

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра екології агросфери та екологічного контролю

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Декан факультету

захисту рослин,

біотехнологій та екології

Коломієць Ю.В.

“ 16 ” 06 2023 р.



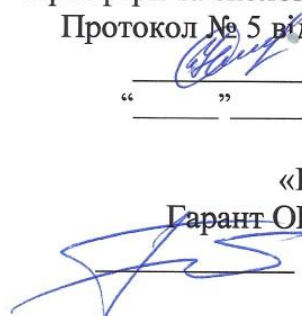
«СХВАЛЕНО»

На засіданні кафедри екології
агросфери та екологічного контролю

Протокол № 5 від 03.05.2023 року

Наумовська О.І.

“ ” 2023 р.



«РОЗГЛЯНУТО»

Гарант ОП 101 «Екологія»

Боголюбов В.М.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

“ОСНОВИ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ”

Спеціальність: 101 «Екологія»

Освітня програма: «Екологія»

Факультет: захисту рослин, біотехнологій та екології

Розробник: Ладика М.М., доцент, к.с.-г.н., доцент

Київ – 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни
«Основи ГІС технологій»

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Галузь знань	01 «Природничі науки»	
Спеціальність	101 «Екологія»	
Освітній рівень	Бакалавр	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова компонента ОПП	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)		
Форма контролю	екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	4	-
Семестр	8	-
Лекційні заняття	13 год.	-
Практичні, семінарські заняття	13 год.	-
Лабораторні заняття		-
Самостійна робота	94 год.	-
Індивідуальні завдання		-
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента –	2 год. 7,2 год.	-

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є формування у фахівця теоретичних знань і практичних навичок використання ГІС у виробництві для одержання інформації необхідної для прийняття рішень щодо стану агроландшафтів, з метою ландшафтно-екологічного зонування території, створення карт стану ґрунтів, прогнозування продуктивності сільськогосподарських культур т.п.

Завдання вивчення дисципліни «Основи ГІС технологій» полягають в формуванні спеціалістів, здатних:

- здійснювати збір географічної інформації;
- визначати точкові, лінійні об'єкти та об'єкти у вигляді полігонів на основі їх атрибутів;
- використовувати ГІС для ведення моніторингу агроландшафтів;
- застосовувати ГІС з метою ландшафтно-екологічного зонування території;
- використовувати методи інтерполяції;
- проводити розрахунки нахилу, експозиції схилів, виділяти буферні зони навколо об'єктів навколишнього середовища;
- проводити картографічне накладання шарів, картографічне моделювання. Складати блок-схеми картографічних моделей;
- вміти використовувати ГІС з метою техніко-економічного обґрунтування використання та охорони земельних та водних ресурсів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- стан і перспективи розвитку ГІС, місце ГІС серед інших інформаційних систем;
- основні принципи побудови ГІС, їх організацію і можливості;
- способи збору, введення та збереження просторової і атрибутивної інформації;
- способи конвертування та перетворення інформації;
- методи геоінформаційного аналізу та картографічного моделювання просторової інформації;
- методи інтерполяції
- особливості програмних і Інструментальних засобів ГІС;
- можливості практичного застосування ГІС в управлінні, науці і техніці,

вміти:

- обрати необхідні умови для створення проекту ГІС з урахуванням вимог замовника для ГІС різного призначення;
- розробити схему і методику для оптимального вирішення поставленої задачі;
- побудувати необхідну для конкретного ГІС проекту базу даних;
- використовувати для реалізації проекту програмне забезпечення типу QGIS, ArcView, WinGIS.

Набуття компетентностей (відповідно до затвердженого Стандарту вищої освіти за спеціальністю 101 «Екологія», ОПП 101 «Екологія» першого (бакалаврського) рівня в НУБіП України 2020 р.):

загальні компетентності (ЗК):

ЗК1 Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.

ЗК2 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК4 Здатність до письмової та усної комунікації українською мовою (професійного спрямування).

ЗК7 Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

ЗК8 Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК9 Навички міжособистісної взаємодії.

ЗК10 Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК12 Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

ЗК13 Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

СК1. Знання та розуміння теоретичних основ екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування.

СК4. Знання сучасних досягнень національного та міжнародного екологічного законодавства.

СК5. Здатність до оцінки впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища та виявлення екологічних і радіаційних ризиків, пов'язаних з виробничою діяльністю.

СК6. Здатність до використання основних принципів та складових екологічного управління.

СК7. Здатність проводити моніторинг та оцінювати поточний стан навколишнього середовища.

СК8. Здатність обґрунтовувати необхідність збереження ландшафтно-біологічного різноманіття, формування екологічної мережі та розробляти заходи, спрямовані на їх збереження.

СК9. Здатність до участі в розробці системи управління та поводження з відходами виробництва та споживання, в тому числі і радіоактивними.

СК10. Здатність до використання сучасних інформаційних ресурсів і технологій для екологічних досліджень.

СК13. Здатність до участі в управлінні природоохоронними діями та/або екологічними проектами.

СК14. Здатність застосовувати економічні механізми використання, охорони та відтворення природних ресурсів

Програмні результати навчання:

ПРН1. Демонструвати розуміння основних принципів управління природоохоронними діями та/або екологічними проектами.

ПРН2. Формулювати основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та збалансованого природокористування.

ПРН4. Застосовувати принципи управління, на яких базується система екологічної, біологічної та радіаційної безпеки.

ПРН7. Розв'язувати проблеми у сфері захисту навколишнього середовища із застосуванням інноваційних підходів, вітчизняного і міжнародного досвіду.

ПРН8. Уміти проводити пошук інформації з використанням відповідних джерел для прийняття обґрунтованих рішень.

ПРН9. Демонструвати навички оцінювання непередбачуваних екологічних проблем і обдуманого вибору шляхів їх вирішення.

ПРН10. Уміти застосовувати програмно-технічні засоби, ГІС-технології та ресурси Інтернету для інформаційного забезпечення екологічних досліджень, зокрема, на радіоактивно забруднених територіях.

ПРН12. Бути здатним до участі у розробці та реалізації проектів, направлених на оптимальне управління і поводження з виробничими та муніципальними відходами, в тому числі й радіоактивними.

ПРН13. Уміти формувати ефективні комунікаційні стратегії з метою донесення ідей, проблем, рішень та власного досвіду в сфері екологічної, біологічної та радіаційної безпеки.

ПРН16. Уміти вибрати оптимальну стратегію проведення громадських слухань щодо висновків з ОВД, формування територій природно-заповідного фонду та екологічної мережі.

ПРН20. Формувати запити та визначати дії, що забезпечують виконання норм і вимог екологічного законодавства.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для:
- повного терміну денної форми навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин										
	денна форма						Заочна форма				
	усьог о	у тому числі					усьог го	у тому числі			
		л	п	лаб	інд	с.р		л	п	лаб	інд
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Змістовий модуль 1. Основи роботи із програмним забезпечення ГІС											
Тема 1. Предмет, мета та завдання навчальної дисципліни. Історія розвитку геоінформаційних систем та застосування їх у вивченні екології.	19	2		2		15					
Тема 2. Географічні координати та картографічні проекції. Просторові моделі і структури даних. Растрова і векторні моделі даних.	20	2		3		15					
Тема 3. Атрибутивна інформація в ГІС. Просторова база даних.	20	2		2		16					
Разом за змістовим модулем 1	59	6		7		46					
Змістовий модуль 2. Просторовий аналіз, основи моделювання											
Тема 4. Елементарний просторовий аналіз і вимірювання у ГІС. Накладання шарів у ГІС.	21	3		2		16					
Тема 5. Статистичні поверхні у ГІС.	20	2		2		16					
Тема 6. Аналітичні можливості сучасних інструментальних ГІС. Використання просторового аналізу в екології і охороні навколишнього середовища	20	2		2		16					
Разом за змістовим модулем 2	61	7		6		48					
Усього годин	120	13		13		94					

4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основи роботи з ПЗ ГІС. Базова ГІС курсу - QGIS 3.1	2
2	Пошук та скачування безкоштовних космічних знімків для їх подальшого використання у QGIS	1
3	Прив'язка карт та космознімків.	2
4	Векторизація (оцифровка растрових даних).	2
5	Оверлейні операції та обчислення в ГІС.	2
6	Робота із атрибутивною інформацією (пошук, введення, аналіз, візуалізація). Картування.	2
7	Просторовий аналіз. Методи інтерполяції.	2
	Всього	13

7. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Експорт даних з GOOGLE EARTH (GOOGLE MAPS) до QGIS	14
2	Створення горизонталей рельєфу із Google Earth в SHP и DWG	20
3	Інтерполяція. Створення безперервної поверхні із заданими значеннями	20
4	Карта України для QGIS	20
5	Експорт координат з Google Earth у Excel	20
	Всього	94

8. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

<i>Тестові завдання різних типів</i>	
1. Що називається оцифровуванням?	
А)	Нанесення цифр на географічні карти
Б)	Кодування інформації
В)	Процес перетворення даних з паперових карт в комп'ютерні файли
Г)	Занесення цифр в атрибутивну таблицю векторних файлів
2. Що таке лінійний об'єкт?	
А)	Найпростіший тип просторових об'єктів
Б)	Сутність, яка не має ширини, а лише протяжність
В)	Сутність, яка має ширину і довжину
Г)	Сутність, яка має лише ширину
3. Растрова модель являє собою.... (доповнити твердження)	
4. Операція накладання шарів – полігон в полігоні відноситься до:	
А)	методів інтерполяції
Б)	статистичного аналізу
В)	класифікації
Г)	аналізу географічного збігу і включення
5. Для формалізації просторово-координованих даних у нас час використовують два основних способи:	
А)	растровий та дистанційний
Б)	векторний та дистанційний
В)	растровий та векторний
Г)	точковий та полігональний
Д)	растровий та космічний
Е)	векторний та фотографічний
6. Векторні моделі в якості атомарної моделі використовують:	
А)	пару координат (X; Y)
Б)	послідовність координат, що утворюють лінію
В)	піксель
7. Растрова структура даних забезпечує:	
А)	точні просторові координати
Б)	абсолютно точне відображення географічного простору

В)	місцезнаходження об'єктів визначається комірками растра в яких вони знаходяться
Г)	всі відповіді вірні
8. У QGIS 3.0 і попередніх версіях в модулі інтерполяції доступні такі методи:	
А)	лінійна
Б)	рівних зважених відстаней
В)	сплайн
Г)	побудови триангуляційних поверхонь
9. Геоінформаційні технології в Україні набули розвитку:	
А)	в середині 60-х років ХХ ст.
Б)	в середині 70-х років ХХ ст.
В)	в середині 80-х років ХХ ст.
Г)	в середині 90-х років ХХ ст.
Д)	в середині 10-х років ХХІ ст.
10. Визначення площ полігонів відноситься до методів:	
А)	математичного моделювання
Б)	картографічної алгебри
В)	просторового прогнозування
Г)	інтерполяції
11. У якій моделі може бути представлена будь-яка реальна географічна ситуація?	
А)	У растровій моделі
Б)	У векторній моделі
В)	Як у растровій так і у векторній моделях
Г)	Немає жодної правильної відповіді
12. До растрових даних можна віднести:	
А)	космознімки
Б)	аерофотознімки
В)	скановані карти
Г)	дані у вигляді таблиць
Д)	всі вище перераховані відповіді вірні
13. До програмного забезпечення ГІС не належать:	
А)	ArcInfo
Б)	MS Excel
В)	MapInfo

Г)	ERDAS Imagine
14. Інтегрована сукупність апаратних, програмних і інформаційних засобів, що забезпечують введення, збереження, обробку, маніпулювання, аналіз і відображення (представлення) просторово-координованих даних – це (вказати визначення)	
15. Просторовий аналіз це:	
А)	аналіз картографічних даних
Б)	цифрове представлення об'єкту реальності, що містить його місцезнаходження і набір властивостей, характеристик, атрибутів або сам цей об'єкт
В)	група функцій, що забезпечують аналіз розміщення, зв'язків і інших просторових відносин
Г)	комплексне програмно-аналітичне забезпечення, призначене для картування як природних, так і антропогенно-змінених територій
16. Атрибут це:	
А)	ознака зв'язності геометричного об'єкту
Б)	просторові характеристики об'єкта
В)	якісна чи кількісна ознака, яка характеризує об'єкт і асоціюється з його унікальним номером
17. Просторовий дозвіл – це:	
А)	впорядкована пара координат, що визначають положення елементу простору в растрі
Б)	кут між напрямком на північ і положенням колонок растру
В)	мінімальний лінійний розмір найменшої ділянки простору, що відображається одним пікселем
Г)	максимальний лінійний розмір найменшої ділянки простору, що відображається одним пік селем
18. До основних задач ГІС належать:	
А)	просторовий аналіз
Б)	просторове моделювання
В)	фотокалориметрія
Г)	складання електронних атласів
19. До обов'язкових елементів картограми відносяться:	
А)	позначення масштабу
Б)	позначення знаку сторін світу
В)	картографічне зображення
Г)	опис місцевості
Д)	легенда
Е)	назва

Є)	тезисний виклад матеріалу
Ж)	знак компанії виробника картограми
З)	метод інтерполяції
20. Найпоширенішою проекцією в наш час (GPS-навігація, Google Earth, Bing Map) є:	
А)	Проекція Меркатора
Б)	Пулково 42
В)	WGS 84
Г)	Полярна
21. Що таке точковий об'єкт?	
А)	Найпростіший тип просторових об'єктів
Б)	Сутність, яка не має ширини, а лише протяжність
В)	Сутність, яка має ширину і довжину
Г)	Сутність, яка має лише ширину
22. Векторні дані мають три основних види представлення:	
А)	Точки, лінії, аерофотознімки
Б)	Космознімки, лінії, полігони
В)	Космознімки, аерофотознімки, скановані карти
Г)	Точки, лінії, полігони
23. Виберіть об'єкт, який відповідає сутності «точка»	
А)	
Б)	
В)	
Г)	Усі варіанти вірні
24. Операція накладення один на одного двох або більше шарів, в результаті якого утворюється один похідний шар, що містить композицію просторових об'єктів початкових шарів це – (вказати визначення)	
25. Інтерполяція це:	
А)	варіювання показників в межах окремих площ або регіону
Б)	вимірювання по картах з використанням програмних засобів
В)	обчислення проміжних значень будь-якої змінної за деякими відомими її значеннями

Г)	сукупність методів обробки і аналізу просторових даних
26. Введення картографічних даних в ГІС включає в себе:	
А)	введення і обробку даних наземної зйомки
Б)	оцифровування карт або зображень, їх контроль та редагування
В)	формування баз картографічних та атрибутивних даних
Г)	встановлення зв'язків між базами картографічних і атрибутивних даних
Д)	усі вище перераховані варіанти
27. Процедура прив'язки растрових зображень в QGIS може здійснюватися шляхом:	
А)	безпосереднього введення відомих координат точки прив'язки
Б)	лише безпосереднього введення відомих координат точки прив'язки
В)	лише визначення координат точки прив'язки із прив'язаного шару
Г)	визначення координат точки прив'язки із прив'язаного шару
28. Першою реально працюючою геоінформаційною системою у світі вважається :	
А)	ГІС США
Б)	ГІС Нідерландів
В)	ГІС Німеччини
Г)	ГІС Канади
29. Чи можлива інсталяція ПЗ QGIS на карту флеш пам'яті? (так або ні)	
30. Для побудови буферів у програмному середовищі QGIS використовують модуль:	
А)	геообробка
Б)	обробка геометрії
В)	зональна статистика
Г)	морфологічний аналіз

9. Методи навчання

Теоретичні, практичні, самостійна робота

10. Форми контролю

Методом контролю є тести. Тести – один з ефективних інструментів здійснення контролю знань. При розробці тестових завдань користувалися Положенням про екзамени та заліки у Національному університеті біоресурсів і природокористування України (протокол № 7 від 27.02.2019 року).

11. Розподіл балів, які отримують студенти

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 26.04.2023 р. протокол № 10).

При визначенні оцінки викладач керується наступним:

- оцінку «відмінно» (≥ 90 балів) одержують студенти, які всебічно, систематично і глибоко володіють навчально-програмовим матеріалом, вміють самостійно виконувати завдання, передбачені програмою, засвоїли основну і ознайомлені з додатковою літературою, яка рекомендована програмою. Оцінка "відмінно" виставляється студентам, які проявили винахідливість та ініціативність до наукової та науково-дослідної роботи.
- оцінку «дуже добре» (82-89 балів) – вище середнього рівня з кількома помилками заслуговують студенти, які повністю опанували навчально-програмовий матеріал, успішно виконали завдання, передбачені програмою, засвоїли основну літературу, яка рекомендована програмою.
- оцінку «добре» (75-81 балів) – в загальному робота студентами виконана, але з певною кількістю помилок, її заслуговують студенти, які опанували навчально-програмовий матеріал, успішно виконали завдання, передбачені програмою, засвоїли основну літературу, яка рекомендована програмою.
- оцінку «задовільно» (66-74 балів) – заслуговують студенти, які знають основний навчально-програмовий матеріал в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії, виконують завдання непогано, але із значною кількістю помилок, ознайомлені з основною літературою, яка рекомендована програмою.
- оцінку «достатньо» (60-65 балів) – заслуговують студенти, які знають основний навчально-програмовий матеріал в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії, а виконання завдань задовольняє мінімальні критерії.
- оцінку «незадовільно» (35-59 балів) – виставляються студентам, які погано оволоділи навчально-програмовим матеріалом, допускають велику кількість помилок при виконанні завдань, передбачених програмою. Оцінка "незадовільно" виставляється студентам, які не можуть продовжувати навчання або приступити до професійної діяльності після закінчення ВНЗ без додаткових знань з даної дисципліни.
- оцінку «незадовільно» (< 35 балів) – виставляються студентам, які не оволоділи навчально-програмовим матеріалом, допускають грубі помилки при виконанні завдань, передбачених програмою. Оцінка "незадовільно" виставляється студентам, які не можуть продовжувати навчання або приступити до професійної діяльності після закінчення ВНЗ і яким необхідна серйозна подальша робота.

Рейтинг здобувача вищої освіти з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (не більше 70 балів) за формулою:

$$R_{\text{НР}} = \frac{0,7 \cdot (R^{(1)}_{\text{ЗМ}} \cdot K^{(1)}_{\text{ЗМ}} + \dots + R^{(n)}_{\text{ЗМ}} \cdot K^{(n)}_{\text{ЗМ}})}{K_{\text{ДИС}}}, \quad (1)$$

де $R^{(1)}_{\text{ЗМ}}, \dots, R^{(n)}_{\text{ЗМ}}$ – рейтингові оцінки із змістових модулів за 100-бальною шкалою; n – кількість змістових модулів;

$K^{(1)}_{\text{ЗМ}}, \dots, K^{(n)}_{\text{ЗМ}}$ – кількість кредитів Європейської кредитної трансфернонакопичувальної системи (ЄКТС) (або годин), передбачених робочим навчальним планом для відповідного змістового модуля;

$K_{\text{ДИС}} = K^{(1)}_{\text{ЗМ}} + \dots + K^{(n)}_{\text{ЗМ}}$ – кількість кредитів ЄКТС (або годин), передбачених робочим навчальним планом для дисципліни у поточному семестрі.

На рейтинг з навчальної роботи можуть впливати рейтинг з додаткової роботи та рейтинг штрафний.

На заліку (іспиту), що проводиться методом тестування, рейтинг здобувача вищої освіти з атестації $R_{\text{АТ}}$ (не більше 30 балів) визначається за формулою

$$R_{\text{АТ}} = \frac{K_{\text{прав}}}{K_{\text{заг}}} \square 30, \quad (3)$$

де $K_{\text{прав}}$ - кількість правильних елементів у бланку відповідей студента;
 $K_{\text{заг}}$ - загальна кількість елементів у бланку еталонних відповідей.

Рейтинг здобувача вищої освіти з атестації округлюється до цілого числа.

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни $R_{\text{ДИС}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів):

$$R_{\text{ДИС}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}. \quad (4)$$

Рейтинг здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни у балах переводиться у національні оцінки згідно з табл. 1.

Таблиця 1. Співвідношення між національними оцінками і рейтингом здобувача вищої освіти

Оцінка національна	Рейтинг здобувача вищої освіти, бали
Відмінно	90-100
Добре	74-89
Задовільно	60-73
Незадовільно	0-59

12. Методичне забезпечення

1. Ладика М.М. Методичні вказівки щодо вивчення дисципліни «Основи ГІС технологій» [Електронне видання] – формується
2. Електронний навчальний курс «Основи ГІС технологій» - <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=3509>

13. Рекомендовані джерела інформації

1. Brown, Greg, Reed, Pat, Raymond, Christopher M. Mapping place values: 10 lessons from two decades of public participation GIS empirical research. *Applied Geography*, 2020, 116: 102156.
2. Hans van der Kwast, Kurt Menke. QGIS for Hydrological Applications: Recipes for Catchment Hydrology and Water Management. Paperback 2019. 168 p.
3. KHAMIDOV, Mukhamadkhan, et al. Application of geoinformation technologies for sustainable use of water resources. *European Journal of Molecular and Clinical Medicine*, 2020, 7.2: 1639-1648.
4. KHOJIAKBAR, Khasanov, et al. Water reservoir area and volume determination using geoinformation technologies and remote sensing. *METHODS*, 2019, 16: 17.
5. KONECNY, Gottfried. *Geoinformation: remote sensing, photogrammetry and geographic information systems*. cRc Press, 2014.
6. Madan Kumar Jha, Ankit Shekhar, M. Annie Jenifer. Assessing groundwater quality for drinking water supply using hybrid fuzzy-GIS-based water quality index, *Water Research*, Volume 179, 2020, 115867, <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115867>.
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135420304048>)
7. Paul Longley, Mike Goodchild, David Maguire, David Rhind. *Geographic Information and Systems*, 4th Edition. Wiley; Issue 4 . 496 p.
8. QGIS Tutorials and Tips [Підручники та поради QGIS]. 2022. URL: <https://www.qgistutorials.com/en/>
9. Stelmaszczuk-Gorska, Martina A., et al. Body of knowledge for the earth observation and geoinformation sector—a basis for innovative skills development. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, 2020, 43.
10. TSATSARIS, Andreas, et al. Geoinformation Technologies in support of Environmental hazards monitoring under Climate Change: An extensive review. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2021, 10.2: 94.
11. ZUDILIN, S. N., et al. Geoinformation technologies in land management projects on the agro-landscape basis. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2021. p. 012161.
12. Зацерковний В. І., Бурачек В. Г., Железняк О. О., Терещенко А. О. Геоінформаційні системи і бази даних: монографія. Кн. 2 / В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 237 с.

13. Зубик А. І. ГІС в урбаністиці та просторовому плануванні: навчально-методичний посібник для аудиторної та самостійної роботи студентів з курсу “Використання ГІС в урбаністиці та просторовому плануванні”. Львів, 2021. 580 с.
14. Khakimova, K. R., et al. Some technological issues of using gis in mapping of irrigated lands. *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal*, 2022, 10.4: 226-233.
15. Torkayesh, Ali Ebadi, et al. Landfill location selection for healthcare waste of urban areas using hybrid BWM-grey MARCOS model based on GIS. *Sustainable Cities and Society*, 2021, 67: 102712.
16. Korpilo, Silviya, et al. Developing a Multi-sensory Public Participation GIS (MSPPGIS) method for integrating landscape values and soundscapes of urban green infrastructure. *Landscape and Urban Planning*, 2023, 230: 104617.
17. Ali, Sk Ajim, et al. GIS-based comparative assessment of flood susceptibility mapping using hybrid multi-criteria decision-making approach, naïve Bayes tree, bivariate statistics and logistic regression: a case of Topľa basin, Slovakia. *Ecological Indicators*, 2020, 117: 106620.
18. Habib, Nadia Shaker, et al. Presence of Amphibian Species Prediction Using Features Obtained from GIS and Satellite Images. *International Journal of Academic and Applied Research (IJAAR)*, 2020, 4.11.
19. Adimalla, Narsimha, Taloor, Ajay Kumar. Hydrogeochemical investigation of groundwater quality in the hard rock terrain of South India using Geographic Information System (GIS) and groundwater quality index (GWQI) techniques. *Groundwater for Sustainable Development*, 2020, 10: 100288.
20. LÜ, Guonian, et al. Reflections and speculations on the progress in Geographic Information Systems (GIS): A geographic perspective. *International journal of geographical information science*. 2019. 33.2: 346-367.
21. Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах : робочий зошит. Частина 2 / С. М. Бабійчук, Т. Л. Кучма, Л. Я. Юрків, О. В. Томченко ; за ред. С. О. Довгого. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2021. 224 с. URL: <https://api.man.gov.ua/api/assets/man/a0746113-31c9-44d7-b6a1-d819e2e535dd/>
22. Основи дистанційного зондування Землі : робочий зошит. Частина 1. / С. М. Бабійчук, Л. Я. Юрків, О. В. Томченко, Т. Л. Кучма. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2020. 122 с. URL: <https://api.man.gov.ua/api/assets/man/771e9a71-3cae-4926-bea0-75e74b7291ef/>
23. Часковський О., Андрейчук Ю., Ямелинець Т. Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS [Текст] : навч. посіб. / О. Часковський, Ю. Андрейчук, Т.Ямелинець. — Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, Вид-во Простір-М, 2021. 228 с. URL: https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/05/GIS-in-Nature-Protection_QGIS.pdf

Інформаційні ресурси

1. ГІС-Асоціація України. URL: <http://www.gisa.org.ua>
2. Landviewer. URL: <https://eos.com/landviewer/?tool-timelapse>

3. Джерела безкоштовних супутникових зображень. URL: <https://eos.com/blog/free-satellite-imagery-sources/>
4. 15 безкоштовних джерел даних із супутникових зображень. URL: <https://gisgeography.com/free-satellite-imagery-data-list/>
5. Пошук даних Землі. URL: <https://search.earthdata.nasa.gov/search>
6. Махар. Програма відкритих даних. URL: <https://www.maxar.com/open-data>
7. Безкоштовні супутникові зображення. URL: <https://www.vito-eodata.be/PDF/portal/Application.html#Home>
8. Copernicus Climate Change Service. URL: <https://climate.copernicus.eu/>
9. Copernicus Open Access Hub. URL: <https://scihub.copernicus.eu/>
10. Planet Labs. URL: <https://www.planet.com/>
11. BiodiversityMapping. URL: <https://biodiversitymapping.org/>
12. OpenTopography for Developers. URL: <https://opentopography.org/developers>
13. Esri Map Book. URL: <https://www.esri.com/en-us/esri-map-book/maps#/list>