

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ

Кафедра геоінформатики і аерокосмічних досліджень Землі



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету землевпорядкування
д.е.н., проф. Євсюков Т.О.


«18» травня 2023 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри геоінформатики і
аерокосмічних досліджень Землі

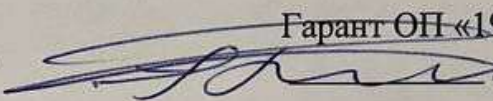
Протокол № 11 від «14» квітня 2023 р.

Т.в.о. завідувача кафедри

 к.т.н, доц. Дроздівський О.П.

ПОГОДЖЕНО

Гарант ОН «193 Геодезія та землеустрій»

 д.г.н., проф. Ковальчук І.П.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ДИСТАНЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ

Спеціальність	<u>193. Геодезія та землеустрій</u>
Освітня програма	<u>«Геодезія та землеустрій»</u>
Факультет	<u>Землевпорядкування</u>
Розробники	<u>д.т.н., професор Кохан С.С.</u> (посада, науковий ступінь, вчене звання)
	<u>(посада, науковий ступінь, вчене звання)</u>

Київ – 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни

«Дистанційний моніторинг земельних ресурсів»

Галузь знань, спеціальність, освітня програма		
Освітній ступінь	<i>Бакалавр</i>	
Спеціальність	<i>193. Геодезія та землеустрій.</i>	
Освітня програма	<i>Геодезія та землеустрій</i>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	75	
Кількість кредитів ECTS	2,5	
Кількість змістовних модулів	2	
Курсовий проект (робота)(за наявності)	-	
Форма контролю	<i>Залік</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форми навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	<i>4</i>	<i>3-4</i>
Семестр	<i>7</i>	<i>6-7</i>
Лекційні заняття	<i>15 год.</i>	<i>2 год.</i>
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	<i>30 год.</i>	-
Самостійна робота	<i>30 год.</i>	-
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	<i>3 год.</i>	-

«Дистанційний моніторинг земельних ресурсів» (скорочений термін навчання)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма		
Освітній ступінь	<i>Бакалавр</i>	
Спеціальність	<i>193. Геодезія та землеустрій.</i>	
Освітня програма	<i>Геодезія та землеустрій</i>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	90	
Кількість кредитів ECTS	3,0	
Кількість змістовних модулів	2	
Курсовий проект (робота)(за наявності)	-	
Форма контролю	<i>Залік</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форми навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	<i>3</i>	<i>3-4</i>
Семестр	<i>7</i>	<i>5-6</i>

Лекційні заняття	15 год.	4 год.
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	30 год.	-
Самостійна робота	45 год.	-
Індивідуальні завдання		-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	3 год.	-

2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Мета:

Формування у студентів знань з теоретичних положень дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та набуття практичних навичок попередньої і тематичної обробки даних ДЗЗ для використання у землеустрої та земельному кадастрі, забезпеченні дистанційного моніторингу земельних ресурсів.

Завдання:

Формування у студентів теоретичних компетенцій у сфері ДЗЗ та одержання даних ДЗЗ, вивчення загальних характеристик сенсорів оптичного діапазону, опанування методів цифрового оброблення даних ДЗЗ.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Дистанційний моніторинг земельних ресурсів» студент повинен:

ЗНАТИ:

- теоретичні основи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ);
- задачі, що вирішуються з використанням даних ДЗЗ у природокористуванні та моніторингу земельних ресурсів;
- шляхи надходження даних ДЗЗ;
- технологію приймання, оброблення і зберігання даних ДЗЗ.

ВМІТИ:

- ідентифікувати класи об'єктів на основі візуальних дешифрувальних ознак з використанням багатоспектральних космічних знімків високого і середнього просторового розрізнення;
- створювати та аналізувати спектральні сигнатури об'єктів за даними ДЗЗ;
- здійснювати радіометричні поліпшувальні перетворення космічних знімків;
- використовувати програмні засоби для попереднього й тематичного оброблення даних ДЗЗ та отримання даних, необхідних для прийняття рішень при плануванні розвитку територій та забезпечення моніторингу земельних ресурсів;
- здійснювати прив'язку даних ДЗЗ;
- складати заявки на проведення космічних зйомок та зйомок з БПЛА.

Набуття компетентностей:

загальні компетентності (ЗК):

ЗК01. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК05. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК06. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК07. Здатність працювати автономно.

ЗК08. Здатність працювати в команді.

ЗК10. Здатність здійснювати безпечну діяльність.

ЗК12. Здатність реалізувати свої права та обов'язки як члена суспільства; усвідомлення цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства і необхідності його сталого розвитку, верховенства права, прав та свобод людини і громадянина в Україні.

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

фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

СК01. Здатність застосовувати фундаментальні знання для аналізу явищ природного і техногенного походження при виконанні професійних завдань у сфері геодезії та землеустрою.

СК02. Здатність застосовувати теорії, принципи, методи фізико-математичних, природничих, соціально-економічних, інженерних наук при виконанні завдань геодезії та землеустрою.

СК03. Здатність застосовувати нормативноправові акти, нормативно-технічні документи, довідкові матеріали у професійній діяльності.

СК04. Здатність обирати та використовувати ефективні методи, технології та обладнання для здійснення професійної діяльності у сфері геодезії та землеустрою.

СК05. Здатність застосовувати сучасне інформаційне, технічне і технологічне забезпечення для вирішення складних питань геодезії та землеустрою.

СК06. Здатність виконувати дистанційні, наземні, польові та камеральні дослідження, інженерні розрахунки з опрацювання результатів досліджень, оформляти результати досліджень, готувати звіти при вирішенні завдань геодезії та землеустрою.

СК07. Здатність збирати, оновлювати, опрацьовувати, критично оцінювати, інтерпретувати, зберігати, оприлюднювати і використовувати геопросторові дані та метадані щодо об'єктів природного і техногенного походження.

СК08. Здатність здійснювати професійну діяльність у сфері геодезії та землеустрою з урахуванням вимог професійної і цивільної безпеки, охорони праці, соціальних, екологічних, етичних, економічних аспектів.

СК09. Здатність застосовувати інструменти, прилади, обладнання, устаткування при виконанні завдань геодезії та землеустрою.

СК10. Здатність здійснювати моніторинг та оцінку земель.

СК11. Здатність здійснювати геодезичний моніторинг земної поверхні, природних об'єктів, інженерних споруд.

СК12. Здатність проводити технічний контроль та оцінювати якість топографо-геодезичної та картографічної продукції.

СК13. Здатність розробляти документацію із землеустрою та з оцінки земель, кадастрову документацію, наповнювати даними державний земельний, містобудівний та інші кадастри.

Програмні результати навчання (ПРН):

РН01. Вільно спілкуватися в усній та письмовій формах державною та іноземною мовами з питань професійної діяльності.

РН02. Організовувати і керувати професійним розвитком осіб і груп.

РН03. Доносити до фахівців і нефахівців інформацію, ідеї, проблеми, рішення, власний досвід та аргументацію.

РН04. Знати та застосовувати у професійній діяльності нормативно-правові акти, нормативно-технічні документи, довідкові матеріали в сфері геодезії та землеустрою і суміжних галузей.

РН07. Виконувати обстеження і вишукувальні, топографо-геодезичні, картографічні, проектні та проектно-вишукувальні роботи при виконанні професійних завдань з геодезії та землеустрою.

РН09. Збирати, оцінювати, інтерпретувати та використовувати геопросторові дані, метадані щодо об'єктів природного і техногенного походження, застосовувати статистичні методи їхнього аналізу для розв'язання спеціалізованих задач у сфері геодезії та землеустрою.

РН10. Обирати і застосовувати інструменти, обладнання, устаткування та програмне забезпечення, які необхідні для дистанційних, наземних, польових і камеральних досліджень у сфері геодезії та землеустрою.

РН11. Організовувати та виконувати дистанційні, наземні, польові і камеральні роботи в сфері геодезії та землеустрою, оформляти результати робіт, готувати відповідні звіти.

РН12. Розробляти документацію із землеустрою, кадастрову документацію і документацію з оцінки земель із застосуванням комп'ютерних технологій, геоінформаційних систем та цифрової фотограмметрії, наповнювати даними державний земельний, містобудівний та інші кадастри.

РН13. Планувати і виконувати геодезичні, топографічні та кадастрові знімання, опрацьовувати отримані результати у геоінформаційних системах.

РН15. Розробляти і приймати ефективні рішення щодо професійної діяльності у сфері геодезії та землеустрою, у тому числі за умов невизначеності.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для:

– повного терміну денної (заочної) форми навчання

Назва змістовних модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма							заочна форма				
	тижні	усьог о	у тому числі					усього	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	13
Змістовий модуль 1. Загальна концепція ДЗЗ												
Тема 1. Вступ. Загальні концепції дистанційного зондування Землі.	1-4	15	2		8		5					

Електромагнітна радіація												
Тема 2. Дешифрувальні ознаки об'єктів	5-6	6	2		4			1	1			
Тема 3. Класифікація методів ДЗЗ. Характеристики сенсорних систем.	7	15	2				8	1	1			
Тема 4. Отримання даних ДЗЗ. Формати даних. Стандартизація в галузі ДЗЗ.	8	7	2		3		2					
Разом за змістовим модулем 1		38	8		15		15	2	2			
Змістовий модуль 2. Етапи цифрового оброблення даних ДЗЗ												
Тема 1. Попереднє оброблення даних ДЗЗ	9-10	5	2		3							
Тема 2. Географічна прив'язка і трансформація зображень.	10	8	1		2		5					
Тема 3. Одержання даних на основі безпілотних літаючих апаратів (БПЛА)	11-12	4	2				2					
Тема 4. Класифікація зображень	13-15	30	2		8		10					
Разом за змістовим модулем 2		37	7		15		15					
Усього годин		75	15		30		30	2	2			

– скороченого терміну денної (заочної) форми навчання

Назва змістовних модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма							заочна форма				
	тижні	усього	у тому числі					усьог	у тому числі			
			л	п	лаб	інд	с.р.		о	Л	п	лаб
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Загальна концепція ДЗЗ												
Тема 1. Вступ. Загальні концепції дистанційного зондування Землі. Електромагнітна радіація	1-4	17	2		8		7	1	1			
Тема 2. Дешифрувальні ознаки об'єктів	5-6	6	2		4			1	1			

Тема 3. Класифікація методів ДЗЗ. Характеристики сенсорних систем	7	12	2			10	1	1			
Тема 4. Отримання даних ДЗЗ. Формати даних. Стандартизація в галузі ДЗЗ	8	10	2	3		5					
Разом за змістовим модулем 1	45		8	15		22	3	3			
Змістовий модуль 2. Етапи цифрового оброблення даних ДЗЗ											
Тема 1. Попереднє оброблення даних ДЗЗ	9-10	5	2	3							
Тема 2. Географічна прив'язка і трансформація зображень	10	12	1	2		9					
Тема 3. Одержання даних на основі безпілотних літаючих апаратів (БПЛА)	11-12	4	2	2							
Тема 4. Класифікація зображень	13-15	24	2	8		14	1	1			
Разом за змістовим модулем 2	45		7	15		23	4	4			
Усього годин	90		15	30		45	4	4			

4. Теми семінарських занять

5. Теми практичних занять

6. Теми лабораторних занять

№	Тема	Кількість годин	
		Повний термін	Скорочений термін
1.	Візуальний аналіз знімка. Інтерпретація дешифрованих об'єктів. Створення кольорових композицій	8	8
2	Вимірювання відбитої яскравості об'єктів	4	4
3	Радіометричні поліпшувальні перетворення знімків	3	3
4	Прив'язка космічного знімка	2	2
5	Некерована класифікація	3	3
6	Визначення тестових полігонів. Перевірка однорідності навчальних вибірок.	3	3
7	Використання алгоритмів класифікації з жорсткими умовами	7	7
	Разом	30	30

7. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Повний термін	Скорочений термін
1.	Електромагнітна радіація. Взаємодія ЕМВ з атмосферою	5	7

2	Дешифрувальні ознаки об'єктів	8	10
3	Отримання даних ДЗЗ.	2	5
4	Географічна прив'язка і трансформація зображень.	5	9
5	Класифікація зображень	10	14
	Разом	30	45

8. Зразки контрольних питань, тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

Зразки контрольних питань

1. Дати визначення дистанційного зондування Землі (ДЗЗ).
2. Як здійснюють класифікацію методів ДЗЗ?
3. Що таке інформативні ознаки?
4. Опишіть аеровізуальні спостереження. Вкажіть їх інформаційні можливості.
5. Опишіть спектр електромагнітного випромінювання та його розподіл.
6. Назвіть основні радіометричні закони.
7. Охарактеризуйте поняття „кольору”.
8. Вкажіть взаємодію випромінювання з атмосферою та із земною поверхнею.
9. Дати характеристику спектральним образам об'єктів підстилаючої поверхні.
10. Класифікація сенсорних систем.
11. Фотографічне зображення, його отримання та характеристики.
12. Цифрові зображення та їх особливості.
13. Дати характеристику просторовому, радіометричному, спектральному, темпоральному розрізненню сенсорів.
14. Що включає в себе попереднє оброблення?
15. Що таке класифікація зображення?
16. Що включає в себе сучасна структура української системи спостережень?
17. Поняття моніторингу земельних ресурсів. Обґрунтуйте можливість використання даних дистанційного зондування Землі в моніторингу земельних ресурсів.
18. Спектральні властивості водних поверхонь.
19. Спектральні властивості різних типів ґрунтового вкриття.
20. Охарактеризувати відбиття електромагнітного випромінювання від природних поверхонь.
21. Дати характеристику впливу хімічних властивостей ґрунту на його відбивальну здатність.
22. Дати характеристику впливу фізичних властивостей ґрунту на його відбивання.
23. Параметри сонячного випромінювання.
24. Баланс сонячного випромінювання.
25. Перерахуйте основні космічні системи і дайте їх коротку характеристику.
26. Опишіть технічні характеристики космічних систем Landsat ETM+/ Landsat 8 та обґрунтуйте використання їх даних.
27. Опишіть технічні характеристики космічних систем SPOT 6, 7 та обґрунтуйте використання їх даних.
28. Опишіть технічні характеристики космічних системи Pleiades та обґрунтуйте використання їх даних.

29. Опишіть технічні характеристики Sentinel 2 та обґрунтуйте використання даних.
30. Опишіть технічні характеристики космічної системи Deimos та обґрунтуйте використання даних.

Тести для визначення рівня засвоєння знань студентами

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ			
ОС «Бакалавр» спеціальність 193.Геодезія та землеустрій	Кафедра геоінформатики і аерокосмічних досліджень Землі 2023/2024 н.р.	Білет № 2 з дисципліни Дистанційний моніторинг земельних ресурсів (англійською мовою)	ЗАТВЕРДЖУЮ Зав. кафедри _____ «__» ____ 2023 р. Протокол № __

- Опишіть етапи керованої класифікації
- Які спектри електромагнітного випромінювання використовують в ДЗЗ?
- Дайте характеристику «вікон прозорості атмосфери»
- Опишіть етапи некерованої класифікації
- Характеристики сенсорних систем
- Назвати методи атмосферної корекції знімків
- Що таке спектральна сигнатура?

8	Дати визначення спектрального каналу?

9	Яку інформацію про об'єкти враховують при здійсненні керованої класифікації?

10	Назвати супутники/сенсори, дані яких використовують для моніторингу земельних ресурсів на базовому рівні:

11	Дати визначення та обґрунтувати величини значень, характерні радіометричному розрізненню?

12	До якого етапу обробки космічних знімків відносять процедуру просторового поліпшення :

13	Які діапазони електромагнітного випромінювання використовуються в ДЗЗ:
1	0,1–1 мм, 1–10 мм, 1-10 см, 0,1–1 м
2	100А–0,4 мкм
3	8–14 мкм
4	0,3–0,4 мкм, 0,4–0,7 мкм, 0,7–14 мкм, 1 мм–1 м

14.	Які формати характерні для даних, одержаних з космічних апаратів:		
1	Ikonos	A	GEOTIFF
2	Terra/Aster	B	CEOS
3	ERS-1,2	C	HDF
4	SPOT 7		

15. Стандартний рівень 1 обробки космічних знімків це:	
1	Продукти, геометрично трансформовані в географічній проекції
2	Продукти, отримані в результаті нормалізації кольорів панхроматичних космічних знімків за спектрональними знінками
3	Продукти з уточненою топографічною прив'язкою по точках коректувань (надаються Замовником)
4	Продукти з орієнтацією вздовж напрямку польоту космічного апарату

9. Методи навчання.

При проведенні лекційних занять доцільно використовувати словесні методи навчання: пояснення, розповідь, бесіда, навчальна дискусія, з поєднанням наочних методів навчання: ілюстрування, демонстрування.

При проведенні лабораторних робіт доцільно використовувати такий словесний метод навчання як інструктаж з поєднанням наочних методів навчання ілюстрування та демонстрування, аспект цих занять полягає в тому, що вони сприяють зв'язку теорії з практикою, забезпечують набуття студентами навичок і вмінь користування стандартним та спеціальним програмним забезпеченням, застосуванні інформаційних технологій до кадастрових робіт та формують у студентів первинні навички та вміння дослідницьких дій. Лабораторні роботи проходять у лабораторії обладнаній комп'ютерами.

10. Форми контролю.

Номер змістового модуля	Розділ дисципліни	Тема лекції	Тема практичного (лабораторного) заняття	Форма контролю знань
I	Загальна концепція ДЗЗ	ВСТУП. Загальні концепції дистанційного зондування Землі. Електромагнітна радіація	Візуальний аналіз знімка. Інтерпретація дешифрованих об'єктів. Створення кольорових композицій	Захист лабораторної роботи / оцінювання модульної контрольної роботи
		Дешифрувальні ознаки об'єктів	Вимірювання відбитої яскравості об'єктів	
		Класифікація методів ДЗЗ. Характеристики сенсорних систем	Радіометричні поліпшувальні перетворення знімків	
		Отримання даних ДЗЗ. Формати даних. Стандартизація в галузі ДЗЗ		
II	Етапи цифрового оброблення даних ДЗЗ	Попереднє оброблення даних ДЗЗ		Захист лабораторної роботи / оцінювання модульної контрольної роботи
		Географічна прив'язка і трансформація зображень.	Прив'язка космічного знімка	
		Одержання даних на основі безпілотних літаючих апаратів (БПЛА)		

		Класифікація зображень.	Визначення тестових полігонів. Перевірка однорідності навчальних вибірок. Використання алгоритмів класифікації з жорсткими умовами	
--	--	-------------------------	--	--

Основними методами контролю знань, умінь та навичок студентів з вивчення дисципліни «Дистанційний моніторинг земельних ресурсів» є: усне опитування, письмова та практична перевірка, стандартизований контроль у вигляді модульних тестових робіт, оцінка за індивідуальне навчальне завдання, підсумковий залік.

Загальне значення цих методів полягає в тому, щоб найліпшим чином забезпечити своєчасний і всебічний зворотний зв'язок між студентами і викладачами, на підставі якого встановлюється, як студенти сприймають та засвоюють матеріал.

Мета контролю визначає вибір методів, при цьому слід враховувати, що зазначені методи можуть застосовуватися у всіх видах контролю – лише комплексне їх застосування дає можливість регулярно та об'єктивно виявляти динаміку формування системи знань та умінь студентів. Кожний метод контролю має свої переваги і недоліки, сферу використання, ні один з них не може бути єдиним, здатним діагностувати усі аспекти процесу навчання. Отже:

- для контролю засвоєння лекційного матеріалу: усне опитування, письмові модульні контрольні роботи; поточне тестування; оцінка за індивідуальне навчальне завдання; підсумковий залік.

- для контролю і оцінювання лабораторних робіт: практична перевірка і оцінювання кожної лабораторної роботи.

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 03.03.2021 р. протокол № 7)

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}$.

12. Навчально-методичне забезпечення

1. Кохан С.С. Геоінформаційний аналіз і моделювання. 2018. - Ч.1. Навч.-метод. посібник. –К.: ЦП «КОМПРИНТ». –93 с.
2. Географічні інформаційні системи / За ред. М. Ван Мервіна, С.С. Кохан. – К., 2003. – 208 с.
3. Основи ГІС-аналізу: навч. посібник / В. Д. Шипулін ; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 330 с.

13. Рекомендовані джерела інформації

1. Кохан С.С., Востоков А.Б. Методи ДЗЗ. Навч. посібник.–К.: ЦП «КОМПРИНТ».–2021.–292 с.
2. Кохан С.С., Востоков А.Б. Методи ДЗЗ. Навчальний посібник. К. ЦП Компринт. 2021. 286 с.
3. Кохан С.С., Востоков А.Б. Дистанційне зондування Землі: теоретичі основи.-К.: Вища шк.-2009.-511 с.
4. Навчально-методичний посібник «Цифрові плани і карти» / Кохан С.С, Москаленко А.А., Іванюта О.О., Новиков О.І. - ЦП «Компринт» - 2015 – 240 с.
5. Кохан С.С. Методи ДЗЗ. Навчально-методичний посібник.-К.: Компрінт.-2015.-200 с.
6. Географічні інформаційні системи / За ред. М. Ван Мервіна, С.С. Кохан. – К., 2003. – 208 с.
7. Кохан С.С., Востоков А.Б. Моделі передачі випромінювання в системі «грунт-рослина». –Корсунь-Шевченківський.-2013.-169 с.
8. Kokhan S.S. Vegetation Indices [Monograph] / S.S. Kokhan. – К. : «Komprint», 2015. –231 p.
9. <https://learn.arcgis.com/en/paths/try-arcgis-online/2023>
10. [maps in 5 minutes/2022](https://www.g2.com/articles/gis-mapping)
11. <https://www.g2.com/articles/gis-mapping>. 2019
12. <https://eos.com/blog/gis-mapping>. ;
13. Van Meirvenne M., Kokhan S.S. Geografic Information Systems. NAU.-Kyiv,-2003.-201 p.
14. Fundamentals of Database Systems, 7th/E Ramez Elmasri, University of Texas at Arlington Shamkant B. Navathe, Georgia Institute of Technology, 2017
15. Khaiteer P.A. Conceptualizing an Environmental Software Modeling Framework for Sustainable Management Using UML / P.A. Khaiteer, M.G. Erechchoukova // Journal of Environmental Informatics. – 2019. – 34 (2). – pp. 123-138.
16. Лященко А. А. Концептуальне моделювання геоінформаційних систем / А. А. Лященко // Вісн. геодезії та картографії. – 2002. – №4(27). – С.44–50.
17. Лященко А. А. Структура і принципи функціонування каталогу та бази геоінформаційних ресурсів / А. А. Лященко, А. Г. Черін // Інженерна геодезія: наук.-техн. зб. – К.: КНУБА, 2010. – Вип. 55. – С. 118 – 127.

18. Лященко А. А. Сервіс – орієнтована архітектура кадастрових геоінформаційних систем та кадастрових геопорталів / А. А. Лященко, Ж. В. Форосенко, А. Г. Черін // Вісн. геодезії та картографії. – 2011. – № 1. – С. 35 – 42.
19. Тараріко О. Г. Каталог заходів з оптимізації структури агроландшафтів та захисту земель від ерозії [Текст] /О. Г. Тараріко, В. М. Москаленко; Інститут агроекології и біотехнології. — К.: Фітосоціоцентр, 2002. — 60с.
20. Світличний О.О., Плотницький С.В. Основи геоінформатики: Навчальний посібник/ За ред. О.О. Світличного.– Суми: ВТД «Університетська книга», 2006.–295 с
21. Черняга П. Г. Використання ГІС-технологій в землевпорядному проектуванні / П. Г. Черняга, С. В. Булакевич // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: зб. наукових праць. – Львів: «Львівська політехніка», 2005. – С. 290–294.
22. Шипулін В. Д. Основні принципи геоінформаційних систем: навч.посібник / В. Д. Шипулін; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 313 с.
23. ISO 19101:2002 «Geographic information - Reference model»
24. Тарасова В. В. Екологічна стандартизація і нормування: Навчальний посібник/ В. В. Тарасова, А. С. Малиновський, М. Ф. Рибак. – К.: Ніка-Центр – 2007. – 276 с.
25. ISO/TS 19103:2005 «Geographic information - Conceptual schema language».
26. ISO/TS 19104:2008 «Geographic information – Terminology».
27. ISO 19107:2003 «Geographic information - Spatial schema».
28. ISO 19108:2002 «Geographic information - Temporal schema»
29. ISO 19110:2005 «Geographic information - Methodology for feature cataloguing»
30. ISO 19115 «Geographic information - Metadata»
31. ISO 19152:2012 «Geographic information - Land Administration Domain Model (LADM)»
32. Olga Filipova. Definition of the Criteria for Layout of the UML Use Case Diagrams / Olga Filipova, Oksana Nikiforova // Applied Computer Systems - 2019, vol. 24, no. 1, pp. 75–81.
33. ГІС-Асоціація України (назва з екрану). Режим доступу: <http://gisa.org.ua/>
34. GPSworld (назва з екрану). Режим доступу: <https://www.gpsworld.com/>
35. ГІС рішення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ndiasb.kiev.ua/ua/teren.php>
36. Законодавство України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://rada.gov.ua>
37. Open Source GIS History - OSGeo Wiki Editors". Retrieved 2009-03-21.
38. Steiniger and Bocher. Archived from the original on 2012-11-12. Retrieved 2011-08-05.
39. The MapWindow Project - Home. www.mapwindow.org. Retrieved 2019-09-23.
40. Smith, Susan. Conform for real time 3D visualization. www.giscafe.com. GISafe. Retrieved 24 February 2015.
41. Mapbox. Mapbox. Retrieved 2019-09-23.

