

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**Національний авіаційний університет****Факультет архітектури, будівництва та дизайну****Кафедра аерокосмічної геодезії та землеустрою**

УЗГОДЖЕНО

Декан

Віктор КАРПОВ

«16» 01 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи

Анатолій ПОЛУХІН

«16» 01 2023 р.



Система менеджменту якості

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
«Космічна фотограмметрія»

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	8	120/ 4,0	30	–	30	60	-	-	Диф.залік – 8 с.

Індекс: НБ-3-193-2/21-3.14

СМЯ НАУ РП 10.01.09-01-2023



Система менеджменту якості.
Робоча програма
навчальної дисципліни
«Космічна фотограмметрія»

Шифр
документа

СМЯ НАУ
РП 10.01.09-01-2022

Стор. 2 із 12

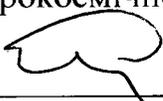
Робочу програму навчальної дисципліни «Космічна фотограмметрія» розроблено на основі освітньо-професійної програми «Геоінформаційні системи і технології», навчальних та робочих навчальних планів НБ-3-193-2/21 та РБ-3-193-2/22 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 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

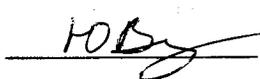

Олесь ЖЕЛЕЗНЯК

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової 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

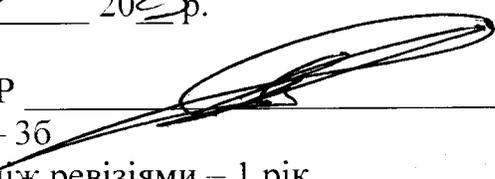
«Геоінформаційні системи і технології»  Вадим БЕЛЕНОК

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

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Космічна фотограмметрія»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.01.09-01-2022
		Стор. 3 із 12	

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.	5
1.4. Міждисциплінарні зв'язки.....	5
2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	6
2.1. Зміст навчальної дисципліни	6
2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля	6
2.3. Тематичний план.	8
3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ.....	9
3.1. Методи навчання	9
3.2. Рекомендована література	9
3.3. Інформаційні ресурси в інтернеті	10
4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАТЬ ТА ВМІНЬ	11



ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Космічна фотограмметрія» розроблена на основі «Методичних рекомендацій до розроблення та 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.

Місце. Дана навчальна дисципліна є теоретичною та практичною основою сукупності знань та вмінь, що формують профіль фахівця в галузі землеустрою та кадастру.

Метою викладання навчальної дисципліни є формування у студентів базових знань із теорії космічної фотограмметрії та практичних навичок із оброблення космічних знімків, отриманих різноманітними знімальними системами.

та методи фотограмметрії, фізичні основи дистанційного зондування та методи цифрової обробки даних дистанційного зондування.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- опанування теоретичних основ космічного знімання;
- вивчення теоретичних засад побудови космічних знімків різноманітними знімальними системами космічного базування (кадровими, сканерними, радіолокаційними тощо);
- освоєння процесу фотограмметричної обробки космічних знімків;
- вивчення властивостей космічних знімків.

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

У результаті вивчення дисципліни студент має навчитись:

- ПРН5. Застосовувати концептуальні знання природничих і соціально-економічних наук при виконанні завдань геодезії та землеустрою;
- ПРН9. 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;
- 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. Організувати та виконувати дистанційні, наземні, польові і камеральні роботи в сфері геодезії та землеустрою, оформляти результати робіт;
- 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;

- ПРН18. Виконувати комплекс робіт з цифровими аерофотознімками, направлений та складання та оновлення по ним цифрових топографічних планів і карт.

1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути такі компетентності:

- ЗК01. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями;
- ФК02. Здатність застосовувати теорії, принципи, методи фізико-математичних, природничих, соціально-економічних, 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, наземні, польові та камеральні дослідження, інженерні розрахунки з опрацювання результатів досліджень, оформляти результати досліджень, готувати звіти 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;
- ФК09. Здатність застосовувати інструменти, прилади, обладнання, устаткування при виконанні завдань геодезії та землеустрою;
- ФК10. Здатність здійснювати аерокосмічний моніторинг земель;
- ФК16. Володіння методами тематичної картографічної інтерпретації результатів зйомок місцевості, матеріалів дистанційного зондування Землі, геодезичних і супутникових вимірювань, статистичних даних та інших джерел;
- ФК17. Здатність використовувати супутникові дані у геодезії та навігації.

1.4. Міждисциплінарні зв'язки.

Дана дисципліна базується на знаннях таких дисциплін: «Вища математика», «Фізика», «Топографія», «Геодезія», «Картографія», «ГІС і бази даних», «Астрономо-геодезичні прилади» та є базою для вивчення подальших дисциплін: «Дистанційний моніторинг надзвичайних ситуацій», «Обробка цифрових аерокосмічних зображень», «Аерокосмічні знімальні системи», «Моніторинг та охорона земель», «Аерокосмічні методи моніторингу довкілля» та під час написання кваліфікаційної бакалаврської роботи.



2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Зміст навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з двох навчальних модулів, а саме:

– навчального модуля № 1 «Теоретичні засади космічної фотограмметрії»,

– навчального модуля № 2 «Космічні знімки»,

кожен з яких 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 засади космічної фотограмметрії»

Інтегровані вимоги модуля № 1. У результаті вивчення модуля № 1 студент повинен знати: Предмет і задачі космічної фотограмметрії. Особливості виконання космічного знімання. Картографічні координатні системи. Основні залежності космічної фотограмметрії. Космічні знімальні системи та геометрію побудови космічних знімків. **Вміти:** Виконувати визначення планетоцентричних координат точок при космічному зніманні такими сенсорами: кадровими камерами, сканерними системами і радіолокаційними системами.

Тема 1.1. **Предмет і задачі космічної фотограмметрії. Об'єкти досліджень.**

Означення космічної фотограмметрії. Задачі космічної фотограмметрії. Відмінність космічного знімання від аерознімання.

Тема 1.2. **Теоретичні основи космічної фотограмметрії.**

Відомості про орбітальний рух. Основні формули для обчислень параметрів орбіти. Системи координат, що використовуються у космічній фотограмметрії.

Тема 1.3. **Визначення планетоцентричних координат точок планет.**

Визначення планетоцентричних координат точок планети із застосуванням кадрових систем. Сканувальні системи. Визначення планетоцентричних координат точок планет із використанням сканерних систем. Визначення планетоцентричних координат точок планети з даних радіолокаційного знімання.

Тема 1.4. **Космічна фототріангуляція.**

Призначення, ідея та загальна характеристика фототріангуляції. Математичні моделі космічної фототріангуляції. Фототріангуляція з одночасним визначенням початкових умов руху супутника.

Тема 1.5. **Прикладні штучні супутники Землі.**

Визначення штучного супутника. Основні категорії космічних апаратів. Науково-дослідницькі, технічні та прикладні ШСЗ. Метеорологічні супутники. Океанографічні супутники. Природоресурсні ШСЗ.

Тема 1.6. **Особливості виконання космічного знімання.**



Фактори, що визначають методику фотограмметричної обробки космічних знімків. Умови виконання сеансів знімання. Вибір розташування знімальних сеансів на траєкторії польоту. Вибір висоти польоту.

Тема 1.7. Фотограмметрія космічних знімків.

Елементи зовнішнього орієнтування космічних знімків. Масштаби знімків. Порівняння космічних знімків з картами. Вплив рельєфу і кривизни Землі на фотограмметричні вимірювання.

Модуль № 2 «Космічні знімки»

Інтегровані вимоги модуля № 2. У результаті вивчення модуля № 2 студент повинен знати: Теоретичні основи виконання координатної прив'язки матеріалів космічного знімання. Особливості фотограмметричної обробки космічних знімків. Види та класифікацію космічних знімків. **Вміти:** Виконувати обробку космічних знімків, одержаних різними сенсорами.

Тема 2.1. Дешифрування космічних знімків.

Означення дешифрування. Поняття дешифрування. Складові дешифрування. Параметр и фотозображення. Спектральна яскравість. Загальногеографічне дешифрування. Географічне дешифрування. Топографічне дешифрування. Спеціалізоване дешифрування.

Тема 2.2. Параметри, умови та особливості космічних зйомок, властивості космічних знімків.

Масштаб і просторова розрізненість. Ширина захоплення на місцевості. Поздовжнє і поперечне перекриття. Періодичність та оперативність. Стереоскопічність. Область спектру та спектральна розрізненість.

Тема 2.3. Особливості фотограмметричного опрацювання космічних знімків.

Особливості фотограмметричної обробки космічних знімків. Методика врахування спотворень знімків, викликаних електронною дисторсією. Особливість оброблення панорамних знімків. Принципи отримання й оброблення радіолокаційних знімків.

Тема 2.4. Побудова опорних мереж на об'єктах Сонячної системи.

Умови побудови опорних мереж на планетах та супутниках. Побудова опорної мережі за радіолокаційними панорамами. Точнісні характеристики опорних мереж. Уточнення координат північного полюса обертання планети та її кутової швидкості за космічними знімками. Уточнення орбітальних та навігаційних параметрів за космічними знімками.

Тема 2.5. Особливості картографування за космічними знімками.

Космічна фотограмметрія для картографування територій. Формування стереопар. Особливості використання космічних знімків для складання і оновлення топографічних карт. Розграфка, номенклатура та проєкції для карт планет та супутників. Карти планет та супутників, побудовані за космічними знімками.

Тема 2.6. Види та класифікація космічних знімків.



Властивості та характеристики знімків. Класифікація знімків. Знімки у світловому діапазоні. Теплові інфрачервоні знімки. Знімки в радіодіапазоні.

Тема 2.7. **Формати цифрових файлів матеріалів космічного знімання.**

Рівні обробки космічних знімків. Структура файлів (BSQ, BIL, VIP). Програмні засоби обробки космічних знімків.

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 засади космічної фотограмметрії»					
1.1	Предмет і задачі космічної фотограмметрії. Об'єкти досліджень	8 семестр			
		6	2	-	4
1.2	Теоретичні основи космічної фотограмметрії	6	2	-	4
1.3	Визначення планетоцентричних координат точок планет	10	2	2 2	4
1.4	Космічна фототріангуляція	10	2	2 2	4
1.5	Прикладні штучні супутники Землі	10	2	2 2	4
1.6	Особливості виконання космічного знімання	6	2	-	4
1.7	Фотограмметрія космічних знімків	10	2	2 2	4
1.8	Модульна контрольна робота № 1	3	1	-	2
Усього за модулем № 1		61	15	16	30
Модуль № 2 «Космічні знімки»					
2.1	Дешифрування космічних знімків	10	2	2 2	4
2.2	Параметри, умови та особливості космічних зйомок, властивості космічних знімків	6	2	-	4
2.3	Особливості фотограмметричного опрацювання космічних знімків	10	2	2 2	4
2.4	Побудова опорних мереж на об'єктах Сонячної системи	6	2	-	4
2.5	Особливості картографування за космічними знімками	6	2	-	4
2.6	Види та класифікація космічних знімків	10	2	2 2	4
2.7	Формати цифрових файлів матеріалів космічного знімання	8	2	2	4
2.8	Модульна контрольна робота № 2	3	1	-	2
Усього за модулем № 2		59	15	14	30
Усього за навчальною дисципліною		120	30	30	60



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;
- презентації;
- кейсів;
- мозкової атаки;
- рольових ігор;
- семінарів-дискусій;
- роботи в малих групах
- дослідницький метод.

Реалізація цих методів здійснюється при проведенні лекцій, демонстрацій, самостійному вирішенні задач на підставі вимог законодавчих та нормативно-правових актів, роботі 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. Железняк О.О. Космічна фотограмметрія: навч. посіб. / О. О. Железняк, Л. С. Чубко. – К: НАУ, 2012. – 220 с.
- 3.2.4. 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.
- 3.2.5. Campbell J. V., Wynne R. H., Thomas V. A. Introduction to Remote Sensing. The Guilford Press, 2022. 675 p.
- 3.2.6. Joseph G. Building Earth Observation Cameras. CRC Press Taylor & Francis Group, 2015. – 356 p.
- 3.2.7. Kamusoko C. Optical and SAR Remote Sensing of Urban Areas: A Practical Guide Edition: 1st ed. Publisher: Springer, 2022. 119 p.
- 3.2.8. Richards J. A. Remote Sensing Digital Image Analysis Edition: 6th ed. Springer, 2022. 587 p.
- 3.2.9. Srivastava P. K., Gupta D. K., Islam T., Han D., Prasad R. Radar Remote Sensing: Applications and Challenges. Elsevier, 2022. 480 p.

Допоміжна література

- 3.2.10. Бурштинська Х.В. Аерокосмічні знімальні системи: навч. посібник/ Х.В. Бурштинська, С.А. Станкевич. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 316 с.



- 3.2.6. Дистанційне зондування Землі з космосу. Оброблення даних. Терміни та визначення понять. ДСТУ 4758:2007 – Київ: Держспоживстандарт України, 2007. – 21 с.
- 3.2.7. Дистанційне зондування Землі з космосу. Терміни та визначення понять. ДСТУ 4220-2003. – Київ: Держспоживстандарт України, 2003. – 24 с.
- 3.2.11. Дистанційне зондування з основами фотограмметрії. Навчальний посібник / В. В. Білоус, С. П. Боднар, Т. М. Курач, А. М. Молочко, Г. О. Патиченко, І. О. Плісецька; упоряд. Т. М. Курач. – Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2011. – 367 с.
- 3.2.12. Дорожинський О.Л., Тукай Р. Фотограмметрія: підручник. – Львів: НУ «Львівська політехніка», 2008. – 332 с.
- 3.2.13. Ferretti A., Monti-Guarnieri A., Prati C., Rocca F. InSAR Principles: Guidelines for SAR. Interferometry Processing and Interpretation. European Space Agency, 2007.
- 3.2.14. Linder W. Digital Photogrammetry: A Practical Course. Fourth Edition. Springer, 2016.

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/>

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Космічна фотограмметрія»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.01.09-01-2022
		Стор. 11 із 12	

4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

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

Таблиця 4.1

Вид навчальної роботи	Мах кількість балів	Вид навчальної роботи	Мах кількість балів
	Денна форма навчання		Денна форма навчання
8-й семестр			
Модуль № 1 «Теоретичні засади космічної фотограмметрії»		Модуль № 2 «Космічні знімки»	
Види навчальної роботи	бали	Види навчальної роботи	бали
Лабораторні/виконання окремих завдань	4*8 балів = 32 балів	Лабораторні/виконання окремих завдань	4*8 балів = 32 балів
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи № 1 студент має набрати не менше</i>	19 балів	<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи № 2 студент має набрати не менше</i>	19 балів
Виконання модульної контрольної роботи № 1	18	Виконання модульної контрольної роботи № 2	18
Усього за модулем № 1	50	Усього за модулем № 2	50
Усього за модулями № 1, № 2			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./Е** тощо.

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



Система менеджменту якості.
Робоча програма
навчальної дисципліни
«Космічна фотограмметрія»

Шифр
документа

СМЯ НАУ
РП 10.01.09-01-2022

Стор. 12 із 12

(Ф 03.02 – 01)

АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки
1	03.02	16.01.23	Роджеріко 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				