

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**Національний авіаційний університет**

Факультет архітектури, будівництва та дизайну

Кафедра аерокосмічної геодезії та землеустрою

УЗГОДЖЕНО

Дека́н

«16» 01 2023 р.

Віктор КАРПОВ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи

Анатолій ПОЛУХІН

«16» 01 2023 р.



Система менеджменту якості

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

«Аерокосмічні знімальні системи»

Освітньо-професійна програма: «Геоінформаційні системи і технології»

Галузь знань: 19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій»

Форма навчання	Сем.	Усього (год. / кредитів ECTS)	ЛКЦ	ПР.З	Л.З	СРС	ДЗ / РГР / К.р	КР / КП	Форма сем. контролю
Денна	2	120 / 4,0	18	-	18	84	-	-	Диф. залік – 2 с.

Індекс: НМ-3-193-2/21-3.5

СМЯ НАУ РП 10.01.09–01–2023



Робочу програму навчальної дисципліни «Аерокосмічні знімальні системи» розроблено на основі освітньо-професійної програми «Геоінформаційні системи і технології», навчальних та робочих навчальних планів № НМ - 3 - 193 - 2 / 21 та № РМ - 3 - 193 - 2 / 22 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробили:

доцент кафедри аерокосмічної геодезії
та землеустрою, к.ф.-м.н., доцент

Вадим БЕЛЕНОК

асистент кафедри аерокосмічної геодезії
та землеустрою

Олесь ЖЕЛЕЗНЯК

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випусккової кафедри освітньо-професійної програми «Геоінформаційні системи і технології» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» – кафедри аерокосмічної геодезії та землеустрою, протокол № 1 від «12» 01 2023 р.

Гарант освітньо-професійної програми

«Геоінформаційні системи і технології» Юрій ВЕЛИКОДСЬКИЙ

Завідувач кафедри

Юрій ВЕЛИКОДСЬКИЙ

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради факультету архітектури, будівництва та дизайну, протокол № 1 від «16» 01 2023 р.

Голова НМРР

Геннадій ТАЛАВІРА

Рівень документа – 3б

Плановий термін між ревізіями – 1 рік

Контрольний примірник



Зміст

ВСТУП.....	4
1. Пояснювальна записка.....	4
1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни.....	4
1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна.	4
1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна.	4
1.4. Міждисциплінарні зв'язки.	5
2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	5
2.1. Зміст навчальної дисципліни.....	5
2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля.....	5
2.3. Тематичний план.....	7
3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ.....	7
3.1. Методи навчання.....	7
3.2. Рекомендована література.....	7
3.3. Інформаційні ресурси в інтернеті.....	9
4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ.....	10



ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Аерокосмічні знімальні системи» розроблена на основі «Методичних рекомендацій до розроблення і оформлення робочої програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання», затверджених наказом ректора від 29.04.2021 № 249/од, та відповідних нормативних документів.

1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни.

Дана навчальна дисципліна є теоретичною та практичною основою сукупності знань та вмінь, що формують профіль фахівця в галузі геоінформаційних систем та технологій.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів теоретичних знань і практичних навичок, які допомагають оволодіти основними сучасними досягненнями аерокосмічних технологій, будовою та основними характеристиками аерокосмічних знімальних систем та їх можливостями щодо побудови цифрових знімків.

Завданнями навчальної дисципліни є:

- ознайомлення з основними концепціями будови аерокосмічних знімальних систем;
- вивчення геометрії побудови зображення системами різного типу;
- вивчення основ роботи аерокосмічних знімальних систем різного типу;
- ознайомлення з видами приймачів знімальних систем;
- вивчення підходів щодо оцінки якості зображення, створюваного аерокосмічними знімальними системами.

1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна.

У результаті вивчення дисципліни студент навчиться:

- ПРН10. Обирати і застосовувати інструменти, обладнання, устаткування та програмне забезпечення, які необхідні для дистанційних, наземних, польових і камеральних досліджень у сфері геодезії та землеустрою;
- ПРН11. Організовувати та виконувати дистанційні знімання в сфері геодезії та землеустрою;
- ПРН17. Завантажувати, обробляти, аналізувати та інтерпретувати дані дистанційного зондування Землі у спеціальному програмному забезпеченні, виконувати їх тематичну обробку, включаючи аналіз змін, моніторинг, аналіз стану місцевості на основі її спектральних відбивальних властивостей.

1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна.

- ЗК01. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями з геоінформаційних систем;



- ЗК06. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології;
- ФК02. Здатність застосовувати теорії, принципи, методи фізико-математичних, інженерних наук при виконанні завдань геодезії та землеустрою;
- ФК04. Здатність обирати та використовувати ефективні методи, технології та обладнання для здійснення професійної діяльності у сфері геодезії та землеустрою;
- ФК05. Здатність застосовувати сучасне інформаційне, технічне і технологічне забезпечення для вирішення складних питань геодезії та землеустрою;
- ФК06. Здатність виконувати дистанційні дослідження, інженерні розрахунки з опрацювання результатів досліджень, оформляти результати досліджень при вирішенні завдань геодезії та землеустрою;
- ФК07. Здатність збирати, оновлювати, опрацьовувати, критично оцінювати, інтерпретувати, зберігати, оприлюднювати і використовувати геопросторові дані та метадані щодо об'єктів природного і техногенного походження;
- ФК16. Володіння методами тематичної картографічної інтерпретації результатів зйомок місцевості, матеріалів дистанційного зондування Землі, геодезичних і супутникових вимірювань, статистичних даних та інших джерел.

1.4. Міждисциплінарні зв'язки.

Дана дисципліна базується на знаннях таких дисциплін, як «Вища математика», «Фізика», «Геодезія», «Астрономо-геодезичні прилади», «Фотограмметрія та дистанційне зондування», та є базою під час написання кваліфікаційної магістерської роботи.

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Зміст навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з одного навчального модуля, а саме:

– навчального модуля № 1 «Теоретичні основи аерокосмічних знімальних систем», який є логічною завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання.

2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля

Модуль № 1 «Теоретичні основи аерокосмічних знімальних систем»

Інтегровані вимоги модуля № 1. У результаті вивчення модуля № 1 студент повинен знати:

- теорію лінійних систем в аспекті передачі інформації в аерокосмічних знімальних системах;



- критерії оцінки якості зображень, створюваних аерокосмічними знімальними системами;
- основні типи аерокосмічних знімальних систем;
- теоретичні основи побудови аерокосмічних знімальних систем, що працюють у різних діапазонах спектру,

та вміти:

- виконувати оцінку якості аерокосмічних знімальних систем в аспекті створюваного ними зображення;
- розрізнити різні типи аерокосмічних знімальних систем;
- знаходити та завантажувати, аналізувати та інтерпретувати дані різноманітних аерокосмічних знімальних систем;
- підібрати необхідний різновид аерокосмічних знімальних систем та їх характеристики для отримання даних відповідно до вирішуваної задачі в галузі геодезії та землеустрою.

Тема 1. Лінійна просторово-частотна модель знімальних систем.

Структурна схема передавального комплексу. Принципи формування зображень. Передавальні властивості знімальних систем. Поняття просторової гармоніки. Передавальні функції знімальних систем.

Тема 2. Основні типи аерокосмічних знімальних систем.

Поняття про аерокосмічний знімальний комплекс. Класифікація аерокосмічних знімальних систем. Огляд основних типів аерокосмічних знімальних систем.

Тема 3. Оцінка якості зображення аерокосмічних знімальних систем. Просторова розрізненість.

Оцінка якості зображення. Дифракційна розрізненість. Просторова розрізненість. Оцінка якості зображення за функцією передавання модуляції. Наближений метод визначення функції передавання модуляції фотографічних знімальних систем.

Тема 4. Рідіометрична, спектральна та часова розрізненість аерокосмічних знімальних систем.

Радіометрична розрізненість. Радіометрична якість зображення. Спектральна розрізненість. Інтерференційний фільтр. Часова розрізненість.

Тема 5. Оптико-механічні сканери.

Геометричні моделі камер. Сканувальні системи whiskbroom. Дисперсійна система. Багатоспектральні сканери з оптико-механічним способом сканування. Інфрачервоні знімальні системи. Лазерні знімальні системи.

Тема 6. Телевізійні та оптико-електронні знімальні системи.

Телевізійні знімальні системи. Принцип формування цифрового зображення в оптико-електронних знімальних системах. Pushbroom системи. Landsat 8: сенсори OLI і TIRS. Система Srintinel-2: сенсор MSI.

Тема 7. Радіохвильові знімальні системи.

Мікрохвильові радіометри (радіотеплові знімальні системи). Радіолокаційні знімальні системи. Принцип формування зображень радіолокаційними знімальними

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Аерокосмічні знімальні системи»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.01.09-01-2022
		Стор. 7 із 11	

системами. Радіолокаційні системи бічного огляду з реальною антеною. Радіолокаційні аерокосмічні системи із синтезованою апертурою антени.

2.3. Тематичний план.

№ пор	Назва теми (тематичного розділу)	Обсяг навчальних занять (год.)			
		Денна форма навчання			
		Усього	Лекції	Лаб. зан.	СРС
1	2	3	4	5	6
Модуль № 1 «Теоретичні основи аерокосмічних знімальних систем»					
		2 семестр			
1.1	Лінійна просторово-частотна модель знімальних систем	12	2	-	10
1.2	Основні типи аерокосмічних знімальних систем	12	2	-	10
1.3	Оцінка якості зображення аерокосмічних знімальних систем. Просторова розрізненність	19	2 2	2 2	13
1.4	Рідіометрична, спектральна та часова розрізненність аерокосмічних знімальних систем	15	2	2	10
1.5	Оптико-механічні сканери	20	2	2 2	13
1.6	Телевізійні та оптико-електронні знімальні системи	21	2 2	2 2	13
1.7	Радіохвильові знімальні системи	17	2	2 1	12
1.8	Модульна контрольна робота № 1	4	-	1	3
Усього за модулем № 1		120	18	18	84
Усього за навчальною дисципліною		120	18	18	84

3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Методи навчання

При вивченні навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання:

- пояснювально-ілюстративний метод;
- метод проблемного викладу;
- репродуктивний метод;
- навчальна дискусія.

Реалізація цих методів здійснюється при проведенні лекцій, демонстрацій, самостійному вирішенні задач на підставі вимог нормативної документації з ГІС та роботи з навчальною літературою.

3.2. Рекомендована література

Базова література

- 3.2.1. Дорожинський О. Л. Фотограмметрія та дистанційне зондування. Книга 1. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. 176 с.
- 3.2.2. Бурштинська Х. В., Станкевич С. А., Денис Ю. В. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. 216 с.



- 3.2.3. Бурштинська Х.В. Аерокосмічні знімальні системи: навч. посібник/ Х.В. Бурштинська, С.А. Станкевич. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 316 с.
- 3.2.4. Campbell J. B., Wynne R. H., Thomas V. A. Introduction to Remote Sensing. The Guilford Press, 2022. 675 p.
- 3.2.5. Joseph G. Building Earth Observation Cameras. CRC Press Taylor & Francis Group, 2015. – 356 p.
- 3.2.6. Kamusoko C. Optical and SAR Remote Sensing of Urban Areas: A Practical Guide Edition: 1st ed. Publisher: Springer, 2022. 119 p.
- 3.2.7. Richards J. A. Remote Sensing Digital Image Analysis Edition: 6th ed. Springer, 2022. 587 p.
- 3.2.8. Srivastava P. K., Gupta D. K., Islam T., Han D., Prasad R. Radar Remote Sensing: Applications and Challenges. Elsevier, 2022. 480 p.

Допоміжна література

- 3.2.9. Дистанційне зондування Землі з космосу. Оброблення даних. Терміни та визначення понять: ДСТУ 4758:2007. – [Чинний від 01.10.2007 р.]. – К.: Держспоживстандарт України 2007. – 21 с. (Національний стандарт України).
- 3.2.10. Дистанційне зондування Землі з космосу. Терміни та визначення понять: ДСТУ 4220-2003. – [Чинний від 01.10.2004 р.]. – К.: Держспоживстандарт України 2003. – 24 с. (Національний стандарт України).
- 3.2.11. Дорожинський О. Л. Математичні моделі аналітичної та космічної фотограмметрії. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. 144 с.
- 3.2.12. Кононов В. И. Оптические системы построения изображений / В. И. Кононов, А. Д. Федоровский, Г. П. Дубинский. – Київ: Техніка, 1981. – 134 с.
- 3.2.13. Кохан С. С., Востоков А. Б. Дистанційне зондування Землі. Теоретичні основи. Підручник / передм. Д. О. Мельничука. – К.: Вища школа, 2009. – 511 с.
- 3.2.14. Манойлов В.П., Омельчук В.В., Опанюк В.В. Дистанційне зондування Землі із космосу: науково-технічні основи формування й обробки видової інформації: Монографія. – Житомир: ЖДТУ, 2008. – 384 с.
- 3.2.15. Ferretti A., Monti-Guarnieri A., Prati C., Rocca F. InSAR Principles: Guidelines for SAR. Interferometry Processing and Interpretation. European Space Agency, 2007.
- 3.2.16. Rees G. Physical principles of remote sensing. Third Edition, 2012. – 494 p.
- 3.2.17. Sandau R. Digital Airborne Camera. Introduction and Technology. Springer, 2010. – 346 p.
- 3.2.18. Schowengerdt R. A. Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing. 3rd Edition. Elsevier, 2007.



3.3. Інформаційні ресурси в інтернеті

- 3.3.1. <https://eos.com/>
- 3.3.2. <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- 3.3.3. www.vingeo.com
- 3.3.4. <https://earthengine.google.com/>
- 3.3.5. <https://glovis.usgs.gov/>
- 3.3.6. <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>
- 3.3.7. <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-data-access>
- 3.3.8. <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>



4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Вид навчальної роботи	Мак кількість балів
	Денна форма навчання
	2-й семестр
Модуль № 1 «Теоретичні основи аерокосмічних знімальних систем»	
Вид навчальної роботи	бали
Виконання лабораторних робіт	5*15 балів = 75 балів
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше</i>	<i>45 балів</i>
Виконання модульної контрольної роботи № 1	25
Усього за модулем № 1	100
Усього за дисципліною	100

4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються студенту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку (Додаток 1).

Залікова рейтингова оцінка визначається (в балах та за національною шкалою) за результатами виконання всіх видів навчальної роботи протягом семестру.

4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

4.4. Сума поточної модульної та контрольної рейтингових оцінок становить підсумкову модульну рейтингову оцінку, яка перераховується в оцінку за національною шкалою та шкалою ECTS (Додаток 2).

4.5. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та індивідуального навчального плану студента, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./E** тощо.

4.6. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни дорівнює підсумковій семестровій рейтинговій оцінці. Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатка до диплома.



(Ф 03.02 – 01)

АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки
1	С.З.С.2	16.01.23	Федоренко Е.А.		

(Ф 03.02 – 02)

АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайомлення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

(Ф 03.02 – 32)

УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				