питання " створювати пірамідальні шари ", <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/manage-data/raster-and-images/raster-pyramids.htm>, відповісти "Hi") (рис.2.1) .



Запустити ArcMap і включити панель просторової прив'язки (Вид / Панелі інструментів / Просторова прив'язка , View \ Toolbars \ Georeferencing) (рис.2.2.).

Натиснути на кнопку Таблиця (остання в панелі інструментів прив'язки) . При цьому з'явиться порожня таблиця. Приберіть галочку у вікні "Автонастройка" (рис.2.3.). Відключення автоналаштування означає, що в даному випадку, карта не буде автоматично трансформуватися після кожної нової точки прив'язки , в даному випадку це було б незручно .



Рис.2.1. Меню додавання даних

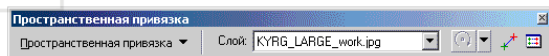


Рис.2.2. Панель просторової прив'язки

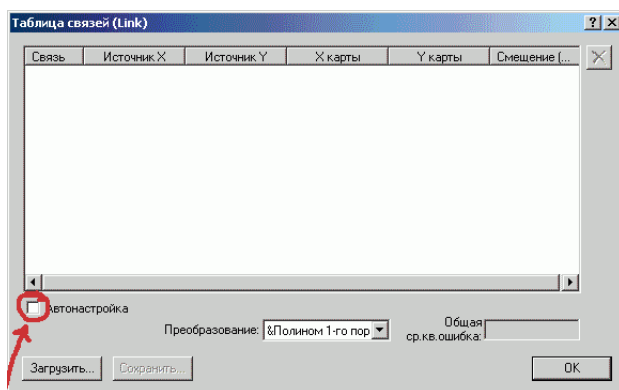


Рис.2.3. Таблица зв'язків



2. Створення зв'язків

За допомогою інструменту прив'язки, натискаючи на перетин координатних ліній (або будь-який інший точці з відомими координатами) на карті і вдруге клацаючи в будь-якому місці карти правою кнопкою і вибравши "Ввести координати", ввести правильні координати для точки (рис.2.4.). Координати повинні вводитися в форматі DD.DDDDD (десяткові градуси), якщо ваші координати в іншому форматі, наприклад DD MM SS, необхідно перевести їх в потрібний ([[dms2dd.html](#)] докладніше про те, як можна це зробити)).

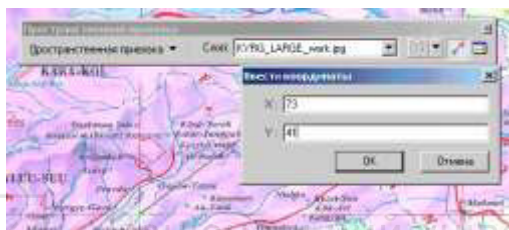


Рис.2.4. Меню введення координат

Необхідно повторити цей крок для всіх або більшості точок з відомими координатами на карті, чим більше точок прив'язки, тим більш точно буде прив'язана ваша карта.

У таблиці зв'язків, з кожним новим натисканням, будуть з'являтися нові рядки, які при необхідності можна коригувати або видаляти.

4. Вибір моделі трансформації

Після розстановки всіх точок, в таблиці необхідно включити функцію "Автонастройка". При цьому карта змінить розміри і положення орієнтуючись до координат прив'язки. При цьому точки прив'язки наблизяться до точок з відомими координатами. Якщо розставлено більше 6 точок, можна спробувати вибрати поліноміальну модель трансформації 2-го порядку враховує можливу кривизну ліній. Якщо перемикання в цей режим призводить до очевидних сильним спотворень, рекомендується переглянути точки на предмет великої середньої квадратичної помилки ([[rmse.html](#)] RMSE) і видалити їх, поки результат не стане задовільним.

5. Збереження зв'язків



Внесені в таблицю координати прив'язки рекомендується зберегти, натиснувши на кнопку "Зберегти". Таким же чином можна завантажити (натиснувши кнопку "завантажити" та вибрати шлях) дану таблицю надалі.

6. Перевірка

Для перевірки прив'язки можна завантажити існуючий шар або шейп-файл, про який відомо, що він правильно прив'язаний географічно і має ту ж систему координат.

7. Додаткова корекція

Для додаткового коригування прив'язаної карти можна, використовуючи навігаційні інструменти (збільшити, зменшити і т.д.) додати додаткові точки прив'язки. Для спостереження за змінами розташування карти можна залишити опцію "Автонастройка" включеною.

Після отримання остаточного варіанту прив'язки потрібно ще раз зберегти всі точки прив'язки в таблиці зв'язків. У новий файл ArcMap завантажите спочатку копію оригінальної карти, далі запустить модуль геоприв'язки, таблицю, точки зі збереженого вами файлу. Для перевірки можна так само завантажити шейп-файл.

Після того, як ви переконаєтеся, що ви максимально наблизилися до результату - потрібно зберегти отримані результати. Для цього необхідно в модулі прив'язки вибрати кнопку - "Просторова прив'язка" / Трансформувати: де потрібно вказати кінцевий шлях і назву файлу. Так само в опції "розмір осередку" можна округлити число (наприклад до 0,001) у бік зменшення. Після натискання ОК ви отримаєте файл карти прив'язаний до використовуваної вами системи координат, який можна буде використовувати з будь-якою іншою прив'язаною картою.

Після прив'язки рекомендується за допомогою ArcCatalog задати створеному растру систему координат. Це робиться за допомогою меню Властивості (отриманого вами файлу) / просторова прив'язка / змінити / вибрати.

Лабораторна робота № 3. Розробка геоморфологічної карти

Програмне забезпечення для виконання роботи студент обирає на власний розсуд.



Геоморфологічна карта складається з метою відображення всіх реально існуючих мезоформ рельєфу:

1. річкових долин;
2. моренних та зандрових рівнини;
3. лесових рівнин, еолових форм рельєфу;
4. річкових заплав;
5. торфовищ, кінцевоморенних утворень;
6. моренних, еолових, денудаційних, водоерозійних форм рельєфу в межах рівнин різного походження.

Межі форм рельєфу встановлюються на підставі аналізу поверхні рельєфу, описаної горизонталями на топографічній основі, а також на підставі врахування віку та генезису четвертинних відкладів (таблиця 3.1.).

Приклад створення геоморфологічної карти наведений в додатку 1.

Для розробленої геоморфологічної карти створюється легенда згідно з типовою. До легенди заносяться лише ті форми рельєфу відповідних генетичних категорій, які зустрічаються на контрольованій території.

Таблиця 3.1
Типова легенда до геоморфологічної карти

	трав'яно-зелений	Денуаційний рельєф	Створений глибинною і бічною ерозією рік	Поверхні скульптурних річкових терас
	смарагдово-зелений			Ерозійні схили у розвитку
	брунатно-зелений	Акумулятивний рельєф	Створений ерозією, але перероблений силловими процесами	Денудаційно-ерозійні схили річкових долин
	світло-трав'яно-зелений			Створені річковою акумуляцією річкові тераси і рівнини
	зеленувато-оливковий			Створені водно-льодовиковими потоками зандрові рівнини
	лимонно-жовтий			Створені діяльністю вітру еолові рівнини

**Лабораторна робота № 4. Складання ґрунтової карти**

Програмне забезпечення для виконання роботи студент обирає на власний розсуд. Доцільно також використати WMS шар з публічної кадастрової карти у проєкті QGIS чи ArcGIS.

Карта ґрунтового покриття складається з метою врахування структури ґрунтового покриття території.

При картографуванні ґрунтового покриття застосовуються такі позначення:

тип ґрунту – виділяють кольором, підтип – виділяють відтінком основного кольору, рід – виділяють затемненням або відтінком, вид – позначають у індексі ґрунту, різновид та розряд – зазначають у легенді. Індекс ґрунту, який зображується у центрі кожного ґрунтового контуру вказує на основні класифікаційні ознаки - тип, підтип і вид. За необхідністю позначають і родові ознаки.

Карта укладається на основі результатів попередніх вишукувань за зразками, відібраними у пунктах, позначених відповідними цифрами на вихідній карті.

Приклад ґрунтової карти наведено у додатку 2.

Типова легенда до карти ґрунтового покриття наведена в таблиці 4.1.

Для кожної розробленої ґрунтової карти створюється своя легенда згідно з типовою.

Таблиця 4.1

Типова легенда до карти ґрунтового покриття

Індекс	Зображення на карті	Назва ґрунту	Механічний склад, генезис	Ґрунто-творна порода	Умови розташування за рельєфом
$П_G^{D2}$	рожевий	Дерново-підзолистий глеюватий	Пісок зв'язний	f	зандрові рівнини
$П_{ГОГ}^{D2}$	рожевий затемнений	Дерново-підзолистий глейовий	Супісок легкий	lg	аккумулятивні рівнини
$Л_2^3$	світло-сірий	Сірий лісовий	Суглинок легкий лесоподібний	ed	лесові рівнини
$Л_{CG2}^2$	темно-сірий	Сірий лісовий ґрунтово-глеюватий	Супісок важкий лесоподібний	ed	надзаплавні тераси, лесові рівнини

L_q^2	темно-зелений	Лучно-чорноземний	Промитий лесоподібний суглинок	<i>ed</i>	улоговини, тераси
$A_{БЛ}^3$	світло-зелений	Алювіальний лучно-болотний	Суглинок середній	<i>a</i>	заплава
B_V^{TG3}	блакитний	Болотний верховий торфово-глейовий	Торф	<i>b</i>	верхові болота
B_H^{T3}	синій	Болотний низовинний торфований	Торф	<i>b</i>	низовинні болота
$Ч_2^1$	бурий	Чорнозем звичайний	Суглинок середній, лесоподібний	<i>ed</i>	Рівнини і пологі схили

Лабораторна робота № 5. Складання картограми ґрунтово-геоморфологічного районування.

При складанні карти використовуються наступні критерії районування:

Ґрунтово-геоморфологічний район – це територія з одним типом рельєфу (рівнинний, хвилясто-горбистий, яружно-балковий тощо), з ґрунтами одного типу ґрунтоутворення (дерновий, підзолистий тощо) на четвертинних відкладах одного генезису (льодовикові, солові тощо).

Ґрунтово-геоморфологічний підрайон – це територія в межах ґрунтово-геоморфологічного району з однотипним набором форм рельєфу, ґрунтом одного типу, на четвертинних відкладах однакового генезису.

Ґрунтово-геоморфологічний мікрорайон – це територія в межах ґрунтово-геоморфологічного підрайону у межах однієї або декількох суміжних форм рельєфу, зі специфічним набором ґрунтів та близькими умовами стоку і водного режиму.

Районування території виконується на підставі аналізу картографічного матеріалу, при цьому використовуються наступні карти:

геоморфологічна карта, карта ґрунтового покриття.

Приклад карти ґрунтово-геоморфологічного районування наведено у додатку 3. У таблиці 5.1. наведено типову легенду до карти ґрунтово-геоморфологічного районування.



Для кожної розробленої карти ґрунтово-геоморфологічного районування створюється своя легенда згідно з типовою.

Таблиця 5.1

Типова легенда до карти ґрунтово-геоморфологічного районування

Позначення на карті		Опис об'єктів районування
	червоний	Хвилясто-горбиста лесова рівнина з переважанням водоерозійних форм рельєфу на крейді з чорноземами типовими і сірими лісовими ґрунтами
	сірий	Яри і балки водоерозійного походження зі світло-сірими малопотужними ґрунтами частково розорані
	темно-сірий	Пологі фрагменти надзаплавних терас з середньосуглинковими малопотужними типовими чорноземами розорані
	червоний	Акумулятивна задрова рівнина з поширенням еолових форм рельєфу на неогенових супісках з підзолами та дерново-підзолистими ґрунтами
	рожевий	Ділянки задрової рівнини з дерново-підзолистими ґрунтами під сосняками зеленомоховими частково розорані
	малиновий	Піщані пагорби еолового походження з дерново-підзолистими ґрунтами під сосняками зеленомоховими
	блакитний	Створені річковою акумуляцією річкові заплави з лучно-болотними ґрунтами та водно-болотною рослинністю
	червоний	Номер ґрунтово-геоморфологічного району
	червоний	Межа ґрунтово-геоморфологічного району
	чорний	Номер ґрунтово-геоморфологічного підрайону
	чорний	Межа ґрунтово-геоморфологічного підрайону
	синій	Номер ґрунтово-геоморфологічного мікрорайону
	синій	Межа ґрунтово-геоморфологічного мікрорайону



Лабораторна робота № 6. Складання картограми техногенного навантаження.

Для побудови карти техногенного навантаження на середовище спочатку укладається карта господарського освоєння території. Дана карта складається для того, щоб показати розташування всіх джерел техногенного забруднення. При побудові карти техногенного навантаження на територію, показується:

- розташування техногенних об'єктів;
- тип забруднення чи несприятливого впливу;
- контури ореолів забруднення території, за умовами формування первинного і вторинного полів забруднення з врахуванням напрямків поширення забруднюючих речовин від кожного об'єкта.

Кожен з об'єктів техногенного впливу та забруднення створює певне техногенне навантаження на середовище і спричиняє:

1. Механічну дію

1.1. Статичне ущільнення – ущільнення ґрунту внаслідок ваги міської забудови. Показується на карті ореолом по межах населеного пункту згідно умовних позначень.

1.2. Віброущільнення – ущільнення ґрунту внаслідок дорожнього руху. Показується на карті смугами, відкладеними в обидві сторони по 50 м від доріг з твердим покриттям, згідно умовних позначень.

1.3. Виробітка котлованів – зона порушення навколо кар'єрів. Показується на карті згідно умовних позначень навколо кар'єру.

2. Електромагнітну дію

2.1. Електричне поле, спричинене лініями електропередач. Показується на карті смугами, відкладеними в обидві сторони від ЛЕП по 100 м.

3. Хімічне забруднення, спричинене сільськогосподарською та антропогенною діяльністю людини.

3.1. Пестицидне. Показується на карті ореолом на овочевій сівозміні та орних землях, згідно умовних позначень.

3.2. Вуглеводневе – поширюється навколо АЗС. Розділяють слабе та сильне забруднення.



3.3 Засолення. Показується на карті ореолом на овочевій сівозміні та орних землях, в зоні водозабору згідно умовних позначень.

3.4. Забруднення стічними водами, спостерігається в межах населених пунктів, господарських дворів та очисних споруд. Розділяють на сильне та слабке.

3.5. Забруднення важкими металами, буває біля доріг з твердим покриттям, звалища твердих побутових відходів, промислових підприємств (цементний завод).

3.6. Нітратне, спостерігається біля господарських дворів. Розділяють слабке та сильне забруднення.

4. Біологічне забруднення

4.1. Бактеріологічне, поширюється в межах населених пунктів і навколо очисних споруд. Показується на карті ореолом на населеному пункті та очисних спорудах, згідно умовних позначень.

4.2. Мікробіологічне, спостерігається біля звалища побутових відходів. Розділяють на сильне та слабке забруднення, яке поширюється в напрямку пануючих вітрів.

5. Гідродинамічна дія виникає біля водозаборів. Показується на карті згідно умовних позначень навколо водозабору.

При складанні карти техногенного навантаження на середовище необхідно відобразити первинне та вторинне поле забруднення (сильне та слабке забруднення).

Первинне поле забруднення формується на поверхні ґрунту внаслідок прямого надходження техногенних речовин від джерела забруднення, що залежить від:

- місцеположення джерел забруднення;
 - технологічних характеристик джерел забруднення (потужності підприємств, виду сировини, технологічних процесів, масштабів, інтенсивності, тривалості викидів та скидів, їх хімічного складу та концентрацій забруднюючих речовин, обсягів відходів та їх хімічного складу та концентрацій тощо);
- агрегатного стану, хімічної форми, фізико-хімічних властивостей та шляхів надходження техногенних елементів та їх сполук;
- метеорологічного режиму;
 - ландшафтно-морфологічної структури;



- просторових особливостей та видового складу рослинного покриву;
- структури природокористування і шляхів надходження забруднюючих речовин.

При відображенні первинного поля забруднення на рівнинній території, радіус його поширення приймаємо 200 м, (для нітратного забруднення - 250 м). Якщо місцевість не рівнинна, а має ухил більше 2° , то первинне поле забруднення поширюється в напрямку стоку, утворюючи так званий „шлейф”. Довжина цього „шлейфу” становить 600 м від об’єкта техногенного впливу (для нітратного забруднення - 650 м).

Вторинне поле забруднення формується внаслідок процесів міжтериторіального та міжкомпонентного перерозподілу забруднюючих речовин (механічної, фізико-хімічної, біогенної міграції) та їх акумуляції в природних компонентах, насамперед у біоті та в ґрунтах.

При відображенні вторинного поля забруднення при рівнинному рельєфі, радіус його поширення приймаємо 500 м (для нітратного забруднення - 650 м). На місцевості з ухилом більше 2° формується „шлейф” забруднення в напрямку стоку довжиною 1500 м від об’єкта техногенного впливу (для нітратного забруднення - 1600 м).

Багатофакторність процесів первинного та вторинного розподілу забруднюючих речовин призводить до нерівномірного забруднення територій, плямистості полів забруднення. У найбільших кількостях техногенні елементи концентруються в рослинах, які ростуть в межах геохімічних аномалій, тобто зони забруднення рослин збігаються з зонами забруднення ґрунтів.

Приклад карти господарського освоєння території та техногенного навантаження на середовище наведено у додатку 4. До даної карти наведена типова легенда у формі таблиці 6.1.



Типова легенда до карти господарського освоєння території та техногенного навантаження

Господарське освоєння території	
●	Водозабір
○	Очисні споруди
●	Звалища твердих побутових відходів
A	АЗС
•••••	Овочева сівозміна
Техногенне навантаження на середовище	
Механічна дія (колір на карті - чорний)	
▽▽▽▽▽	Статичне ущільнення
— — — — —	Віброущільнення
Електромагнітна дія (колір на карті - червоний)	
~~~~~	Електричне поле
Хімічне забруднення (колір на карті - синій)	
•••••	Пестицидне
•••••	Вуглеводневе (слабке та сильне)
•••••	Засолення
•••••	Стічними водами (слабке та сильне)
•••••	Важкими металами
•••••	Нітратне (слабке та сильне)
Біологічне забруднення (колір на карті - зелений)	
•••••	Бактеріологічне
•••••	Мікробіологічне (слабке та сильне)
•••••	Гідродинамічна дія (колір на карті - рожевий)





На основі карт господарського освоєння території та техногенного навантаження на середовище здійснюється геохімічний аналіз і оцінка екологічного стану території, які передбачають:

1. Аналіз чинників первинного і вторинного розподілу забруднень;
2. Аналіз просторових особливостей впливу геохімічного середовища на біоту та здоров'я населення;
3. Оцінку ступеня забрудненості територій;
4. Оцінку стану земель за умовами первинного розподілу та перерозподілу забруднень (латерального, радіального, механічного, фізико-хімічного, біогенного).

### **Лабораторна робота № 7. Проектування мережі пунктів отримання інформації.**

*Моніторингова мережа* – це сукупність спеціалізованих пунктів отримання інформації (ПОІ), які мають обґрунтовану територіальну прив'язку, займають певну територію, ієрархічно пов'язані між собою, обладнані спеціальними спорудами та пристроями, пов'язані з транспортною мережею і призначені для отримання (одноразового, періодичного або постійного) інформації про стан контрольованих об'єктів (земельних ресурсів).

Моніторингова мережа має ієрархічну структуру:

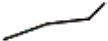
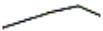
Опорний полігон – це ПОІ, який охоплює частину району або район повністю і призначений для вимірювання з певною періодичністю базових показників стану земельних ресурсів, які описують район в цілому.

Опорний полігон відповідає локальному рівню спостережень і обладнується на типовій (опорній) ділянці, яка зазвичай відповідає ґрунтово-геоморфологічному району. На опорному полігоні виявляються основні закономірності та механізми розвитку певних процесів, проводиться найбільш повний комплекс спостережень.

Фоновий полігон – це ПОІ, який влаштовується на території в межах регіону, яка не зазнала техногенного впливу. Метою встановлення таких полігонів є можливість оцінки ступеня техногенної трансформації регіону в цілому. Фонові полігони, по можливості, розташовують на природоохоронних територіях.



**Типова легенда до карти-схеми розташування локальної мережі моніторингу земель.**

	Номер ґрунтово-геоморфологічного району
	Межа ґрунтово-геоморфологічного району
<b>4</b>	Номер ґрунтово-геоморфологічного підрайону
	Межа ґрунтово-геоморфологічного підрайону
<b>1</b>	Номер ґрунтово-геоморфологічного мікрорайону
	Межа ґрунтово-геоморфологічного мікрорайону
Система пунктів отримання інформації	
Перший рівень	
<b>1</b> 	червоний      Опорний полігон
Другий рівень	
<b>4</b> 	зелений      Детальний полігон
<b>2</b> 	синій      Фоновий полігон
Третій рівень	
<b>3</b> 	фіолетовий      Моніторинговий пост (стаціонар)
Четвертий рівень	
. . . . .	Точки (пункти) моніторингових спостережень
1 2 3 4 5 6	Номер точки (пункту) моніторингових спостережень

Детальний полігон - це ПОІ на найбільш типових ділянках другого порядку з метою вивчення базових процесів, розміщується в основному в межах підрайонів, у зонах несприятливих природних явищ та в місцях інтенсивного техногенного впливу.

Моніторинговий стаціонар (пост), розташовується в регіонах третього порядку з метою контролю їх базових показників, з врахуванням техногенного забруднення, а також природного фону. При-



кладами таких ПОІ є ґрунтові стаціонари, гідрометричні пости, під-факельні пости.

Точка (пункт) моніторингових спостережень – це точки вимірювань або відбору зразків, які розташовані систематично або у формі поперечника (ряду точок). Функціональне призначення точок моніторингових спостережень – це площове або лінійне охоплення території, яка підлягає моніторингу, а також її частин. Відстань між точками визначається показниками та напрямком досліджень. В середньому при лінійному розташуванні відстань між ТМС приймаємо 100-200 м, при площинному – 500-1000 м.

Приклад карти-схеми розташування локальної мережі моніторингу земель для проведення загального та спеціального моніторингу наведено у додатку 5.

Типова легенда до карти-схеми розташування локальної мережі моніторингу земель наведена в таблиці 7.1.

## **Лабораторна робота № 8. Проектування моніторингової ГІС. Створення концептуальної моделі.**

Виконання роботи передбачає створення описового проекту збору, передачі та опрацювання даних моніторингу. Слід зазначити доступні відкриті дані дистанційного зондування на обрану територію та їх часове охоплення, оцінити детальність наборів даних OpenStreetMap та можливість їх використання.

Також необхідно обґрунтувати набір модулів ГІС, що необхідний для геоінформаційного забезпечення моніторингу.

Для створення схем доцільно використовувати <https://www.lucidchart.com/pages/> або його аналоги.

Для задач моніторингу створення ГІС є найоптимальнішим варіантом, як в плані ефективності, так і в плані збору, обробки, представлення і прогнозування даних. Геоінформаційна система дозволяє звести в одне ядро атрибутивну і географічну складову, а також оцінку, моделювання та багатокористувацький доступ.

Збір і введення даних можна здійснювати як автоматичними так і камеральними методами. Для обміну інформацією може бути використано формат баз даних MDB програмного забезпечення MS Access який в подальшому дозволить здійснювати гнучкі операції з даними.



З функцією картографування чудово справляються сучасні настільні ГІС. Програмне забезпечення дозволяє виконувати базові операції з растровими даними та надає повноцінні можливості для роботи з векторними даними.

Моделювання геопросторових процесів дозволяють виконати додаткові модулі та функції, наприклад модулі Geostatistical Analyst, Spatial Analyst або їх аналоги з QGIS.

Аналіз і прогноз виконується по результатам моделювання експертом або експертною системою згідно певних вибраних критеріїв та законів.

Geostatistical Analyst – модуль ArcGIS для геостатистичних розрахунків і аналізу просторових даних. Він надає великий вибір інструментів для дослідження просторових даних, виявлення аномалій у рядах даних, проведення статистичних розрахунків, побудови і оптимізації поверхонь, оцінки невизначеності при побудові і прогнозуванні поверхонь. Geostatistical Analyst надає набір методів інтерполяції, які ніколи раніше не використовувались в області геостатистики. Модуль Geostatistical Analyst – це перший геостатистичний модуль, де включені прогнози, квантилі, імовірнісні характеристики, прогноз стандартних помилок із використанням єдиного інтерфейсу. Він дає можливість маневру для проведення ефективної візуалізації специфічних просторових явищ із різних точок зору і з різних позицій.

В програмі ArcMap потрібно географічно прив'язати растр на досліджувану територію, що дасть можливість відобразити розподіл досліджуваних даних у просторі. Також за допомогою операції імпорт будуть нанесені досліджувані дані та сформований векторний шар для подальшої роботи.

Середовище ArcCatalog може бути використане для створення, редагування та перегляду атрибутивних даних та метаданих.

Модуль Geostatistical Analyst може бути використаний для детального аналізу досліджуваних даних. Він дозволить моделювати інтерпольовані моделі розподілу досліджуваних даних, проводити геостатистичне дослідження даних.

В середовищі MS Access буде створено СКБД, яка забезпечить введення нових даних, редагування існуючих даних, виконання запитів, формування звітів. А також дозволить виконувати експорт даних в різні формати для обміну ПЗ.



Також можна створити інтерактивну карту, яка буде доступна з мережі Інтернет.

## Лабораторна робота № 9. Проектування бази даних. Визначення моніторингових показників.

Кожному студенту згідно його варіанту видаються вихідні дані, що містять записи у вигляді таблиці (номери та координати точок, а також концентрацію хімічного елемента в ній).

Всі записи повинні бути додані в базу даних та мати числовий тип даних та унікальний ідентифікатор для забезпечення коректних зв'язків.

Растровою складовою в системі є карта в масштабі 1: 50 000. Вона повинна бути географічно прив'язана в системі відліку WGS 84 / UTM zone 35N (36N)

На рисунку 9.1 наведена орієнтовна структура геоінформаційної системи.

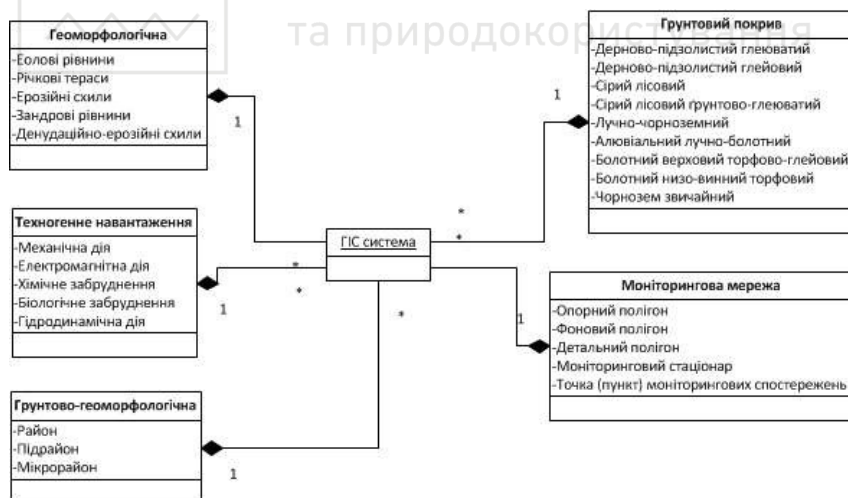


Рис.9.1. Орієнтовна структура даних ГІС системи



Розробивши структуру бази даних, кожен студент повинен спроектувати основні етапи організації системи моніторингу стану земель за заданими показниками та описати їх реалізацію за допомогою ГІС.

**ПРИКЛАД.** Етапи організації моніторингу стану земель (МСЗ):

***Підготовчий етап :***

1. Розробка методичного забезпечення МСЗ.
2. Розробка вимог до технологічного і ПЗ МСЗ.
3. Розробка мережі спостережень моніторингу, визначення виконавців, їх функцій.
4. Обґрунтування режиму МСЗ.
5. Розробка програми спостережень.
6. Розробка техніко-економічного обґрунтування.
7. Визначення методичних і методологічних підходів до імітаційного прогностичного моделювання.

***Виробничий етап :***

1. Збір і критичний аналіз наявної інформації: картографічних матеріалів, матеріалів ДЗЗ, агрохімічного, земельно-кадастрового, радіологічного, токсикологічного та інших обстежень.
2. Оцінка інформаційної достовірності наявних даних, проектування нових дослідницьких полігонів для забезпечення необхідною і достатньою інформацією.
3. Створення мережі дослідницьких полігонів інформаційного забезпечення МСЗ
4. Формування штатів, комплектування їх устаткуванням, забезпечення інструкціями, засобами зв'язку.
5. Узгодження дій структурних підрозділів МСЗ.
6. Розробка автоматизованої інформаційної системи (бази даних).
7. Розробка методики дистанційного зондування, автоматизації дешифрування матеріалів ДЗЗ.
8. Проведення досліджень за оцінкою початкового і поточного стану об'єктів.
9. Формування бази даних нормативних документів, що регламентують моніторинг і оцінку стану земель (бази знань).



10. Розробка критеріїв оцінки стану земельних ресурсів.

11. Оцінка реального стану земельного фонду району.

***Поповнення бази даних МСЗ :***

1. Сервісне обслуговування автоматизованої системи управління базами даних (АСУБД).

2. Забезпечення оперативності введення, збереження даних, прав доступу до них.

***Представлення результатів МСЗ :***

1. Розробка порядку представлення і змісту звітів за результатами моніторингу

2. Складання оперативних картографічних матеріалів за результатами МСЗ

3. Розробка рекомендацій по раціональному використанню земельного фонду району за результатами імітаційного моделювання.

***Перевірка і вдосконалення системи МСЗ :***

1. Контроль режиму і якості спостережень.

2. Оцінка достовірності прогнозованих показників.

3. Обслуговування і вдосконалення бази даних і бази знань.

Основою ефективної роботи системи моніторингу стану земель повинно стати:

- оновлення картографічних матеріалів;
- формування просторових та атрибутивних даних про якісний склад земель;
- створення мережі постійно діючих полігонів з експериментально-виробничого моніторингу земель;
- створення еталонних стаціонарних ділянок для спостереження за негативними процесами по всій території району;
- створення аналітично-інформаційної системи ГІС.

На основі даних МСЗ розробляються заходи щодо попередження і запобігання наслідків негативних процесів, здійснюється планування використання земель, визначаються пріоритети інвестиційної діяльності.

**Задачі, які буде вирішувати ГІС**

Створена ГІС повинна відповідати такій функціональності:

- 1) Введення та редагування даних.
- 2) Виконання запитів та формування звітів.



- 3) Візуальне представлення даних.
- 4) Моделювання даних та процесів.
- 5) Детальний аналіз та дослідження даних.
- 6) Оцінка та прогноз ситуації.
- 7) Формування вихідних картографічних матеріалів.

Введення даних в систему можна здійснювати такими способами:

- з клавіатури оператором ПК;
- за допомогою системи напівавтоматизованого вводу – в польових умовах використовуючи кишеньковий ПК, програмне забезпечення ArcPad та модуль GPS;
- автоматизовано - за допомогою приладів, які отримують та передають дані в режимі реального часу;

Робота з атрибутивними даними буде здійснюватися в середовищі MS ACCESS. Ці функції повинен підтримувати адміністратор системи.

Операції геопросторової обробки (тематичне представлення даних, створення та дослідження моделей, аналіз даних) можуть бути виконані в середовищі ArcGis за допомогою компонентів ArcMap, Geostatistical Analyst.

Оцінку та прогноз ситуації на основі виконаних досліджень та побудованих моделей повинен виконувати адміністратор – експерт.

Формування вихідних картографічних матеріалів для візуального представлення виконується теж в середовищі ArcMap адміністратором.

За допомогою Mappetizer потрібно розробити інтерактивну карту та розмістити її в мережі internet. Це дасть можливість багатокористувацького доступу до даних ГІС.

### **Лабораторна робота № 10. Дослідження закону розподілу моніторингових даних.**

Модуль Geostatistical Analyst призначений для сучасного моделювання поверхні з використанням детерміністичних і геостатистичних методів. Тут представлені допоміжні інструменти призначені для досліджувального аналізу просторових даних, а також майстра операцій геостатистики, який помагає в процесі побудови статистики вірної поверхні.





Побудова поверхні з використанням модуля Geostatistical Analyst включає три ключових етапи:

- Досліджувальний аналіз просторових даних
- Структурний аналіз
- Інтерполювання поверхні та оцінка результатів

Програмне забезпечення включає серію зрозумілих у використанні інструментів та майстрів операцій, які проводять по кожному із етапів аналізу. Він також включає цілий ряд унікальних інструментів для статистичного аналізу просторових даних.

### Завантаження даних

Щоб дослідити наші дані завантажте їх в ArcMap. Для цього спершу імпортуйте shape-файл який містить географічну інформацію про пункти отримання інформації (ПОІ). Потім потрібно зв'язати просторову інформацію з shape-файла з атрибутивною, яка міститься в екселі. Для цього натиснувши праву клавішу миші на шарі з пунктами отримання інформації, виберіть «Соединения и Связи» - «Соединения». У діалоговому вікні, що відкриється виберемо поле на основі якого буде здійснено зв'язок (рис.10.1)

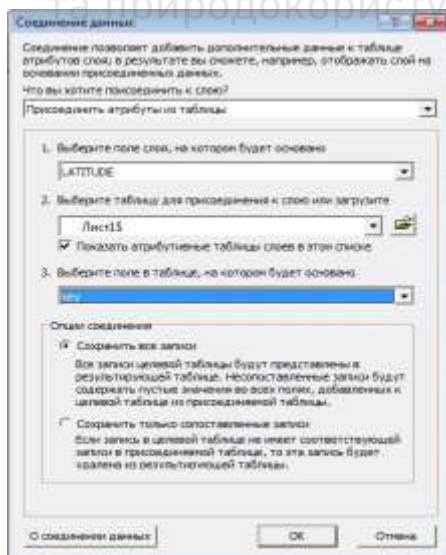


Рис. 10.1. З'єднання географічної та атрибутивної інформації



## Картографування з використанням геостатистичного інструментарію

### Дослідження даних

Будуть розглянуті наступні типи дослідження даних:

- Гістограма (Histogram)
- Нормальний графік КК (Normal QQPlot)

### Гістограма (Histogram)

Підпрограма Histogram призначена для дослідження підпорядкованості даних нормальному закону розподілу та при необхідності, визначення способу нормалізації. (рис. 10.2)

З вигляду та параметрів гістограми можна зробити висновок, про підпорядкування даних нормальному закону розподілу. Це підтверджується якщо гістограма має одну вершину, її форма нагадує «дзвоник» та середнє значення і значення медіани близькі одне до одного. Проте, якщо показники даних не влаштовують їх можна привести до нормального закону розподілу. Для цього потрібно скористатися меню «Преобразование», у випадяючому вікні якого вибираємо один із запропонованих методів трансформації.

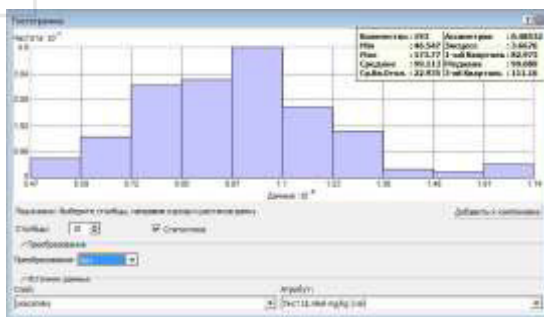


Рис. 10.2. Вікно гістограми досліджуваних даних

### Нормальний графік КК (Normal QQPlot)

Нормальний графік КК є інструментом, за допомогою якого можна дослідити розподіл даних (рис. 10.3)

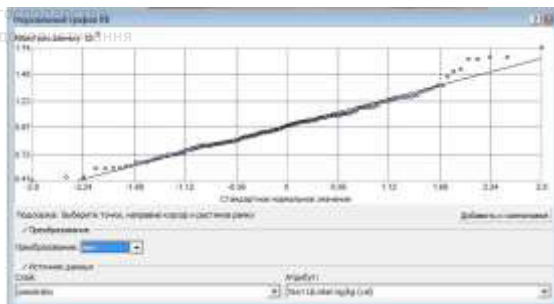


Рис. 10.3 Графік побудований за допомогою інструмента Normal Q-QPlot

З даного графіка можна судити про те, чи підпорядковуються вихідні дані нормальному закону розподілу (чим ближче точки до прямої — тим розподіл даних ближче до нормального закону).

### Лабораторна робота № 11. Дослідження моніторингових даних на наявність глобальних трендів.

#### Аналіз трендів (Trend Analysis)

За допомогою інструменту Trend Analysis можна дослідити певну математичну закономірність розподілу точок, тобто виявити тренд. На діаграмі аналізу тренду кожен вертикальний відрізок представляє місцеположення, а його висота – пропорційна значенню кожної точки із набору даних. Точки проєктуються на перпендикулярні площини, що відповідають напрямкам: схід-захід (вісь X), північ-південь (вісь Y). Через проєктовані точки проведена лінія (поліном), що найкращим чином описує їх положення та моделює тренди в конкретних напрямках (рис. 11.1)

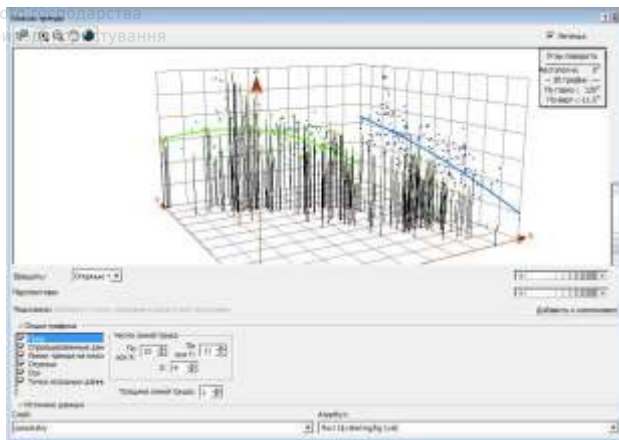


Рис. 11.1. Вікно Trend Analysis. Аналіз трендів по напрямках

Якщо виявлені тренди описуються похилою лінією, а це означає те, що найкраще вони можуть бути зображені за допомогою площини.

## Лабораторна робота № 12. Дослідження моніторингових даних на наявність автокореляції

### Просторова автокореляція (Semivariogram/Covariance Cloud)

Інструмент дозволяє виявляти автокореляцію між досліджуваними точками. Просторова автокореляція ґрунтується на гіпотезі: точки, які розташовані ближче один до одного в більшій мірі подібні між собою, ніж точки, які розташовані далі.

### Моделювання автокореляційної варіограми

Провівши попередній аналіз можна побудувати точнішу картографічну модель з врахуванням виявлених факторів.

Якщо було встановлена наявність тренду, його теж потрібно врахувати - на вкладці «Шаг 1 из 5» з списку «Порядок вычитаемого тренда» вибираємо «Первый».

Варіограма — це функція, яка пов'язує дисперсію опорних точок і віддаль, на якій вони знаходяться.

Модуль спочатку визначає оптимальний розмір лага для групування значень варіограми. Розмір лага — це розмір класу від-

далей, в які згруповані пари точок для скорочення великого числа можливих комбінацій. Така операція називається бінінг. Радіус впливу — це значення віддалі, при якій лінія варіограми вирівнюється. Автокореляція проявляється в межах радіусу впливу.

На цьому етапі для оптимального розподілу даних можна змінити розмір лага. Отримана хмара варіограмми приведена нижче (рис. 12.1)

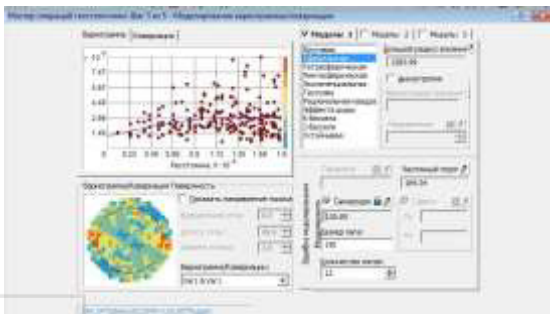


Рис. 12.1. Моделювання автокореляційної варіограми

### Лабораторна робота № 13. Побудова картографічної моделі з використанням геостатистичного інструментарію.

#### Визначення та врахування параметрів анізотропного еліпса

Анізотропія — це характеристика випадкового процесу який показує, що просторова автокореляція проявляється сильніше в одному напрямку ніж у всіх інших. Врахування анізотропії можна здійснити за рахунок зміни параметрів анізотропного еліпса, які б найкраще описували тренд.

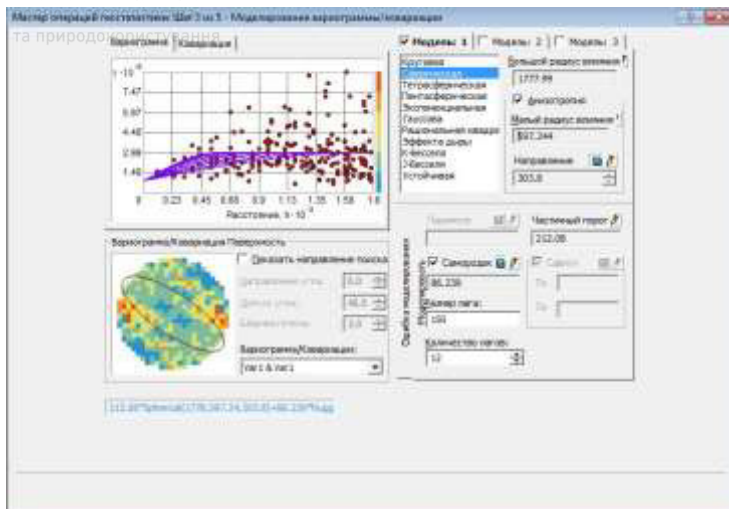


Рис. 13.1. Врахування параметрів анізотропного еліпса

## Створення інтерактивної карти в програмі Mappetizer

Запускаємо програму Mappetizer, вибираємо *File-Add Data* у діалоговому вікні, що відкриється вибираємо share-файли, що мають бути відображені на карті, стрілками міняємо розміщення кожного шару по відношенню «зверху» карти чи «знизу» він має бути. На цьому етапі ввімкнута закладка «Properties» тут ми вибираємо як буде даний шар називатись на новоствореній карті, а також мінімальний і максимальний масштаб за якого буде відображатись даний шар (Рисунок 13.2.).

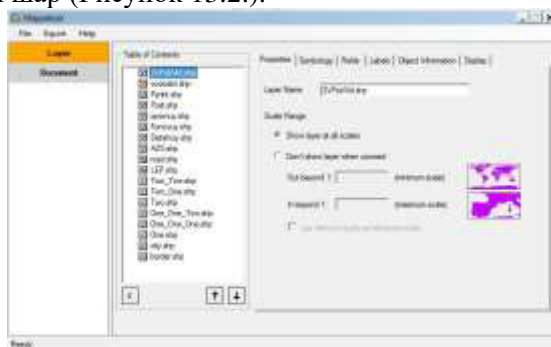


Рисунок 13.2. Вкладка «Properties»



Далі ми переходимо на наступну вкладку «Symbology», тут ми обираємо яким символом та кольором буде відображатись шар на карті (Рисунок 13.3.)

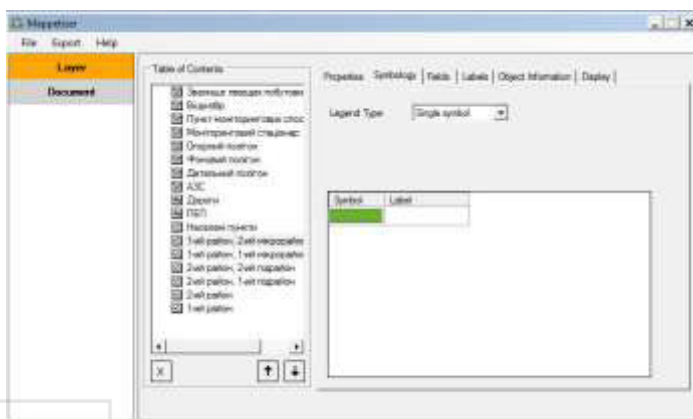


Рисунок 13.3. Вкладка «Symbology»

Вкладка «Fields» відповідає за атрибутивну таблицю що буде відображатись на карті, галочками ми відмічаємо саме ті поля які хочемо бачити в майбутній карті (Рисунок 13.4.). Тут можна перейменувати назву кожного поля таблиці.

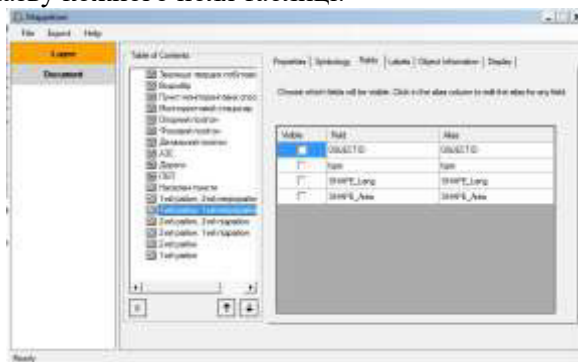


Рисунок 13.4. Вкладка «Fields»



Наступним етапом є закладка «Labels», тобто підписи, тут ми вибираємо ті шари, що потрібно підписати, те з якого поля брати підписи, стиль напису і мінімальний і максимальний масштаб для відображення.

У вкладці «Object information» ми вибираємо набір позакартових елементів що будуть відображатись у вікні коли ми запустимо нашу інтерактивну карту. Визначник елементів, атрибутивна таблиця, підказки карти і поле звідки вони будуть братись, гіперлінки (також з полем) і відбір елемента карти за необхідним нам полем таблиці. (Рисунок 13.5.).

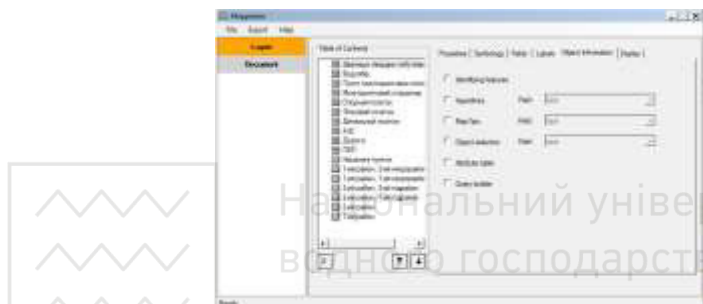


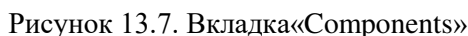
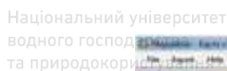
Рисунок 13.5. Вкладка «Object Information»

На вкладці «Display» ми обираємо відсоток прозорості шару та чи буде він відображатись на карті під легендою.

На цьому налаштування даного шару ми закінчили, їх можна повторити для всіх імпортованих шейпів, по бажанню. Наступний етап форматування передбачає оформлення інтерактивної карти, тому переходимо на робочу область «Document».

Першою стоїть вкладка «Map», тут ми налаштовуємо розмір нашої майбутньої карти, а також одиниці виміру на ній (Рисунок 13.6.).





«Layout» надає можливість автоматично або вручну налаштувати розмір легенди карти, та мову на якій вона буде публікуватись.

У вкладці «Design» ми обираємо дизайн відображення карти та інструментів керування карти (Рисунок 13.8.).

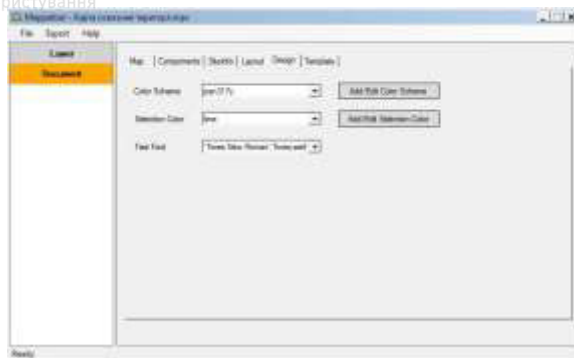


Рисунок 13.8. Вкладка «Design»

Завершаючим етапом є вибір шаблону відображення кінцевої тематичної карти. Після вибору шаблону, в полі «Preview» показується його вигляд, у даному полі зажавши ліву клавішу миші можна переміщати елементи карти між собою (Рисунок 13.9).

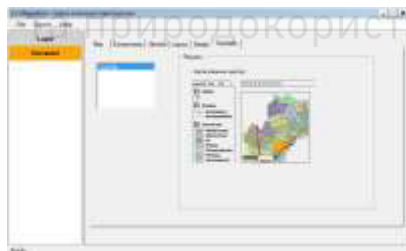


Рисунок 13.9. Вкладка «Template»

Після закінчення всіх налаштувань ми можемо в текстовому меню «Export» переглянути як буде виглядати наша карта перед експортом. Якщо нас все влаштовує то ми натискаємо Export SVG та обираємо папку куди зберегти вже готову інтерактивну карту.



## Лабораторна робота № 14. Виконання перехресної перевірки. Оцінка точності отриманої моделі.

Із зображення хмари варіограми (рис. 3.7) видно, що врахування анізотропії дало позитивний вплив на модель.

Натискаємо Далі, відкривється вікно перехресної перевірки (рис 14.1.)

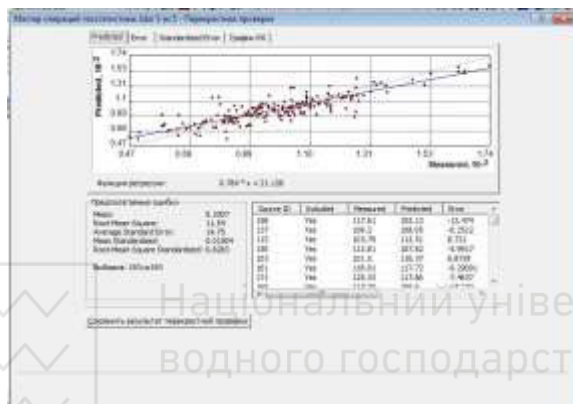


Рис. 14.1. Перехресна перевірка

Проаналізувавши отримані результати, студенти повинні зробити висновок про якість отриманих інтерпольованих даних (отримана модель грубо і не точно інтерполуює досліджувані значення, якщо середня похибка не є близькою до 0, середня квадратична похибка і середня стандартна похибка не мають найменше із можливих значення, середня квадратична нормована похибка не є близькою до 1 і навпаки).

Результуюча модель отримана даним методом зображена на рис. 14.2.

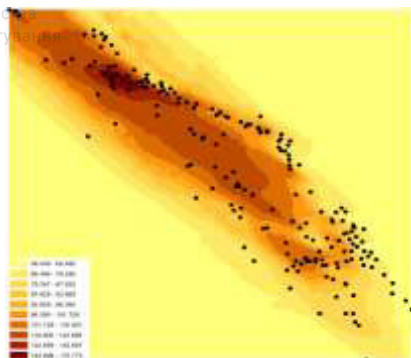


Рис. 14.2. Геопросторова модель розподілу значення забруднення з використанням геостатистичного інструментарію

### Порівняння геопросторових моделей

В результаті дослідження розподілу значення забруднення студентами було отримано дві моделі:

- 1) з використанням геостатистичного інструментарію;
- 2) стандартними методами.

Для моделі, яка точно інтерполює досліджуване значення середня похибка повинна бути близькою до 0, середня квадратична похибка і середня стандартна похибки повинні мати найменші із можливих значення, а середня квадратична нормована похибка повинна бути близькою до 1 (рис. 14.3.).

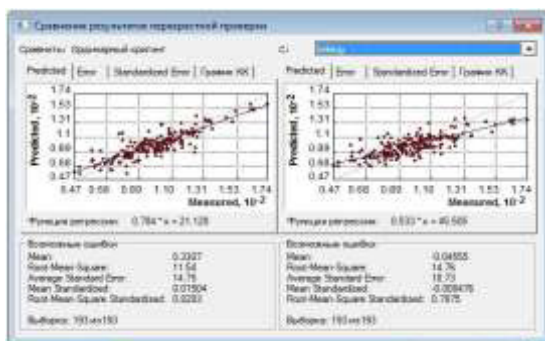


Рис. 14.3. Порівняння геопросторових моделей



### 3 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Моніторинг та охорона земель. Практикум [Електронне видання] : навч. посіб. / В. С. Мошинський, Т. В. Бухальська, А. Г. Ліщинський, Ж. В. Наконечна; вид. 2-ге, перероб. та доповн. Рівне : НУВГП, 2019. 202 с.  
<http://ep3.nuwm.edu.ua/15879/>
2. Байрак Г. Методи геоморфологічних досліджень : навч. посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2018. 292 с.
3. Олішевська Ю. А. Організація природоохоронної діяльності та моніторингу навколишнього середовища у місті Києві. *Фізична географія та геоморфологія*. 2014. Вип. 2. С. 79-86.  
URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/fiz_geo_2014_2_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/fiz_geo_2014_2_12)
4. Положення про державну систему моніторингу довкілля. Постанова Кабінету Міністрів України № 391 від 30 березня 1998 р.
5. РД 211.1.8.103-2002 Рекомендації щодо співставлення даних моніторингу вод / Білогуров В. П, Калініченко О. А., Бакланова В. Ю., Дияконова С. А.
6. Закон України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних». URL: [http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=67268](http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=67268)
7. Комп'ютеризовані регіональні системи державного моніторингу поверхневих вод: моделі, алгоритми, програми. Монографія / Під ред. В. Б. Мокіна. Вінниця : Вид-во ВНТУ «УНІВЕРСУМ-Вінниця», 2005. 315 с.
8. Стрельцов О. Д., Бондар М. Г. Зверху видно все. Геоінформаційні системи — в допомогу аграріям. *«Агросектор»*. Журнал сучасного сільського господарства № 2 (2) 08'2004. С. 26-28. URL: <http://www.agrosector.com.ua/journal/archive/2/25>
9. Zeiler M. Modeling our World. ESRI: Redlands, USA, 1999. 2002.
10. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія / В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2014. 492 с.



11. Митчел Энди. Руководство по ГИС-анализу. Ч.1. Модели пространственного распределения и взаимосвязи. Киев : ЭКОММ, 2000. 179 с.
12. Де Мерс Майкл. Географические информационные системы. Основы / Пер. с англ. М. : ДАТА+, 1999. 492 с.
13. Курс по QGIS від IHE Delft Institute for Water Education  
URL: <https://ocw.un-ihe.org/course/index.php>
14. Андрейчук Ю. М. . ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі : навч. посіб. / Ю. М. Андрейчук, Т. С. Ямелинець. Львів : Простір-М, 2015. 284 с. URL: <https://wwf.panda.org/?256338/book-gis>
15. Свідзінська Д. В. Методи геоекологічних досліджень: геоінформаційний практикум на основі відкритої ГІС SAGA / Д. В. Свідзінська. Київ: Логос, 2014. 402 с. URL: [https://www.researchgate.net/publication/323943907_Metodi_geoeekologichnih_doslidzen_geoinformacijnij_praktikum_na_osnovi_vidkritoi_GIS_SAGA](https://www.researchgate.net/publication/323943907_Metodi_geoeekologichnih_doslidzen_geoinformacijnij_praktikum_na_osnovi_vidkritoi_GIS_SAGA)
16. Свидзинская Д. В. Основы QGIS / Д. В. Свидзинская, А. С. Бруй. Київ, 2014. 83 с.
17. ГИС и заповедные территории. Материалы III научно-методического семинара. 30 мая – 01 июня 2015 г., НПП «Слобожанский» (Украина, Харьковская обл., Краснокутский р-н, с. Владимировка) Под редакцией А. П. Биатова  
URL: <https://necu.org.ua/wp-content/uploads/2016/04/gis-pzf-2015.pdf>



### Приклад геоморфологічної карти



### Приклад ґрунтової карти







### Приклад ґрунтово-геоморфологічного районування



### Додаток 4

### Приклад карти господарського освоєння території та техногенного навантаження на середовище







Приклад карти-схеми розташування локальної мережі моніторингу земель для проведення загального та спеціального моніторингу

