

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фізичної географії та картографії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”



Проректор з науково-педагогічної роботи

Олександр ГОЛОВКО

серпень 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**АНАЛІЗ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ**

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти	<b><u>перший (бакалаврський)</u></b> (шифр, назва спеціальності)
галузь знань	<b><u>10. Природничі науки</u></b> (шифр, назва спеціалізації)
спеціальність	<b><u>106. Географія</u></b>
освітні програми	<b><u>Картографія, геоінформатика і кадастр</u></b>
спеціалізація	
вид дисципліни	за вибором
факультет	геології, географії, рекреації і туризму

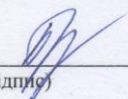
2022 / 2023 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету геології, географії, рекреації і туризму  
«30» серпня 2022 року, протокол № 9

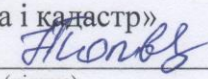
РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Агапова О.Л., к. геогр. н., доцент кафедри фізичної географії та картографії

Програму схвалено на засіданні кафедри фізичної географії та картографії  
Протокол від «23» червня 2022 року № 10

Завідувач кафедри фізичної географії та картографії

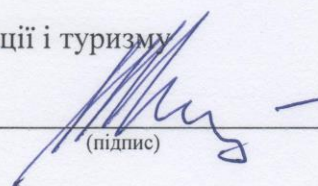
  
\_\_\_\_\_ (Юлія ПРАСУЛ)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми:

Гарант ОПП «Картографія, геоінформатика і кадастр»  
  
\_\_\_\_\_ (Наталія ПОПОВИЧ)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету геології, географії, рекреації і туризму  
Протокол від «29» серпня 2022 року № 7

Голова науково-методичної комісії  
факультету геології, географії, рекреації і туризму

  
\_\_\_\_\_ Олександр ЖЕМЕРОВ  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Аналіз даних ДЗЗ» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Картографія, геоінформатика і кадастр» підготовки бакалавра спеціальності 106 Географія.

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є

поглиблене вивчення методик аналізу даних ДЗЗ, напрямків їх застосування для вирішення наукових та прикладних задач, алгоритмів обробки та корекції матеріалів зйомки, основних методологічних та методичних підходів до проведення дешифрування та розпізнавання знімків, застосування аналітичного інструментарію геоінформаційних систем та методик обробки й аналізу даних ДЗЗ у дослідженнях різної тематики.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є

- сформувані знання щодо алгоритмів обробки та аналізу даних ДЗЗ для вирішення різних географічних задач, технології та організації дешифрування знімків;
- сформувані навички застосування методів цифрової обробки космічних знімків (перетворень яскравості, радіометричної та геометричної корекції, способів покращення знімків, фільтрації), спектрального аналізу, класифікації знімків, побудови індексних та різницевих зображень з використанням засобів геоінформаційних систем;
- оволодіти основами обробки та аналізу даних лідарної зйомки.

1.3. Кількість кредитів – 4.

1.4. Загальна кількість годин – 120 годин.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни Ґрунтознавство і біогеографія		
Обов'язкова / за вибором		
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання	
Рік підготовки		
4-й		-
Семестр		
7-й		-
Лекції		
24 год.		-
Практичні, семінарські заняття		
24 год.		-
Лабораторні заняття		
-		-
Самостійна робота		
72 год.		-
у тому числі індивідуальні завдання		
		-

1.6. Заплановані результати навчання.

Сформовані компетентності:

- здатність застосовувати професійно профільовані знання щодо методів та алгоритмів аналізу даних ДЗЗ для вирішення прикладних географічних завдань (ЗК01);
- навички використання геоінформаційних і комунікаційних технологій для отримання, обробки та аналізу даних ДЗЗ (ЗК05);
- здатність до проведення досліджень на відповідному рівні (ЗК06);
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, зокрема здатність здійснювати вибір (з різних джерел, різних супутникових систем) та відбір (за

просторово-часовими характеристиками, показниками хмарності тощо) даних ДЗЗ, необхідних для виконання конкретної задачі (ЗК07);

- здатність застосовувати знання і розуміння основних характеристик, процесів, історії і складу природи і суспільства у процесі дешифрування аерокосмічних знімків (СК02);

- здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних та програмних засобів у польових і лабораторних умовах (СК03);

- здатність інтегрувати результати аерокосмічної зйомки з теорією у послідовності: від спостереження до розпізнавання, синтезу і моделювання, використовувати теоретичні знання з географії у ході дослідження різних характеристик об'єктів, явищ, процесів, взаємозв'язків між ними, закономірностей просторового розподілу, просторово-часових змін та ін. за даними ДЗЗ (СК06);

- здатність ідентифікувати та класифікувати відомі і реєструвати нові об'єкти у географічній оболонці, їх властивості та притаманні ним процеси застосовуючи методик керованої і некерованої класифікації, побудови індексних та різницевих зображень за аерокосмічними знімками (СК10);

- здатність використовувати географічні інформаційні технології для вирішення практичних завдань у ході обробки та аналізу даних ДЗЗ (СК16).

Згідно до вимог освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

**ПР05.** Збирати, обробляти та аналізувати інформацію в області географічних наук, включаючи дані ДЗЗ.

**ПР06.** Використовувати інформаційні технології, картографічні та геоінформаційні моделі в галузі географічних наук.

**ПР08.** Застосовувати моделі, методи та закони фізики, хімії, геології, екології, математики, інформаційних технологій тощо у ході обробки та аналізу даних ДЗЗ при вивченні природних та суспільних процесів формування і розвитку геосфер.

**ПР09.** Аналізувати склад і будову природних і соціосфер (у відповідності до спеціалізації) на різних просторово-часових масштабах за даними аерокосмічних знімків різного просторового та часового охоплення, а також даними лідарної зйомки.

Через систему знань та умінь:

Знання: алгоритмів обробки та аналізу аерокосмічних знімків та даних лідарної зйомки, технології та організації дешифрування знімків, класифікації хмар точок; методів цифрової обробки космічних знімків (перетворень яскравості, радіометричної та геометричної корекції, способів покращення знімків, фільтрації), спектрального аналізу, класифікації знімків, побудови індексних та різницевих зображень з використанням засобів геоінформаційних систем.

Уміння: обирати та застосовувати різні методики й алгоритми обробки та аналізу даних ДЗЗ в залежності від поставленого завдання; володіти інструментами геоінформаційних технологій, за допомогою яких здійснюється обробка знімків та аналіз даних ДЗЗ; володіти методиками обробки даних ДЗЗ різного походження: короткохвильових багатоспектральних даних, даних теплової, активної радарної та лідарної зйомок; дешифрувати аерокосмічні знімки та інтерпретувати отримані результати, застосовуючи при цьому фахові географічні знання.

## **2. Тематичний план навчальної дисципліни**

### ***Розділ 1. Теоретико-методологічні та методичні основи аналізу даних ДЗЗ***

*Тема 1. Вступ. Основні поняття та терміни. Актуалізація знань з курсу ДЗЗ.*

Поняття ДЗЗ та його складові. Сфери використання даних ДЗЗ. Джерела даних ДЗЗ. Види аерокосмічних зйомок. Поняття спектру електромагнітних хвиль. Основні характеристики взаємодії випромінювання з об'єктами земної поверхні (види

розсіювання, «вікна поглинання»). Основні показники, що характеризують оптичні характеристики об'єктів (коефіцієнт інтегральної (ахроматичної) яскравості, контраст яскравості, відносний контраст, візуальний контраст, інтервал яскравостей, індикатриса відбиття, коефіцієнт спектральної яскравості). Крива спектральної яскравості. Особливості спектральної відбивної здатності природних об'єктів. Поняття простору спектральних ознак.

#### *Тема 2. Властивості та первинна обробка аерокосмічних знімків*

Типи аерокосмічних знімків та їх класифікація. Роздільна здатність космічних знімків (просторова, спектральна, часова та радіометрична). Основні напрями комп'ютерної обробки знімків (попередня та тематична обробка). Етапи попередньої обробки знімків (геометрична корекція, радіометричне калібрування знімків, радіометрична корекція впливу атмосфери, відновлення пропущених пікселів, методи перетворень яскравості знімків, контрастування, фільтрація зображень).

Опис можливостей сучасних програмних засобів обробки космічних знімків: Erdas Imagine та ENVI з модулями обробки космічних радіолокаційних зображень SARscape Basic і SARscape InSAR. ГІС-пакети ArcGis, ArcView зі спеціалізованими модулями геопросторового аналізу, MicroStation, INPHO, IDRISI, PCI Geomatica, MapInfo та безкоштовні Open Source програми, такі як: gvSIG, GRASS, QGIS та інші. Робота з растровими даними в ГІС. Інструменти ГІС-аналізу для обробки даних ДЗЗ.

#### *Тема 3. Методи та етапи тематичної обробки знімків. Теоретичні основи дешифрування знімків.*

Поняття комбінації каналів та галузі застосування зазначених комбінацій у практиці географічних досліджень. Методи тематичної обробки знімків: перетворення кольору (застосування різних комбінації каналів), аналіз головних компонентів, спектральне розділення, класифікації, індексація зображення.

Поняття дешифрування знімку та його оцінки, інформативності та інформаційної ємності знімків. Предмет та сутність дешифрування знімків. Представлення аерокосмічного знімку як моделі місцевості. Логічна структура процесу дешифрування. Візуальне та автоматизоване дешифрування знімків. Основні стадії аналітичного процесу: усвідомлення задачі; оцінка вихідних даних; вибір методу (методів) аналізу; обробка даних; оцінка і відображення результатів.

#### *Тема 4. Методики некерованої та керованої класифікації знімків*

Задачі та сутність класифікації. Види класифікації знімків. Підходи до автоматизованої класифікації земної поверхні: за допомогою дерева рішень, за параметричними та спектральними еталонами, порогової бінаризації і т.д. Некерована (*неконтрольована*) класифікація. Алгоритм дій при виконанні процесу класифікації. Канали та спектральна роздільна здатність. Математичні основи некерованої класифікації знімків. Кластеризація та кластерний аналіз. Принципи побудови мультиспектральних композитів у ArcGIS. Метод ISODATA (алгоритм Болла-Холла) як модифікація алгоритму k-means (групових середніх). Реалізація некерованої класифікації в ArcGIS. Аналіз проблем та похибок результатів некерованої класифікації.

Сутність керованої (*контрольованої*) класифікації та її порівняння з некерованою. Принципи вибору спектральних каналів. Сутність процесу «навчання» програми-класифікатора. Підходи до створення параметричних та непараметричних еталонних навчальних вибірок для автоматизованої класифікації. Менеджер навчальних вибірок в середовищі ArcGIS. Класифікація за алгоритмом максимальної подібності. Аналіз отриманих даних. Встановлення похибок класифікації та можливі шляхи їх усунення.

### *Тема 5. Побудова індексних зображень*

Поняття вегетаційного індексу. Види вегетаційних індексів. Лінія ґрунту. Відносні та перпендикулярні індекси. Вегетаційні індекси, стійкі до впливу ґрунту. Вегетаційні індекси, стійкі до впливу атмосфери. NDVI та його детальна суть. Tasseled Cap.

Растровий калькулятор ArcGIS. Принципи обрахунку вегетаційних індексів з використанням калькулятора растру. Типи даних у калькуляторі та їх вплив на результуюче індексне зображення. Побудова індексу NDVI у ArcGIS. Інтерпретація отриманих даних. Значення вегетаційних індексів у професійній діяльності географа (ГІС-спеціаліста). Вегетаційні індекси та агросфера.

### *Тема 6. Методика Change Detection. Побудова різницевих зображень*

Технологія визначення змін за різночасовими знімками для однієї й тієї ж території. Аналіз вимог до знімків та попередніх видів обробки знімків, необхідних для забезпечення достовірності отриманих результатів. Побудова різницевих зображень. Картографування змін.

## **Розділ 2. Особливості обробки та аналізу космічних знімків різних спектральних діапазонів. Напрямки застосування знімків в різних зонах спектру для вирішення прикладних задач**

### *Тема 7. Використання теплових інфрачервоних знімків у прикладних дослідженнях*

Аналіз даних теплових каналів аерокосмічної зйомки (на прикладі теплових діапазонів Sentinel-2, Landsat-8). Напрямки та методики використання теплових інфрачервоних знімків у прикладних дослідженнях: для супутникового моніторингу торфовищ та виявлення осередків їх загоряння, визначення територіального охоплення лісових пожеж, визначення та оперативного картографування температури водної поверхні, фіксації течій тощо.

### *Тема 8. Гіперспектральний аналіз*

Гіперспектральні дані та їх особливості. Види гіперспектрального аналізу. Застосування гіперспектральних даних Hyperion. Методи обробки гіперспектральних даних (стиснення, розтиснення, фільтрація, інтерпретація). Візуалізація гіперспектрального куба.

### *Тема 9. Аналіз даних радарної зйомки*

Принципи радарного знімання та наявні радарні супутники. Фазові та амплітудні дані. Поляризації. Обробка фазових даних з метою отримання ЦММ та ЦМР. Радарні яскравості та принципи їх дешифрування. Використання амплітуди для моніторингу рослинності та водних об'єктів. Обробка та аналіз радарних знімків Sentinel-1.

## **Розділ 3. Особливості обробки та аналізу даних аерозйомок**

### *Тема 10. Аналіз даних БПЛА*

Особливості опрацювання даних БПЛА. Огляд програмного забезпечення для аналізу даних БПЛА. Основні етапи робіт. Створення ортофотопланів. Створення цифрових моделей. Тематичний аналіз аерознімків.

### *Тема 11. Аналіз даних лідарної зйомки*

Принципи лідарного сканування. Хмари точок. Класифікація хмар точок. Автоматична класифікація. Ручна класифікація (виправлення помилок автоматичної класифікації). Побудова ЦМР та ЦММ за даними лідарної зйомки. Обробка тестових наборів лідарних даних (хмари точок) з використанням професійного програмного забезпечення ArcGIS Pro, ERDAS Imagine, SNAP.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин												
	денна форма						заочна форма						
	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<b>Розділ 1. Теоретико-методологічні та методичні основи аналізу даних ДЗЗ</b>													
Тема 1. Вступ. Основні поняття та терміни. Актуалізація знань з курсу ДЗЗ	12	4	2			6							
Тема 2. Властивості та первинна обробка аерокосмічних знімків	12	2	2			8							
Тема 3. Методи та етапи тематичної обробки знімків. Теоретичні основи дешифрування знімків	10	2	2			6							
Тема 4. Методики некерованої та керованої класифікації знімків	12	2	4			6							
Тема 5. Побудова індексних зображень	14	2	4			8							
Тема 6. Методика Change Detection. Побудова різницевих зображень	10	2	2			6							
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>70</b>	<b>14</b>	<b>16</b>			<b>40</b>							
<b>Розділ 2. Особливості обробки та аналізу космічних знімків різних спектральних діапазонів. Напрямки застосування знімків в різних зонах спектру для вирішення прикладних задач</b>													
Тема 7. Використання теплових інфрачервоних знімків у прикладних дослідженнях	8	2	-			6							
Тема 8. Гіперспектральний аналіз	12	2	4			6							
Тема 9. Аналіз даних радарної зйомки	8	2	-			6							
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>28</b>	<b>6</b>	<b>4</b>			<b>18</b>							
<b>Розділ 3. Особливості обробки та аналізу даних аерозйомок</b>													
Тема 10. Аналіз даних БПЛА	9	2	-			7							
Тема 11. Аналіз даних лідарної зйомки	13	2	4			7							
<b>Разом за розділом 3</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>4</b>			<b>14</b>							
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>24</b>	<b>24</b>			<b>72</b>							

### 4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Робота з багатоспектральними знімками. Створення багатосарових знімків. Методи покращення знімків, атмосферна корекція. Паншарпенінг.	4	-

2	Дешифрування космічних знімків. Застосування різних комбінацій каналів знімків у ході тематичних досліджень. Некерована класифікація зображень у середовищі ArcGIS Pro	4	-
3	Керована класифікація зображень у середовищі ArcGIS Pro	2	-
4	Побудова індексних зображень з використанням калькулятора растру та інструментів аналізу у середовищі ArcGIS Pro	4	-
5	Визначення змін за знімками. Побудова різних зображень у середовищі ArcGIS Pro	2	-
6	Гіперспектральний аналіз даних Hyperion	4	-
7	Обробка тестових наборів лідарних даних (хмар точок) з використанням програмного забезпечення ArcGIS Pro	4	-
<b>Разом</b>		<b>24</b>	<b>-</b>

### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
	<i>Студенти мають самостійно поглибити матеріал за темами:</i>		
1	Актуалізувати знання щодо сучасних супутникових систем. Ознайомитися з характеристиками сучасної космічної знімальної апаратури, її призначенням та способами використання	6	-
2	Вивчити теоретичні засади проведення атмосферної корекції космічних знімків. Розглянути алгоритм атмосферної корекції для даних Sentinel-2. Ознайомитися з рівнями обробки космічних знімків, представлених у базі даних EarthExplorer USGS	8	-
3	Ознайомитися у літературних джерелах з особливостями спектральної відбивної здатності різних об'єктів земної поверхні	6	-
4	Розглянути більш детально принципи кластеризації, методи ISODATA та k-means	6	-
5	Розглянути приклади практичного застосування вегетаційних індексів: PVI, SAVI, MSAVI, IPVI, DVI	8	-
6	Розглянути приклади тематичних досліджень змін за різночасовими космічними знімками (аналіз незаконних рубок, зміни водності гідрографічних об'єктів, наслідків військових дій тощо)	6	-
7	Розглянути особливості використання інфрачервоних знімків різних супутникових систем	6	-
8	Ознайомлення з прикладами та алгоритмами виконання тематичних досліджень на основі даних радарної зйомки	6	-
9	Ознайомитись з видами спотворень та похибок радіолокаційних даних дистанційного зондування.	6	-
10	Ознайомитися з алгоритмом ортотрансформування знімків. Розглянути рекомендовані параметри геообробки даних в залежності від типу досліджуваного об'єкту	7	-
11	Детальніше ознайомитися з технологією отримання і обробки інформації про віддалені об'єкти за допомогою активних оптичних систем, обладнанням для проведення лідарного знімання.	7	-
<b>Разом</b>		<b>72</b>	<b>-</b>



## 6. Індивідуальні завдання

Не передбачено робочими навчальними планами.

## 7. Методи навчання

Передбачені лекції та лабораторні заняття. Лекції на час суворих карантинних обмежень, спричинених вірусом Covid19 та під час воєнного стану можуть проводитися дистанційно у форматі відеоконференції (платформи Zoom, Cisco Webex, GoogleMeet та ін.), студентам надаються питання для самоперевірки та самоконтролю. Практичні заняття можуть проходити в аудиторії чи в дистанційній формі. Усі матеріали і навчально-методичний комплекс представлені у середовищі Office365. Консультації індивідуальні та групові можуть відбуватися аудиторно чи дистанційно (з використанням месенджерів Viber, Telegram, електронної пошти тощо).

## 8. Методи контролю

До методів контролю належать: перевірка правильності виконання практичних робіт, поточне експрес-опитування за матеріалами лекцій; поточна контрольна робота для перевірки засвоєння матеріалу курсу; підсумковий заліковий контроль.

Умови допуску студента до підсумкового семестрового контролю (заліку): виконані практичні роботи та написання контрольної роботи. Підсумковий семестровий контроль з дисципліни є обов'язковою формою контролю навчальних досягнень студента. Він здійснюється під час проведення заліку в письмовій (у т. ч. електронній) формі. Загальна кількість балів за успішне виконання екзаменаційних завдань – 40.

## 9. Схема нарахування балів

Поточний контроль								Залік	Сума			
Практичні роботи										Експрес-опитування за матеріалами лекцій	Проміжна контрольна робота	Разом
Пр1	Пр2	Пр3	Пр 4	Пр5	Пр6	Пр7	всього	5 б.	20 б.	60 б.	40 б.	100 б.
5 б.	5 б.	5 б.	5 б.	5 б.	5 б.	5 б.	35 б.					

### *Критерії оцінювання навчальних досягнень*

#### *Оцінювання практичних робіт*

№ з/п	Назва практичної роботи	Критерії оцінювання
1	Робота з багатоспектральними знімками. Створення багат шарових знімків. Методи покращення знімків, атмосферна корекція. Паншарпенінг.	максимум - 5 балів, мінімальна залікова сума - 1 бал. За неточності та відсутність коментарів/аналізу результатів бали знижуються
2	Дешифрування космічних знімків. Застосування різних комбінацій каналів знімків у ході тематичних досліджень. Некерована класифікація зображень у середовищі ArcGIS Pro	максимум - 5 балів, мінімальна залікова сума - 1 бал. За неточності та відсутність коментарів/аналізу результатів бали знижуються
3	Керована класифікація зображень у середовищі	максимум - 5 балів, мінімальна

	ArcGIS Pro	залікова сума - 1 бал. За неточності та відсутність коментарів/аналізу результатів бали знижуються
4	Побудова індексних зображень з використанням калькулятора растру та інструментів аналізу у середовищі ArcGIS Pro	максимум - 5 балів, мінімальна залікова сума - 1 бал. За неточності та відсутність коментарів/аналізу результатів бали знижуються
5	Визначення змін за знімками. Побудова різних зображень у середовищі ArcGIS Pro	максимум - 5 балів, мінімальна залікова сума - 1 бал. За неточності та відсутність коментарів/аналізу результатів бали знижуються
6	Гіперспектральний аналіз даних Hyperion	максимум - 5 балів, мінімальна залікова сума - 1 бал. За неточності та відсутність коментарів/аналізу результатів бали знижуються
7	Обробка тестових наборів лідарних даних (хмар точок) з використанням програмного забезпечення ArcGIS Pro	максимум - 5 балів, мінімальна залікова сума - 1 бал. За неточності та відсутність коментарів/аналізу результатів бали знижуються

Критерії оцінювання *експрес-опитування за матеріалами лекцій*: експрес-опитування можуть проходити в усному та письмовому форматі (5-ти хвилинний контроль під час лекції), кожна правильна відповідь оцінюється в 1 бал, 100% правильних відповідей відповідають 5 балам у підсумковій оцінці. Кількість балів отримана студентом визначається за пропорцією, наприклад 70% правильних відповідей відповідають 3,5 балам у підсумковій оцінці.

Критерії оцінювання *контрольної роботи та залікової роботи* представлені безпосередньо на аркушах відповідей до кожного завдання.

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою
50 – 100	зараховано
1-49	не зараховано

## 10. Рекомендована література

### Основна література

1. Edgar Falkner, Dennis Morgan. Aerial mapping. Methods and Applications. 2002
2. Fundamentals of Remote Sensing. A Canada Centre for Remote Sensing Remote Sensing Tutorial
3. Robert R. Hoffman, Arthur B. Markman. Interpreting Remote Sensing Imagery Human Factors
4. The Remote Sensing Tutorial GSFC-NASA
5. А.Г. Мичак, В.Є. Філіпович, В.Л. Приходько та ін. Аерокосмічні дослідження геологічного середовища: Наук.метод. посіб. – К.: Мінприроди України, Держгеолслужба, 2010.–246 с.

6. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування: монографія / [за ред. В.І. Лялька, М.О.Попова]. - К.: Наук. думка, 2006. - 360 с.
7. Байрак Г.Р., Муха Б.П. Дистанційні дослідження Землі: Навч. посіб.- Львів: Видав.центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2010.-712 с.
8. Дистанційні методи досліджень в екології : навчальний посібник для вузів / Алла Наумівна Некос, Георгій Георгійович Шукін, Володимир Юхимович Некос . – Харків : Видавництво ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2007 . – 370 с. : іл.
9. Дорожинський О.Л. Основи фотограмметрії.- Львів, Вид-во національного університету “Львівська політехніка”, 2003 р.
10. Зацерковний В.І. Дистанційне зондування Землі. Фізичні основи. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2018.- 380 с.
11. Іванова Л.І., Єгоров О.І. Основи фотограмметрії. – К., КНУБА, 2002р.
12. Кохан С.С. Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи: підручник / С.С. Кохан, А.Б. Востоков. - К.: Вища шк., 2009. - 511 с.
13. Лялька В. І. Аерокосмічні методи в геоекології / В. І. Лялька, Л. Д. Вульфсон, В. Ю. Жарий. – К. : Наукова думка, 1992. – 206 с.
14. Лялька В.І., Федоровський О.Д., Попов М.О. та ін. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування.– К.: Наук.думка,2006.– 358 с.
15. Некос А. Н. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища. Дистанційні методи : підручник / А. Н. Некос, А. Б. Ачасов, Е. О. Кочанов. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. – 244 с.

#### **Допоміжна література**

1. Documentation for the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Water Body Data Files
2. Азімов О.Т. Аналітичний огляд аерокосмічних методів вивчення геологічних структур і процесів. Ст.3. Характеристика напрямів тематичного дешифрування матеріалів дистанційних зйомок // Зб. наук. пр. УкрДГРІ.– К.,2007.– No 3.– С.124–136.
3. Азімов О.Т. Аналітичний огляд аерокосмічних методів вивчення геологічних структур і процесів. Ст.2. Теоретичні основи виявлення особливостей будови земної кори за матеріалами дистанційних зйомок // Зб. наук. пр. УкрДГРІ.– К.,2007.– No 2.– С.250–260.
4. Азімов О.Т. Методологія розрізнення диз'юнктивних дислокацій за матеріалами дистанційних зйомок. Ст.6. Комп'ютеризовані методи тематичного дешифрування та інтерпретації даних дистанційного зондування Землі // Там само.– К.,2011.– No 2.– С.102–142.
5. Бурачек В.Г., Железняк О.О., Зацерковний В.І. Геоінформаційний аналіз просторових даних: монографія. – Ніжин: ТОВ «Видавництво Аспект-Поліграф», 2011. – 440 с.
6. Гічка М. М. Дистанційне зондування в системі моніторингу ґрунтів України / М. М. Гічка // Вісник аграрної науки. – 2005. – № 12. – С. 72–75.
7. Картографування ерозійнонебезпечних ґрунтів за допомогою космічної зйомки : методичні рекомендації / Д. О. Тімченко, С. Р. Трускавецький, Т. Ю. Биндич та ін. – Х. : 13 типографія, 2005. – 44 с.
8. Красовський Г. Я. Інформаційні технології космічного моніторингу водних екосистем та прогнозу водоспоживання міст / Г. Я. Красовський, В. А. Петросов. – К. : Наукова думка, 2003. – 224 с.
9. Словник з дистанційного зондування Землі / За ред. В.І. Лялька та М.О. Попова.–К.: СМП «Аверс»,2004.–170 с.

#### **Інформаційні ресурси, відео-лекції, інше методичне забезпечення**

1. <http://glovis.usgs.gov/>
2. <http://earthexplorer.usgs.gov/>
3. <http://landsat.gsfc.nasa.gov/>