

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету

 О.Л. Тонха

“23” 06 2021 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО
на засіданні кафедри агрохімії та якості
продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна

Протокол від “25” травня 2021 р., № 11

Завідувач кафедри

 А.В. Бикін

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**“АГРОХІМІЧНИЙ ДИСТАНЦІЙНИЙ
МОНІТОРИНГ ФІТОЦЕНОЗІВ”**

Спеціальність 201 Агрономія

Програма підготовки фахівців ОС «Магістр»

Освітня програма «Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві»

Факультет агробіологічний

Розробник: к.с.-г.н., доцент Пасічник Н.А.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**“ Агрохімічний дистанційний моніторинг фітоценозів ”**

(назва)

Освітній ступінь	Магістр
Спеціальність	201 Агрономія
Освітня програма	Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві

Характеристика навчальної дисципліни

Вид	Обов'язкова
Загальна кількість годин	180
Кількість кредитів ECTS	6
Кількість змістових модулів	4
Форма контролю:	Екзамен

Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання

Форма навчання	денна	заочна
Рік підготовки (курс)	1 (1 курс)	-
Семестр	2-й	-
Лекційні заняття	30 год.	-
Практичні заняття	30 год.	-
Самостійна робота	120 год.	-
Кількість тижневих аудиторних годин	4	-

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: формування кваліфікаційних теоретичних знань, методичних розумінь і практичних навиків агрохімічного обстеження ґрунтового й рослинного покриву, з використанням різних методів дистанційного зондування і засобів – мобільних пристроїв спектрального аналізу, наземного сенсорного обладнання, безпілотних літальних апаратів (БПЛА), супутників.

Завдання: оволодіти знаннями й розумінням методичних і методологічних основ дистанційного моніторингу агрохімічних параметрів (мінерального живлення рослин, ефективності застосування й дії добрив), практично опрацювати алгоритм проведення таких обстежень, навчитися раціонально інтерпретувати отримані дані для практичного застосування.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основи спектрального аналізу знімків агрофітоценозів;
- засоби дистанційного моніторингу фітоценозів;
- існуючі платформи для дистанційного моніторингу фітоценозів;
- зв'язок між живленням рослин і їх спектральними характеристиками;
- роль макро- та мікроелементів формуванні зовнішніх характеристик рослин;
- наземні засоби дистанційного зондування посівів;
- технології космічного моніторингу фітоценозів;
- метеоумови, їх використання в дистанційному моніторингу;
- переносні засоби дистанційному моніторингу;
- технології використання бпла для дистанційному моніторингу фітоценозів;

уміти:

- складати програму і проводити моніторинг стану фітоценозів, зокрема з встановлення рівня забезпечення елементами;
- користуватися сучасними методами дистанційному моніторингу;
- обирати та використовувати на практиці основні методи дистанційному моніторингу
- самостійно працювати з даними дистанційному моніторингу;
- встановлювати можливість і достовірність проведення того чи іншого способу дистанційному моніторингу.

Набуття компетентностей:

загальні компетентності (ЗК): Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. Здатність до пошуку, оброблення інформації з різних джерел. Здатність проводити дослідження, оцінювати і забезпечувати якість виконуваних робіт, приймати обґрунтовані рішення та генерувати нові ідеї. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. Здатність працювати у команді. Здатність спілкуватися з фахівцями своєї галузі (з експертами з інших галузей). Прагнення до збереження навколишнього середовища

фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

Розуміння механізмів формування продуктивності рослин, їх неоднорідний відгук на різні умови. Вміння діагностувати рівень умов живлення рослин. Вміння управляти агроценозом через агрохімічні рішення. Вміння володіти лабораторним, польовим та технічним арсеналом для визначення стану фітоценозів. Вміння інтерпретувати результат спектральних досліджень.

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

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	лаб.	пр.	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Спектральні дослідження й супутниковий моніторинг рослинного покриву												
Тема 1. Дистанційний моніторинг (ДМ) рослинного покриву: історія виникнення, засоби, методики	12	2	-	2	-	8						
Тема 2. Спектральні дослідження у ДМ	12	2	-	2	-	8						
Тема 3. Супутниковий моніторинг рослинного покриву: призначення, можливості, використання даних	12	2	-	2	-	8						
Тема 4. Програмне забезпечення супутникового моніторингу рослинного покриву	16	2	-	4	-	10						
Разом за змістовим модулем 1	53	8	-	10	-	34						
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Безпілотні засоби і програмне забезпечення ДМ												
Тема 5. Сільськогосподарська авіація, можливості її використання для ДМ рослинності	13	1	-	2	-	8						
Тема 6. Застосування БПЛА у дистанційному моніторингу рослин	15	3	-	2	-	10						
Тема 7. Спектральне обладнання для дистанційного моніторингу	12	2	-	2	-	8						
	14	4	-	2	-	8						
Разом за змістовим модулем 2	52	10	-	8	-	34						
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. Засоби дистанційного моніторингу фітоценозів, інтерпретація даних												
Тема 9. Наземні спектральні дослідження фітоценозів	12	2	-	2	-	8						
Тема 10. Суміжні види моніторингу фітоценозів	20	4	-	4	-	12						

Тема 11. Метеодослідження, їх використання у ДМ рослинного покриву	14	2	-	2	-	10						
Разом за змістовим модулем 3	46	8	-	8	-	30						
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. Математична обробка і практичне застосування результатів ДМ												
Тема 12. Системи автоматизованої обробки даних	16	2	-	2	-	12						
Тема 13. Практичне використання даних ДМ рослинного покриву	16	2	-	2	-	10						
Разом за змістовим модулем 4	30	4	-	4	-	22						
Усього годин	180	30	-	30	-	120						-

4. Теми практичних занять

№ з/п	Практичні (30 год.)
1	Формування плану досліджень для ДМ рослинного покриву (індивідуальне завдання)
2	Відбір зразків рослин для агрохімічних і спектральних досліджень
3	Програми супутникового моніторингу (вільного доступу).
4	Побудова вегетаційної карти фітоценозу за даними спеціалізованих агропорталів супутникового моніторингу
5	Вивчення базових процесів створення карт розподілу вегетаційних індексів
6	Фільтрація даних ДМ фітоценозів (на прикладі ПЗ Slantview)
7	Створення карти щільності рослин за даними ДМ фітоценозів
8	Використання інтернет-сервісів для організації метеоспостережень
9	Метеоспостереження за допомогою Інтернет-сервісів і наземних приладів
10	Наземні супутні спектральні дослідження
11	Автоматизовані системи обробки даних

5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Інтернет-сервіс SASPlanet	15
2.	Процедури пошуку і замовлення даних супутникового дистанційного зондування Землі на геопорталах	15
3.	Вегетаційний аналіз для дорослих рослин (на прикладі ПЗ SlantView)	15
4.	Корегування фільтрації тіні та ґрунту на вегетаційних картах (на прикладі ПЗ Slantview)	15
5.	Програми EarthExplorer у ДМ фітоценозів	15
6.	Супутникові засоби динамічної оцінки якості врожаю	15
7.	Динамічна оцінка якості врожаю	15
8.	Сервіси для організації метеоспостережень	15
	Разом	120

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

- 1 Формування плану досліджень для ДМ рослинного покриву (індивідуальне завдання)
- 2 Відбір зразків рослин для агрохімічних і спектральних досліджень
- 3 Програми супутникового моніторингу (вільного доступу). Використання програми EarthExplorer
- 4 Супутникові засоби динамічної оцінки якості врожаю Landsat 8 та альтернативних систем
- 5 Супутникові засоби динамічної оцінки якості врожаю Landsat 8 та альтернативних систем
- 6 Засоби обробки мета-даних результатів спектрального моніторингу
- 7 Статистична обробка результатів спектрального моніторингу засобами математичного програмного забезпечення MathCAD
- 8 Використання каскадних фільтрів для розпізнавання рослинних насаджень на цифрових знімках засобами MathCAD
- 9 Використання каскадних фільтрів для розпізнавання рослинних насаджень на цифрових знімках засобами MathCAD
- 10 Засоби обробки мета-даних результатів спектрального моніторингу
- 11 Організація автоматизованого польоту БПЛА засобами ПЗ DroneDeploy
- 12 Інтернет сервіси для організації метеоспостережень
- 13 Використання каскадних фільтрів для розпізнавання рослинних насаджень на цифрових знімках засобами MathCAD
- 14 Розпізнавання рослинних насаджень на цифрових знімках засобами MathCAD
- 15 Засоби обробки мета-даних результатів спектрального моніторингу
- 16 Дослідження ДМ рослинного покриву (індивідуальне завдання)
- 17 Відбір зразків рослин для агрохімічних і спектральних досліджень
- 18 Програми супутникового моніторингу (вільного доступу).
- 19 Супутникові засоби динамічної оцінки якості врожаю
- 20 Супутникові засоби динамічної оцінки якості врожаю
- 21 Способи обробки метаданих результатів спектрального моніторингу
- 22 Статистична обробка результатів досліджень
- 23 Розпізнавання рослинних насаджень на цифрових знімках засобами
- 24 Фільтри для розпізнавання рослинних насаджень на цифрових знімках
- 25 Обробка мета-даних результатів спектрального моніторингу
- 26 Автоматизоване управління польотом БПЛА
- 27 Сервіси для організації метеоспостережень
- 28 Розпізнавання рослинних насаджень на цифрових знімках
- 29 Динамічна оцінка якості врожаю
- 30 Засоби обробки результатів спектрального моніторингу
- 31 Складання плану досліджень для ДМ рослинного покриву (індивідуальне завдання)
- 32 Відбір зразків рослин для агрохімічних і спектральних досліджень
- 33 Програми EarthExplorer
- 34 Супутникові засоби динамічної оцінки якості врожаю

Приклади тестових завдань

Описове питання 1. Дистанційний моніторинг фітоценозів – призначення, переваги, основні засоби

Описове питання 2. Фактори, що враховуються при побудові й використанні вегетаційних індексів

Питання 1. Поріг чутливості до розрідженості рослинності RVI, NDVI, IPVI, DVI:

1	10 %
2	20 %
3	30 %
4	40 %

Питання 2. Сервіс ФАО продовольчої й сільськогосподарської статистики

Питання 3. Урівноважений рейтинг за ефективністю і доступністю має моніторинг:

1	супутниками
2	атмосферними засобами
3	наземними сенсорами
4	людиною

Питання 4. Вкажіть відкриті спеціалізовані системи супутникового моніторингу для потреб аграрної галузі

Питання 5. За якими спектрами випромінювання розраховується NDVI ?

1	зелений
2	синій
3	червоний
4	інфрачервоний

Питання 6. Пристрої наземного спектрального моніторингу фітоценозів, засновані на оцінці випромінювання

Питання 7. У дистанційному моніторингу фітоценозів використовуються спектри:

1	весь оптичний діапазон
2	рентгенівські промені
3	гамма-промені
4	окремі ділянки ІК-діапазону
5	мікрохвильовий діапазон
6	частина УФ-діапазону

Питання 8. Співставте вегетаційний індекс із характеристикою:

1	SAVI	А	мінімізують вплив атмосфери
2	NDVI	Б	заснований на поглинанні й відбитті спектрів хлорофілом, має значення 0 ... 1

3	ARVI	B	стійкий до впливу ґрунту
---	------	---	--------------------------

Питання 9. Гіпотетична лінія в спектральному просторі, яка описує варіацію спектра відкритого ґрунту на знімку фітоценозу, називається: ... лінія

Питання 10. Прилади для вимірювання електропровідності електrolітів (водних і неводних розчинів, колоїдних систем, розплавів, твердих речовин)

7. Методи навчання

Академічна лекція.

Опитування, дискусія, обговорення.

Пояснення матеріалу, видача завдань, контроль засвоєння матеріалу, перевірка виконання самостійної роботи.

8. Форми контролю

На лабораторних заняттях постійний контроль підготовленості, перевірка виконаної роботи, контроль засвоєння матеріалу.

По закінченні змістового модуля тестова перевірка засвоєння матеріалу.

Форма контролю після по закінченні курсу дисципліни – захист курсового проекту, іспит.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Модуль	Тема роботи	Оцінка	«Вага» модуля у загальній рейтинговій оцінці
	Тема 1. Дистанційний моніторинг (ДМ) рослинного покриву: історія виникнення, засоби, методики	25	
	Тема 2. Спектральні дослідження у ДМ	25	
	Тема 3. Супутниковий моніторинг рослинного покриву: призначення, можливості, використання даних	25	
	Тема 4. Програмне забезпечення супутникового моніторингу рослинного покриву	25	
Разом за модуль 1		100	30
	Тема 5. Сільськогосподарська авіація, можливості її використання для ДМ рослинності	25	
	Тема 6. Застосування БПЛА у дистанційному моніторингу рослин	25	
	Тема 7. Спектральне обладнання для дистанційного моніторингу	25	
	Тема 8. Інтерпретація даних ДМ, індекси визначення стану фітоценозів	25	
Разом за модуль 2		100	30
	Тема 9. Наземні спектральні дослідження фітоценозів	30	
	Тема 10. Суміжні види моніторингу фітоценозів	30	
	Тема 11. Метеодослідження, їх використання у ДМ рослинного покриву	40	
Разом за модуль 3		100	20
	Тема 12. Системи автоматизованої обробки даних	50	
	Тема 13. Практичне використання даних ДМ рослинного	50	

	покриву		
Разом за модуль 3		100	20
Разом навчальна робота			70
Екзамен			30
Усього за курс			100

10. Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
35-59	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
01-34	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Для визначення рейтингу студента 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): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{ат}}$.

11. Методичне забезпечення

Пасічник Н. А. Агрохімічний дистанційний моніторинг фітоценозів: навч. посібник / Н. А. Пасічник, В. П. Лисенко, О. О. Опришко, Д. С. Комарчук. – К.:НУБіП України, 2019. – 268с.

ЕНК на навчальній платформі Elearn

<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1922>

12. Рекомендована література

ОБОВ'ЯЗКОВА ЛІТЕРАТУРА

А) теоретичний курс

1. Пасічник Н. А. Агрохімічний дистанційний моніторинг фітоценозів: навч. посібник / Н. А. Пасічник, В. П. Лисенко, О. О. Опришко, Д. С. Комарчук. – К.:НУБіП України, 2019. – 268с.
2. Дистанційне зондування зернових культур для програмування врожаю. Монографія. Лисенко В. П., Опришко О. О., Комарчук Д. С., Пасічник Н.А. (Рекомендовано Вченою радою Національного університету біоресурсів і природокористування України (протокол № 4 від 22 листопада 2017 р.) – К."ЦП Компрінт" – 362 с.
3. Komarchuk D. Monitoring the Condition of Mineral Nutrition of Crops Using UAV for Rational Use of Fertilizers / D. Komarchuk, V. Lysenko, O. Opryshko, N. Pasichnyk // Advanced Agro-Engineering Technologies for Rural Business Development 2019. pp. 293-319. (DOI: 10.4018/978-1-5225-7573-3.ch011)
4. Гаріна, С. М. Інформаційно-аналітичне забезпечення агробіологічних досліджень [Текст]: монографія / С. М. Гаріна, Р. О. Тарасенко; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. – К. : Компрінт, 2013. - 389 с.
5. Єщенко, В.О. Основи наукових досліджень в агрономії [Текст]: підручник / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, П. В. Костогрив, В. П. Опришко; ред.: В. О. Єщенко. – Вінниця : Едельвейс і К, 2014. – 331 с.

6. World fertilizer trends and outlook to 2018. - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - Rome, 2015. – 66p.
7. Метеорологія
8. Антоненко, В. С. Агрометеорологический мониторинг посевов сельскохозяйственных культур в Украине с применением аэрокосмических методов [Текст] : монография / В. С. Антоненко. – К. : АртЭк, 2002. – 307 с.
9. Божко, Л. Ю. Агрометеорологічні прогнози. Практикум [Текст]: навч. посібн. для студ. ВНЗ / Л. Ю. Божко, О. А. Барсукова; Одес. держ. екол. ун-т. - О. : ТЕС, 2012. - 228 с.
10. Божко, Л. Ю. Агрометеорологічні розрахунки і прогнози [Текст]: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Л. Ю. Божко; Одес. держ. екол. ун-т. - К. : КНТ, 2005. - 216 с.
11. Вольвач, В. В. Агрометеорологічні вимірювання [Текст]: Підруч. / В. В. Вольвач, О. В. Вольвач; Одес. держ. еколог. ун-т. - О. : Екологія, 2006. - 200 с.
12. Глухих, М.А. Агрометеорологія [Текст]: учебное пособие для подготовки бакалавров, обучающихся по направлениям: "Агрохимия и агропочвоведение", "Агрономия", "Садоводство", "Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции" / М. А. Глухих. - Санкт-Петербург.: Лань, 2015. - 197 с.
13. Журина, Л.Л. Агрометеорологія [Текст]: учебник для студентов высших учебных заведений по специальностям 110100 (Агрохимия и агропочвоведение) и 110200 (Агрономия) / Л. Л. Журина, А. П. Лосев. - Санкт-Петербург: КВАДРО, 2012. - 366 с.
14. Польовий, А. М. Сільськогосподарська метеорологія [Текст]: підручн. для студ. ВНЗ / А. М. Польовий; МОНМС України, Одес. держ. екол. ун-т. - О. : ТЕС, 2012. - 629 с.;
15. Польовий, А. М. Методи експериментальних досліджень в агрометеорології [Текст]: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / А. М. Польовий; Одес. держ. екол. ун-т. - О. : ТЭС, 2003. - 246 с.;
16. Польовий, А. М. Довгострокові агрометеорологічні прогнози [Текст]: підручн. / А. М. Польовий, Л. Ю. Божко. - К. : КНТ, 2007. - 296 с.;
17. Субботіна, О. В. (2016) Агрометеорологія: електронний підручник: <http://192.162.132.48:555/elektr%20pidr/agronomia/агрометеорологія>
18. Ткаченко, Т. Г. Агрометеорологія [Текст]: навч. посіб. для самост. підгот. студентів / Т. Г. Ткаченко; Харків. нац. аграрн. ун-т ім. В.В. Докучаєва. - Харків : ХНАУ, 2015. - 267 с.
19. Дистанційне зондування
20. Бурштинська, Х. В. Аерокосмічні знімальні системи [Текст]: підручник / Х. В. Бурштинська, С. А. Станкевич; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2013. - 315 с.
21. Білокриницький, С. М. Фотограмметрія і дистанційне зондування Землі : навч. посіб. / С. М. Білокриницький; Чернів. нац. ун-т ім. Ю.Федьковича. - Чернівці : Рута, 2007. - 320 с.
22. Білоус, В. В. Дистанційне зондування з основами фотограмметрії [Текст]: навч. посіб. / В. В. Білоус, С. П. Боднар, Т. М. Курач, А. М. Молочко, Г. О. Патиченко, І. О. Підлісецька. - К.:Київс. нац. ун-т ім. Т. Шевченка, 2011. - 368с.
23. Зацерковний, В. І. Дистанційне зондування Землі. Фізичні основи [Текст]: навч. посіб. / В. І. Зацерковний; Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка. - Київ : НДУ ім. М. Гоголя, 2018. - 380 с.;
24. Лялько, В. І. Нові методи в аерокосмічному землезнавстві [Текст]: Метод. посіб. по темат. інтерпретації матеріалів аерокосм. зйомок / В. І. Лялько, О. Д. Федоровський, М. А. Якимчук, Ю. В. Костюченко, В. Г. Бахмутов, Г. К. Коротаєв, С. М. Кочубей, В. М. Перерва; ред.: В. І. Лялько; НАН України. Центр аерокосм. дослідж. Землі ІГН НАНУ. - К., 1999. - 264 с.;
25. Елсаков, В.В. Автоматизированное дешифрирование аэрокосмических изображений [Использование материалов дистанционного зондирования для мониторинга состояния лесов и лесотаксации] [Текст]: учебное пособие : для студентов направления бакалавриата 250100.62 "Лесное дело" и специальности 250201.65 "Лесное хозяйство" всех форм обучения / В. В. Елсаков, Д. В. Кириллов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Сыктывкар. лесной ин-т

(фил.) федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "С.-Петербург. гос. лесотехн. ун-т им. С. М. Кирова", Каф. лесного хоз-ва . - Сыктывкар: СЛИ, 2013. - 43 с.;

26. Миклуш, С. І. Дистанційне зондування землі в лісовому господарстві [Текст]: навч. посіб. для студ. ВНЗ / С. І. Миклуш, С. А. Гаврилюк, О. Г. Часковський; МОНМС України, Нац. лісотехн. ун-т України. - Л. : ЗУКЦ, 2012. - 322 с.

27. Сидоренко, В. Д. Фотограмметрія і дистанційне зондування [Текст]: навч. посіб. для студ. ВНЗ за напрямом підготов. "Геодезія, картографія та землеустрій" / В. Д. Сидоренко, Л. В. Долгіх, О. В. Долгіх. - Кривий Ріг : Чернявський Д.О., 2012. - 311 с.

28. Подорожняк, А. О. Метод інтелектуальної обробки мультиспектральних зображень [Текст] / А. О. Подорожняк, Н. Ю. Любченко, О. Д. Лагода // Системи оброб. інформації. - 2015. - Вип. 10. - С. 123-125.

29. Шадчина, Т.М. Наукові основи дистанційного моніторингу стану посівів зернових [Текст]/ Т.М. Шадчина; відп. ред. В.В. Моргун; НАН України, Інститут фізіології рослин і генетики. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 220 с.

30. Сладкопєвцев, С.А. Землеведение и природопользование [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Фотограмметрия и дистанционное зондирование" и специальностям "Исследование природных ресурсов аэрокосмическими средствами", "Аэрофотогеодезия" и "Картография" / С.А. Сладкопєвцев. - Москва: Высшая школа, 2005. - 356 с.;

31. Малинников, В.А. Мониторинг природной среды аэрокосмическими средствами [Текст]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 120200 "Фотограмметрия и дистанционное зондирование", специальностей 120201 "Исследование природных ресурсов аэрокосмическими средствами" и 120202 "Аэрофотогеодезия" / В. А. Малинников, А.Ф. Стеценко, А.Е. Алтынов, С.М. Попов. - Москва: МИИГАиК, 2009. - 140 с.;

32. Токарева, О.С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли [Текст]: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 148 с.

13. Інформаційні ресурси (до кожної теми відео на платформі Elearn

<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1922>)

<https://www.youtube.com/watch?v=xBhorGs8uy8>

<https://www.youtube.com/watch?v=YiXbqXxgmnw>

https://www.youtube.com/watch?v=R5_XHqlNDc4

<https://www.youtube.com/watch?v=kTWI9vpuDfY>

<https://www.youtube.com/watch?v=mQ1ewxKelhM>

<https://www.youtube.com/watch?v=cPIPPQOlyPA&list=RDCMUC7zkOXEL4PIeOW2VRsuaJ8Q&index=15>