

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА  
ННІ «Інститут геології»  
Кафедра геоінформатики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник директора інституту  
з навчальної роботи



«26» 08 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
**ЦИФРОВА ФОТОГРАММЕТРІЯ ТА ОБРОБКА ЗНІМКІВ**

для студентів

галузь знань **19 Будівництво та архітектура**  
спеціальність **193 Геодезія та землеустрій**  
освітній рівень **Бакалавр**  
освітня програма **Геоінформаційні системи і технології,**

Блок дисципліни  
вид дисципліни **Обов'язкова**

Форма навчання – **денна**  
Навчальний рік - **2023/2024**  
Семестр – **5**  
Кількість кредитів ECTS – **4**  
Мова викладання, навчання  
та оцінювання – **українська**  
Форма заключного контролю – **іспит**

Викладач: *Ляшенко Дмитро Олексійович, доктор географічних наук, професор кафедри геоінформатики*

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис) (ПІБ)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис) (ПІБ)

© Білоус В.В., Ляшенко Д.О., С.П. Боднар, 2022 рік

**Київ – 2022**

Розробники: **Білоус Володимир Васильович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри геодезії та картографії, доцент; **Ляшенко Дмитро Олексійович**, доктор географічних наук, професор кафедри геоінформатики, доцент; **Боднар Сергій Петрович**, асистент кафедри геодезії та картографії

Зав. кафедри Володимир Білоус  
(підпис) (Зацерковний В.І.)  
(прізвище та ініціали)

Протокол № 1 від «26» 08 2022 р.

Схвалено науково - методичною комісією інституту **ННІ «Інститут геології»**

Протокол від «26» 08 2022 року №\_1

Голова науково-методичної комісії В.К. Демидов  
(підпис) (Демидов В.К.)  
(прізвище та ініціали)

## **1. Мета дисципліни**

Метою викладання навчальної дисципліни «Цифрова фотограмметрія та обробка знімків» є оволодіння теоретичними основами формування цифрових зображень, освоєння технологій і програмно-апаратних засобів обробки цифрових аерокосмічних знімків, які отримані за допомогою різних оптичних фотографічних і сенсорних систем, та набуття практичних навичок укладання цифрових топографічних/кадастрових планів і карт.

## **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

Навчальна дисципліна базується на циклі дисциплін, зокрема:

- ✓ студенти повинні володіти знаннями фахової підготовки з топографії, геодезії, фотограмметрії;
- ✓ володіти знаннями базової підготовки з математики, фізики, інженерної та комп'ютерної графіки.

## **3. Анотація навчальної дисципліни:**

Навчальна дисципліна є теоретичним і практичним підґрунтям для підготовки фахівців з обробки фотозображень. Вона є базовою для здобуття ступеню бакалавр в галузі знань «19. Архітектура та будівництво» за спеціальністю «193. Геодезія та землеустрій». В курсі вивчаються теоретичні основи цифрової фотограмметрії, математичним апаратом якої є аналітична фотограмметрія. Особлива увага приділяється питанням цифрової обробки зображень, зокрема геометрії та способів отримання цифрових образів, покращання їх якості, швидкості роботи з великими масивами даних, прийомів їх стиснення та конвертування, методики орієнтування знімків та ін. Практичною складовою курсу передбачено детальне вивчення технології обробки знімків на сучасних цифрових фотограмметричних станціях, зокрема з виконанням блочної фототріангуляції, побудови цифрових моделей рельєфу і місцевості. Також вивчаються теорія і практика автоматизованого вирішення основних фотограмметричних задач та розглядаються сучасні підходи в технології аерокосмічного картографування поверхні Землі і планет.

## **4. Завдання вивчення дисципліни:**

- ✓ Ознайомити студентів із суттю та теоретичними основами обробки дистанційних даних (знімків) у геоматиці.
- ✓ Сформулювати у студентів уявлення щодо історії, сучасного розвитку та перспектив розвитку галузі фотограмметрії.
- ✓ Репрезентувати новітні дослідження та розробки з актуальних проблем сучасної фотограмметрії.
- ✓ Дати студентам розуміння сучасних методів розв'язання фотограмметричних задач і розробки апарату математичного моделювання, які використовуються з метою впровадження цифрових технологій в геоматиці та в прикладних інженерних науках, зокрема при вивченні природних ресурсів.
- ✓ Ознайомити студентів з сучасною апаратним та програмним забезпеченням виконання цифрових фотографічних знімків та їх камеральної фотограмметричної обробки.
- ✓ Розвинути практичні навички вирішення задач, зокрема: проектування та виконання польових фотограмметричних робіт, камеральної фотограмметричної обробки знімків.

## 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та / або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання <sup>1</sup>	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни	
Код	Результат навчання				
1.1	Загальні відомості про фізичні та математичні основи цифрової фотограмметрії. Поняття про цифрове зображення. Піксель. Кольорові цифрові зображення. Кольорові схеми: адитивна (RGB) та субтрактивна (СМУК).	лекція	тест, бліц опитування, виконання творчих аналітично-розрахункових робіт, презентація	до 10%	
1.2	Сутність принципів формування цифрового зображення в оптико-електронних знімальних системах. Структурна схема ПЗЗ-елемента. Архітектура ПЗЗ-матриць. Створення кольорового зображення на ПЗЗ-матрицях.	лекція		до 10%	
1.3	Методи і системи отримання дистанційних даних. Скануючі системи та сканування знімків. Багатоспектральний і аналоговий фотограмметричний сканери.	лекція, практичне заняття		до 5%	
1.4	Основи кореляції відеосигналів. Автоматичний пошук чітких контурів на сусідніх знімках. Теоретичні основи ідентифікації точок на стереопарі знімків.	лекція, практичне заняття		до 10%	
1.5	Основні типи і характеристики знімальних камер матричного і лінійного типу. Додаткове оснащення аерознімальних систем.	лекція, практичне заняття		до 10%	
1.6	Будову та призначення цифрових фотограмметричних приладів ДНВП «Геосистема»: цифрова фотограмметрична станція «Дельта»; фотограмметричний сканер DeltaScan BW. Програмне забезпечення Digital for Windows.	лекція, практичне заняття		до 5%	
2.1	Проводити підготовку до роботи програмне забезпечення (фотограмметричні модулі і програми). Вміти орієнтувати знімки: виконувати внутрішнє, взаємне та зовнішнє орієнтування. Здійснювати контроль та аналіз даних.	лекція, практичне заняття		до 15%	
2.2	Виконувати згущення планово-висотної опорної мережі методом блочної фототриангуляції. Проводити вирівнювання та оцінку точності отриманих даних.	лекція, практичне заняття		до 15%	
3.	Демонструвати навички ефективної міжособистісної взаємодії та командної роботи	практичні заняття		бліц опитування, іспит	до 10%
4.	Демонструвати здатність вчитися і бути сучасно навченим	практичні заняття, доповідь, дискусія		тест, бліц опитування, виконання творчих аналітично-розрахункових робіт, презентація	до 10%

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Програмні результати навчання (назва)	Результати навчання дисципліни (код)									
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	3.1	4.1
РН9. 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.	+	+	+	+	+					
РН11. Організувати та виконувати дистанційні, наземні, польові і камеральні роботи в сфері геодезії та землеустрою, оформляти результати робіт, готувати відповідні звіти.						+	+	+	+	+

## 7. Схема формування оцінки:

### Схема формування оцінки:

### Форми оцінювання студентів

#### 1. Семестрове оцінювання:

- 1) Контрольна робота із розробки **теорії фотограмметрії** – 10 балів (рубіжна оцінка 6 балів)
- 2) Контрольна робота із **обробки знімків** – 10 балів (рубіжна оцінка 6 балів)
- 3) Оцінка за виконання **самостійних практичних робіт та виконану роботу на практичних заняттях** – 40 балів (рубіжна оцінка 24 бали)

**2. Підсумкове оцінювання у формі письмово-усного іспиту:** максимальна оцінка 40 балів, рубіжна оцінка 24 балів. Під час іспиту студент відповідає на питання письмово і потім усно аргументує свої твердження. **Підсумкове оцінювання у формі іспиту є обов'язковим.** Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100 бальною шкалою. **Загальна оцінка виставляється за результатами роботи студента впродовж усього семестру та підсумкового оцінювання, як сума (проста або зважена) балів за систематичну роботу впродовж семестру та балів отриманих в результаті підсумкового оцінювання у формі іспиту.**

	Семестрова кількість балів	ПКР (підсумкова контрольна робота) чи/або іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	36	24	60
Максимум	60	40	100

Студент не допускається до **підсумкового оцінювання у формі іспиту**, якщо під час семестру набрав менше 20 балів.

**Організація оцінювання:** Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою та передбачає: виконання практичних робіт (де студенти мають продемонструвати якість засвоєних знань та вирішити поставлені задачі використовуючи окреслені викладачем методи та засоби), виконання 6 самостійних практичних робіт (де студенти мають продемонструвати якість засвоєних знань та вирішити поставлені задачі без обмеження інструментарію та техніки вирішення проблеми) та проведення 2 письмових модульних контрольних робіт. Підсумкове оцінювання проводиться у формі письмово-усного іспиту.

### Шкала відповідності

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

### 9. С Структура навчальної дисципліни, тематичний план занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
<b>Змістовий модуль 1. Теорія фотограмметрії</b>				
1	<b>Тема 1.</b> Вступ до дисципліни. Предмет і структура курсу Загальні відомості про фізичні та математичні основи цифрової фотограмметрії. Поняття про цифрове зображення. Піксель. Кольорові цифрові зображення. Кольорові схеми: адитивна (RGB) та субтрактивна (СМҮК).	2	2	4
2	<b>Тема 2. Принципи формування</b> цифрового зображення в оптико-електронних знімальних системах. <b>Структурна схема</b> ПЗЗ-елемента. Архітектура ПЗЗ-матриць. Створення кольорового зображення на ПЗЗ-матрицях.	4	4	8
3	<b>Тема 3. Методи і системи</b> опрацювання дистанційних даних. Пристрої введення в ЕОМ цифрових (мультиспектральний сканер) і аналогових (фотограмметричний сканер DeltaScan.	6	4	10
4	<b>Тема 4. Основи кореляції відеосигналів.</b> Автоматичний пошук чітких контурів на сусідніх знімках. Теоретичні основи ідентифікації точок на стереопарі. Допасування оптичної щільності (resampling).	4	4	10
	Модульна контрольна робота 1		2	
	<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>32</b>
<b>Змістовий модуль 2. Обробка знімків</b>				
5	<b>Тема 5. Цифрові знімальні камери і системи.</b> Типи знімальних камер. Основні характеристики знімальних камер матричного і лінійного типу. Аерокосмічні знімальні системи. Знімальна апаратура.	2	2	10
6	<b>Тема 6. Цифрові фотограмметричні прилади та програмне забезпечення для обробки знімків</b> (Цифрова фотограмметрична станція «Дельта». Фотограмметричні сканери, Drone2Map for ArcGIS, ERDAS, ENVI).	4	4	10
7	<b>Тема 7. Методи обробки знімків в спеціалізованому програмному забезпеченні (ЦФС «Дельта» Drone2Map for ArcGIS, ERDAS, ENVI Pix4D, ContextCapture, Photoscan та ін.).</b> Цифрова блокова фототріангуляція. Внутрішнє орієнтування (для сканованих знімків). Взаємне орієнтування. Зовнішнє орієнтування. Послідовність операцій та аналіз даних. Підготовка знімків до вимірювання. Вимірювання зв'язуючих точок та контрольних точок опори. Аналіз вимірювання блоку. Вирівнювання блочної фототріангуляції.	6	4	10
	Модульна контрольна робота 2		2	
	<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>30</b>
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>62</b>

**Всього – 120 год.**

З них: лекцій – 28 год.

практичних занять – 28 год.

самостійна робота – 62 год.

Консультації – 2 год.

## Рекомендована література:

### *Основна*

1. Білоус В.В., Боднар С.П., Курач Т.М. Дистанційне зондування з основами фотограмметрії: навч. посібник. - К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2011. - 317 с. – 8 с. іл.
2. Білоус В.В., Боднар С.П., Фотограмметрія, Навчальний посібник, К.:КНУ імені Тараса Шевченка, Вид-во ВПЦ «Київський університет»,2021,-137с.  
[https://geo.knu.ua/images/doc\\_file/navch\\_1](https://geo.knu.ua/images/doc_file/navch_1)
3. Боднар С.П. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з спецкурсу «Цифрова фотограмметрія». – К.: РВВ НТУ, 2016. – 88 с.
4. Дорожинський О.Л. Фотограмметрія: підручник. / О.Л. Дорожинський, Р.Тукай. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2008. – 332 с.

### *Додаткова*

1. Бурштинська Х.В., Аерокосмічні знімальні системи: підручник /Х.В. Бурштинська,С.А. Станкевич. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 316 с.
2. Дорожинський О.Л. Аналітична та цифрова фотограмметрія. Навч. Посібник. – Львів: Видавництво національного університету «Львівська політехніка», 2002. – 164 с.
3. Дорожинський О.Л. Основи фотограмметрії. Підручник. – Львів: Видавництво національного університету «Львівська політехніка», 2003. – 214 с.
4. <http://www.vinmap.net>
5. <http://www.geosystema.net/forum>
6. <http://www.vingeo.com/Rus/index.html>
7. <http://geosystema.net/digitals/book/digitals-book.pdf>

## 10. Контрольні запитання

### *Змістовний модуль 1.*

1. Поняття про цифрове зображення. Що називається піксель?
2. Кольорові цифрові зображення. Кольорові схеми: адитивна (RGB) та субтрактивна (СМУК).
3. Поняття про цифрові матриці (прилади зі зворотнім зарядовим зв'язком). ПЗЗ та КМОН сенсори.
4. Цифрові знімальні камери і системи. Типи знімальних камер. Основні характеристики знімальних камер матричного і лінійного типу.
5. Структурна схема ПЗЗ-елемента. Архітектура ПЗЗ-матриць. Створення кольорового зображення на ПЗЗ-матрицях.
6. Принципова будова аналогової фотокамери.
7. Принципова будова цифрової фотокамери.
8. Принципи формування цифрового зображення в оптико-електронних знімальних системах.
9. Методи і системи опрацювання дистанційних даних. Пристрої введення в ЕОМ цифрових (мультиспектральний сканер) і аналогових (аерофотокамера + фотограмметричний сканер) даних.
10. Основні характеристики та складові частини скануючої аерофотокамери 3-DAS-1.
11. Фотограмметричні сканери та їх призначення. Фотограмметричний сканер DeltaScan-BW.
12. Основні формати представлення растрової інформації.
13. Основи кореляції відеосигналів.

14. Автоматичний пошук чітких контурів на сусідніх знімках.
15. Теоретичні основи ідентифікації точок на стереопарі.
16. Допасування оптичних щільностей (resampling).
17. Яка інформація про аерофотокамеру використовується для подальшої обробки знімків?
18. Що таке фокусна відстань камери та як вона визначається? Де використовується її значення?

### ***Змістовний модуль 2.***

19. Будова, призначення та основні характеристики ЦФС «Дельта».
20. Призначення та склад підготовчих робіт при обробці знімків на ЦФС «Дельта».
21. Програмне забезпечення фотограмметричної станції «Дельта».
22. Призначення блоку «Камера», інтерфейс програмного забезпечення, створення нової камери та введення її основних параметрів.
23. Призначення блоку «Опора», завантаження та вибір вихідних даних для опорних точок.
24. Які точки називаються опорними? Способи отримання опорних даних. Обґрунтувати необхідну кількість опорних точок, які необхідні для зовнішнього орієнтування окремої стереопари знімків.
25. Призначення блоку «Модель», послідовність орієнтування стереопари знімків.
26. Пояснити суть процесу внутрішнього орієнтування стереопари знімків. Які елементи є елементами внутрішнього орієнтування знімка?
27. Описати процес внутрішнього орієнтування на фотограмметричній станції «Дельта». Які дані є результатом внутрішнього орієнтування, яка інформація надається у звіті про орієнтування? Пояснити причини похибок при внутрішньому орієнтуванні та виконати оцінку його точності.
28. Пояснити суть процесу взаємного орієнтування стереопари знімків. Які елементи відносяться до елементів взаємного орієнтування стереопари знімків?
29. Описати процес взаємного орієнтування на ЦФС «Дельта». Що є результатом взаємного орієнтування, яка інформація заноситься у звіт про орієнтування? Виконати оцінку точності взаємного орієнтування стереопари знімків та пояснити можливі причини похибок.
30. Поняття про цифрову стереофотограмметричну модель місцевості.
31. Пояснити суть процесу зовнішнього орієнтування стереомоделі. Описати процес зовнішнього орієнтування стереомоделі на цифровій фотограмметричній станції «Дельта». Що є результатом зовнішнього орієнтування, яка інформація виноситься у звіт про орієнтування? Оцінити похибки (точність) зовнішнього орієнтування стереомоделі.
32. Пояснити принципову відмінність у процесі орієнтування одиночного знімку та стереопари знімків.
33. Яка інформація вводиться при створенні блоку фототріангуляції?
34. Що таке зв'язуючі точки, їх кількість і де вони розміщуються?
35. Яка послідовність вимірювання блоку?
36. Кількість і розміщення точок опори.