

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Проректор з науково-педагогічної  
роботи та розвитку

 С.М. Кваша

«06» 05 2022 р.

**РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО**

на засіданні Вченої ради факультету захисту  
рослин, біотехнологій та екології  
протокол № 9 від «28» квітня 2022 р.

Декан факультету

 Ю.В. Коломієць

на засіданні кафедри екології агросфери та  
екологічного контролю

протокол № 3 від «14» квітня 2022 р.

Завідувач кафедри

 О.І. Наумовська

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**“ ГІС МОНІТОРИНГ ОБ’ЄКТІВ ДОВКІЛЛЯ”**

Рівень вищої освіти – третій (освітньо-науковий) рівень

Галузь знань – 10 Природничі науки

Спеціальність – 101 «Екологія»

Освітньо-наукова програма – ЕКОЛОГІЯ

Гарант ОНП – Н.А. Макаренко

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

кафедра екології агросфери та екологічного контролю

Київ – 2022

## 1. Опис навчальної дисципліни

<b>Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь</b>		
Галузь знань	10 Природничі науки	
Освітньо-науковий рівень	третій	
Освітній ступінь	доктор філософії	
Спеціальність	101 «Екологія»	
Освітньо-наукова програма	Екологія	
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>		
Вид	вибіркова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	не передбачено	
Курсовий проект (робота)	не передбачено	
Форма контролю	екзамен	
<b>Показники навчальної дисципліни для денної, вечірньої та заочної форми навчання</b>		
	денна, вечірня форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2	2
Семестр	3	3
Лекційні заняття	20	20
Практичні, семінарські заняття	30	30
Лабораторні заняття	-	-
Самостійна робота	100	100
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	5	5

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** вивчення дисципліни є забезпечення формування розширених знань про використання сучасних методів просторового аналізу для вирішення задач моніторингу стану об'єктів довкілля за допомогою геоінформаційних систем й засобів дистанційного зондування землі; про функціональні можливості сучасних геоінформаційних систем для задач моніторингу змін стану довкілля; відкриті джерела баз екологічних даних та їх інтерпретацію; моделювання за допомогою ГІС інструментарію.

**Завдання** вивчення дисципліни «ГІС моніторинг об'єктів довкілля» полягають у формуванні знань, які дозволяють:

- здійснювати пошук, підбір та обробку геопросторової інформації;
- визначати точкові, лінійні об'єкти та об'єкти у вигляді полігонів на основі їх атрибутів;
- використовувати ГІС для ведення моніторингу стану агроландшафтів, водних об'єктів тощо;
- застосовувати ГІС з метою ландшафтно-екологічного зонування території;
- використовувати методи інтерполяції;
- використовувати ГІС інструментарій для аналізу елементів рельєфу (нахилу та експозиції схилів, базису ерозії, вододільних ліній тощо)
- виділяти буферні зони навколо об'єктів навколишнього середовища;
- здійснювати картографічне накладання шарів
- створювати картографічні моделі;
- вміти використовувати ГІС з метою техніко-економічного обґрунтування використання та охорони земельних та водних ресурсів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен

**знати:**

- основні принципи, структурну організацію і можливості ГІС;
- методи опрацювання даних моніторингу земної поверхні
- способи збору, введення та збереження просторової і атрибутивної інформації;
- інструменти та методи аналізу ГІС, що застосовуються при вирішенні моніторингових задач

**вміти:**

- здійснювати збір просторової та атрибутивної інформації;
- використовувати ГІС для ведення моніторингу навколишнього природного середовища;

- формувати необхідну (змістовну) для конкретного ГІС проекту базу даних;
- проводити картографічне накладання шарів, картографічне моделювання;
- використовувати методи інтерполяції;
- вміти застосовувати принципи класифікації.
- вміти створювати змістовно нові картографічні матеріали (карти, картограми, картосхеми, блок-схеми);
- здійснювати ретроспективний аналіз змін стану природного середовища з використанням сучасного інструментарію картографічних методів.
- використовувати для реалізації проекту програмне забезпечення типу QGIS, ArcView, WinGIS, Erdas Imagine тощо.

Основними **компетентностями**, якими повинен володіти здобувач після вивчення дисципліни, є:

ЗК01. Здатність розв'язувати комплексні проблеми на основі системного наукового та загальнокультурного світогляду, що стосуються екології, охорони довкілля і раціонального природокористування із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

СК03. Здатність виконувати оригінальні дослідження процесів і явищ в екосистемах різного рівня організації, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері екології, охорони довкілля та природокористування, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень за використання сучасних наукових методів.

СК06. Здатність застосовувати сучасні методичні підходи для дослідження навколишнього природного середовища та оцінювання впливу окремих видів діяльності на стан його окремих компонентів, електронні інформаційні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності, зокрема для моделювання процесів та прийняття оптимальних рішень у сфері екології, охорони природи та раціонального природокористування.

### **Програмні результати вивчення дисципліни:**

ПРН01. Розуміти основні концепції, теоретичні і практичні проблеми, історію розвитку та сучасного стану наукових знань з екології, охорони довкілля та природокористування; формулювати і перевіряти гіпотези, використовувати для обґрунтування висновків належні докази (результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та комп'ютерного моделювання) з метою розв'язання значущих наукових та науково-прикладних проблем екології.

ПРН06. Мати сучасні концептуальні знання та високий методологічний рівень у сфері екології та на межі предметних галузей, а також дослідницькі

навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень.

## **1. Програма та структура навчальної дисципліни для:**

**Тема 1. Геоінформаційний моніторинг як комплексна система спостережень, збору, обробки, систематизації та аналізу інформації про стан довкілля.**

Визначення терміну «геоінформаційний моніторинг»: функції, ознаки та завдання. Географічні інформаційні системи (ГІС) та їх використання для моніторингу стану довкілля. Класифікація ГІС по функціональних можливостях. Характеристика сучасного програмного забезпечення для ГІС (ArcGIS, MapInfo, IDRISI32, QGIS та ін.) та їх використання.

### **Тема 2. Інформаційне забезпечення ГІС.**

Джерела даних для ГІС. Картографічні джерела. Дані дистанційних досліджень. Польові дані. Дані кадастрів. Статистичні джерела даних. Текстові матеріали. Джерело даних ГІС з Internet-ресурсів.

**Тема 3. Географічні координати та картографічні проекції для роботи в ГІС. Просторові моделі і структури даних.**

Поняття про географічні координати та картографічні проекції. Глобальні системи позиціонування: GPS, ГЛОНАС, ГАЛІЛЕО, БЕЙДОУ та їх характеристика. Види картографічних проекцій та їх класифікація. Зв'язок проекцій та їх взаємоперетворення..

### **Тема 4. Растрова і векторні моделі даних.**

Растрова і векторні моделі даних. Джерела даних для растрових моделей. Принципи побудови растрових моделей. Структури даних для растрової і векторної моделей. Подання просторових об'єктів у векторній моделі. Переваги та недоліки растрових і векторних моделей. Топологічні векторні моделі. Аналіз подання геооб'єктів векторними моделями.

**Тема 5. Системи керування базами даних (СКБД) екологічної інформації. Моделі баз даних.**

Файлова організація масивів даних. Структурні елементи бази даних. Принципи побудови баз даних. Трирівнева архітектура баз даних. Організація процесу проходження користувачького запиту. Користувачі СКБД. Класифікація моделей баз даних за рівнями подання. Реляційні моделі баз даних. Підвищення ефективності роботи баз даних.

**Тема 6. Просторова та атрибутивна інформації в ГІС. Елементарний просторовий аналіз і вимірювання у ГІС.**

Просторова та атрибутивна інформація; зв'язування просторових і атрибутивних даних. Характеристики і атрибути. Карта як модель. Географічна база даних і база даних цифрової карти. Картометричні операції, запити бази даних. Розкриваються принципи класифікації, основні її схеми, а також перекласифікація. Аналіз оточення, просторових змін. Пошук об'єктів у растрових та у векторних ГІС. Ідентифікація обраних об'єктів для точкових, лінійних та полігональних об'єктів. Просторові об'єкти високого рівня. Знаходження та особливості вимірювання просторових атрибутів. Картографічне накладання. Особливості накладання у растрових і векторних шарів. Побудова буферів.

#### **Тема 7. Аналітичні засоби ГІС-аналізу.**

Функції вимірювання. Функції вибору даних. Автоматизована класифікація за атрибутами. Оверлейні функції. Функції околу в растрових і векторних моделях. Функції зв'язності.

#### **Тема 8. Статистичні поверхні у ГІС.**

Дискретні та неперервні поверхні у ГІС. Методи зображення статистичних поверхонь. Ізолінії. Методи інтерполяції просторових даних (глобальна і локальна інтерполяція). Джерела даних для інтерполяції. Основні методи інтерполяції у ГІС. Порівняльна характеристика методів інтерполяції. Вибіркі статистичних поверхонь. Цифрові моделі рельєфу.

#### **Тема 9. Аналіз просторових змін.**

Сутність аналізу просторових змін. Аспекти аналізу змін. Підходи до аналізу просторово-часових змін. Інструменти аналізу просторово-часових змін. Способи відображення просторових змін на карті.

#### **Тема 10. Моніторинг довкілля засобами ДЗЗ (дистанційного зондування землі). Вегетаційні індекси в системі дистанційного моніторингу стану навколишнього середовища.**

Що таке ДЗЗ? Методи дистанційного зондування. Використання даних ДЗЗ у дослідженнях екологічного стану ландшафтів. Дистанційні методи досліджень стану посівів. Аерокосмічні методи. Комп'ютерні методи обробки супутникових даних. Поняття «вегетаційний індекс». Характеристика вегетаційних індексів та їх використання в моніторингу довкілля.

**Структура навчальної дисципліни**  
повного терміну денної, вечірньої та заочної форми навчання

Назва теми	Кількість годин			
	всього	лекції	практичні	самостійна робота
<b>Тема 1.</b> Геоінформаційний моніторинг як комплексна система спостережень, збору, обробки, систематизації та аналізу інформації про стан довкілля	15	2	3	10
<b>Тема 2.</b> Інформаційне забезпечення ГІС	15	2	3	10
<b>Тема 3.</b> Географічні координати та картографічні проекції для роботи в ГІС. Просторові моделі і структури даних	15	2	3	10
<b>Тема 4.</b> Растрова і векторні моделі даних	15	2	3	10
<b>Тема 5.</b> Системи керування базами даних (СКБД) екологічної інформації. Моделі баз даних	15	2	3	10
<b>Тема 6.</b> Просторова та атрибутивна інформації в ГІС. Елементарний просторовий аналіз і вимірювання у ГІС	15	2	3	10
<b>Тема 7.</b> Аналітичні засоби ГІС-аналізу.	15	2	3	10
<b>Тема 8.</b> Статистичні поверхні у ГІС	15	2	3	10
<b>Тема 9.</b> Аналіз просторових змін	15	2	3	10
<b>Тема 10.</b> Моніторинг довкілля засобами ДЗЗ (дистанційного зондування землі). Вегетаційні індекси в системі дистанційного моніторингу стану навколишнього середовища	15	2	3	10
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>100</b>

**4. Теми практичних занять**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основи роботи з QGIS 3.1	2
2	Пошук та скачування безкоштовних космічних знімків для їх подальшого використання у QGIS (індивідуальне завдання)	2
3	Прив'язка картографічних матеріалів (карт та космознімків) (індивідуальне завдання)	2
4	Оцифровка растрових даних (векторизація) (індивідуальне завдання)	2
5	Оверлейні операції та обчислення в ГІС (накладання точок, ліній, полігонів) (індивідуальне завдання).	2

6	Робота із геобазами (пошук введення, аналіз та візуалізація атрибутивної інформації) (індивідуальне завдання).	2
7	Просторовий аналіз бази даних. Створення безперервної поверхні із заданими значеннями. Інтерполяція. (індивідуальне завдання).	4
8	Побудова і оформлення карт (індивідуальне завдання).	4
9	Експорт координат з Google Earth у Excel (індивідуальне завдання). Експорт даних з GOOGLE EARTH (GOOGLE MAPS) до QGIS (індивідуальне завдання).	2
10	Створення горизонталей рельєфу із Google Earth в SHP и DWG (індивідуальне завдання).	4
11	Побудова водозбору річки в QGIS (індивідуальне завдання).	2
12	Робота з картою України для QGIS. Фіксування власних пунктів досліджень (індивідуальне завдання).	2
	<b>Всього</b>	<b>30</b>

## 5. Контрольні питання для визначення рівня засвоєння знань здобувачами

1. «Геоінформаційний моніторинг»: функції, ознаки та завдання.
2. Як класифікують ГІС?
3. Що таке географічні координати?
4. Що являють собою картографічні проекції?
5. Види картографічних проекцій.
6. Глобальні системи позиціонування: GPS, ГЛОНАС, ГАЛІЛЕО, БЕЙДОУ та їх характеристика.
7. Які джерела даних можуть бути використані в ГІС??
8. Картографічні джерела як джерела даних в ГІС.
9. Дані дистанційних досліджень для роботи в ГІС програмах. їх використання в ГІС.
10. Дані кадастрів в ГІС.
11. Статистичні джерела даних для роботи в ГІС.
12. Текстові матеріали, як джерело даних в ГІС.
13. Польові експедиційні дані і ГІС.
14. Характеристика сучасного програмного забезпечення для ГІС.
15. Основні характеристики векторних моделей даних.
16. Структури даних для растрової моделі.
17. Структури даних для векторної моделі.
18. Топологічні векторні моделі.
19. Що називається оцифровуванням?
20. Що являє собою растрова модель?
21. Операція накладання шарів.
22. Які два основних способи використовують для формалізації просторово-координованих даних у нас час?
23. Як організують масиви даних?



24. Які структурні елементи бази даних?
25. Принципи побудови баз даних.
26. Суть тривірневої архітектури баз даних.
27. Користувачі СКБД.
28. Як організовано процес проходження користувачького запиту?
29. Що являють собою реляційні моделі баз даних?
30. Як підвищити ефективність роботи баз даних?
31. Просторова інформація. Приклади.
32. Атрибутивна інформація. Приклади.
33. Як відбувається зв'язування просторових і атрибутивних даних?
34. Що являють собою атрибути?
35. Карта як модель.
36. Географічна база даних.
37. Суть картометричних операцій.
38. Суть перекласифікації даних.
39. Аналіз оточення.
40. Аналіз просторових змін.
41. Як здійснюють пошук об'єктів у растрових ГІС?
42. Як здійснюють пошук об'єктів у векторних ГІС.
43. Ідентифікація обраних об'єктів для точкових об'єктів.
44. Ідентифікація обраних об'єктів для лінійних об'єктів.
45. Ідентифікація обраних об'єктів полігональних об'єктів.
46. Що відноситься до просторових об'єктів високого рівня?
47. Знаходження та особливості вимірювання просторових атрибутів.
48. Як відбувається картографічне накладання?
49. Які особливості накладання у растрових і векторних шарів.
50. Які особливості накладання у векторних шарах?
51. Як здійснюють побудову буферів?

## **6. Методи навчання**

Під час вивчення дисципліни використовують порівняльно-історичний, картографічний та дослідницький методи із залученням комп'ютерних програм з відповідним програмним забезпеченням.

## **7. Форми і види контролю**

Види і форми контролю регулюються Положенням про екзамени та заліки у Національному університеті біоресурсів і природокористування України [https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u284/polozh\\_ekzameni\\_zaliki\\_2020\\_dlya\\_sayt\\_u.pdf](https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u284/polozh_ekzameni_zaliki_2020_dlya_sayt_u.pdf).

1. Усний і письмовий поточний контроль знань.
2. Формою самостійної роботи здобувача є вивчення спеціальної літератури та виконання індивідуальних завдань.
3. Екзамен.

Видами контролю знань здобувачів вищої освіти є поточний контроль, проміжна та підсумкова атестації. Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості здобувачів вищої освіти до виконання конкретної роботи.

Засвоєння здобувачем вищої освіти програмного матеріалу змістового модуля вважається успішним, якщо рейтингова оцінка його становить не менше, ніж 60 балів за 100-бальною шкалою.

Після проведення проміжних атестацій із змістових модулів і визначення їх рейтингових оцінок лектором дисципліни визначається рейтинг здобувача вищої освіти з навчальної роботи  $R_{nr}$  (не більше 70 балів) за формулою:

$$R_{nr} = 0,7 \cdot (R^{(1)зм} \cdot K^{(1)зм} + \dots + R^{(n)зм} \cdot K^{(n)зм}) / K_{дис}, \text{ де}$$

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

$n$  – кількість змістових модулів;

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

$K_{дис} = K^{(1)зм} + \dots + K^{(n)зм}$  – 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. Рейтинг з додаткової роботи додається до рейтингу з навчальної і не може перевищувати 20 балів. Він визначається лектором і надається здобувачам вищої освіти рішенням кафедри за виконання робіт, які не передбачені навчальним планом, але сприяють підвищенню рівня їх знань з дисципліни. Рейтинг штрафний не перевищує 5 балів і віднімається від рейтингу з навчальної роботи.

Здобувач вищої освіти допускається до складання заліку з дисципліни, якщо з цієї дисципліни ним повністю виконані всі види робіт, передбачені робочим навчальним планом та робочою навчальною програмою, а його рейтинг з навчальної роботи з цієї дисципліни становить не менше, ніж 42 бали ( $60 \text{ балів} \times 0,7 = 42 \text{ бали}$ ).

Здобувачі вищої освіти, які з навчальної роботи набрали 60 і більше балів, можуть не складати залік, але повинні з'явитись із заліковою книжкою на залік, де за своєю письмовою згодою (на бланку відповідей на білет) отримати залік "Автоматично", відповідно до набраної кількості балів, переведених у національні оцінки. Якщо здобувачі вищої освіти, які з навчальної роботи набрали 60 і більше балів, не з'явилися на залік, то екзаменатор у відомості обліку успішності навпроти їх прізвищ робить запис «не з'явився».

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

$$R_{at} = K_{прав} / K_{заг} \cdot 30, \text{ де}$$

де  $K_{прав}$  – кількість правильних елементів у бланку відповідей здобувача,

$K_{заг}$  – загальна кількість елементів у бланку еталонних відповідей.

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни R<sub>дис</sub> (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу з навчальної роботи R<sub>нр</sub> (до 70 балів):

$$R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат.}}$$

Рейтинг здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни у балах переводиться у національні оцінки:

Рейтинг, бали	Оцінка національна
90-100	зараховано
74-89	
60-73	
0-59	не зараховано

## 8. Науково-методичне забезпечення

Науково-методичне забезпечення навчального процесу передбачає: науково-освітню програму, навчальні плани, підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали практичних занять; контрольні роботи; текстові варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи здобувачів.

## 9. Рекомендована література

### Основна література

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. Tony Fisher, Gary Sherman. *Open the Door to GIS: Student Edition*. Locate Press . 2017. 114 p.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. Нинчуань Сяо. Алгоритми ГІС. Теорія і застосування геоінформаційних систем і технологій. 2021. 328 с.

#### **Додаткова література**

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.

7. 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.

### 10. 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>