

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Кафедра фізичної географії та картографії

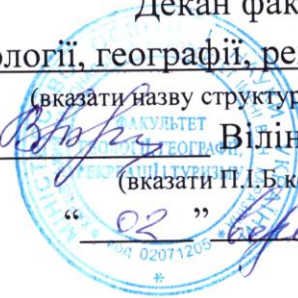
“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету
геології, географії, рекреації і туризму

(вказати назву структурного підрозділу)

Віліна ПЕРЕСАДЬКО

(вказати П.І.Б. керівника)



“ 02 ” 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОСНОВИ ФОТОГРАММЕТРІЇ ТА 3D-МОДЕЛЮВАННЯ

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 10 «Природничі науки»
(шифр і назва)

Спеціальність 106 «Географія»
(шифр і назва)

освітня програма Картографія, геоінформатика і кадастр
(шифр і назва)

спеціалізація _____
(шифр і назва)

вид дисципліни за вибором
(обов'язкова / за вибором)

Факультет геології, географії, рекреації і туризму

2023/ 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету геології, географії, рекреації і туризму

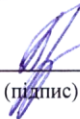
“28” серпня 2023 року, протокол № 11

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Боднар С.П., старший викладач кафедри фізичної географії та картографії (за сумісництвом)

Програму схвалено на засіданні кафедри фізичної географії та картографії
Протокол від “28” серпня 2023 року № 1

Завідувач кафедри фізичної географії та картографії



(підпис)

Юлія ПРАСУЛ
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми «Картографія, геоінформатика і кадастр»

Гарант ОПП «Картографія, геоінформатика і кадастр»



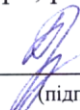
(підпис)

Наталія ПОПОВИЧ
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету геології, географії, рекреації і туризму

Протокол від “28” серпня 2023 року № 7

Заступник голови науково-методичної комісії
факультету геології, географії, рекреації і туризму



(підпис)

Юлія ПРАСУЛ
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «**Основи фотограмметрії та 3D-моделювання**» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра «Картографія, геоінформатика і кадастр» спеціальності 106. Географія.

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є вивчення фізичних (оптика) і математичних (проекційна геометрія) основ побудови фотографічного зображення (фотознімків), їх метричної обробки, способів спостереження та камеральних методів вимірювання стереопари фотознімків (фотограмметричної стереомоделі), освоєння технологій і програмно-апаратних засобів обробки цифрових аерокосмічних знімків для отримання просторової інформації про об'єкт дослідження та створення цілісної системи уявлень щодо тривимірного подання інформації про навколишнє середовище.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є:

- ознайомити студентів із сучасними засобами та методами фотографічних знімків та їх камеральної обробки;
- навчити студентів методикам вирішення базових завдань топографії, картографії, тривимірного моделювання та презентування отриманих даних;
- надати знання та сформувати практичні навички обробки цифрових матеріалів аерофотознімання із застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення та фотограмметричного тривимірного моделювання;
- ознайомити студентів із сучасними напрямками досліджень та розробками по актуальним проблемам дисципліни.
- розвинути навички застосування геоінформаційних систем на підставі знань та умінь, отриманих студентами у попередніх навчальних курсах.

1.3. Кількість кредитів – 4.

1.4. Загальна кількість годин – 120 годин.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	–
Семестр	
6-й	–
Лекції	
24 год.	–
Практичні заняття	
48 год.	–
Лабораторні заняття	
-	–
Самостійна робота	
48 год.	–
Індивідуальні завдання	
-	

1.5. Заплановані результати навчання.

Згідно до вимог освітньої програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

Сформовані компетентності:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів, технологічних та програмних засобів у польових та лабораторних умовах;
- здатність застосовувати кількісні методи при дослідженні сфер ландшафтної оболонки;
- здатність використовувати географічні інформаційні технології для вирішення практичних завдань у галузі географії.

Програмні результати навчання:

- збирати, обробляти та аналізувати інформацію в області географічних наук;
- використовувати інформаційні технології, картографічні та геоінформаційні моделі в галузі географічних наук;
- застосовувати моделі, методи фізики, хімії, геології, екології, математики, інформаційних технологій тощо при вивченні природних та суспільних процесів формування і розвитку геосфер;

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОТОГРАММЕТРІЇ

Вступ. Мета та зміст курсу.

Тема 1. Геометричні і фізичні основи фотограмметрії. Короткий історичний огляд розвитку фотограмметрії. Види і методи фотографічних знімків. Плоска прямокутна система координат знімка. Просторова система координат. Формули переходу від фотограмметричної до геодезичної системи координат. Принципова схема побудови зображення об'єкта. Принципова схема будови фотокамери та об'єктива.

Тема 2. Математичні основи фотограмметрії. Елементи внутрішнього орієнтування знімка. Кутові та лінійні елементи зовнішнього орієнтування знімка. Залежність між координатами горизонтального знімка і місцевості. Залежність між координатами нахиленого та горизонтального знімка.

Тема 3. Геометричний аналіз аерофотознімка.

Основні точки, лінії та площини знімка. Масштаб аерофотознімка в головній точці, точці нульових спотворень, точці надира. Формули розрахунку. Зміщення точок на знімку внаслідок впливу кутів нахилу, перевищення точок місцевості, кривизни земної поверхні. Дозволяюча здатність системи – об'єктив/знімок. Геометричні та хроматичні аберації, дисторсія об'єктива.

Розділ 2. СТЕРЕОФОТОГРАММЕТРІЯ.

Тема 4. Теоретичні основи стереофотограмметрії. Монокулярний та бінокулярний зір. Штучний стереоефект. Види штучного стереоефекту. Стереоскопічне спостереження знімків. Координати та паралакси точок стереопари. Залежність між координатами стереопари знімків і просторовими координатами точок місцевості. Зв'язок між повздовжніми паралаксами на горизонтальних та нахилених знімках.

Тема 5. Орієнтування стереопари знімків. Способи стереофотограмметричних вимірювань фотознімків. Елементи внутрішнього орієнтування знімків. Елементи взаємного орієнтування стереопари знімків. Рівняння взаємного орієнтування. Визначення елементів взаємного орієнтування аерофотознімків. Елементи зовнішнього орієнтування моделі. Контрольні точки. Зовнішнє орієнтування моделі.

Розділ 3. ЦИФРОВА ФОТОГРАМЕТРІЯ.

Тема 6. Загальні відомості про фізичні та математичні основи цифрової фотограмметрії. Історія питання. Поняття про цифровий знімок та піксель зображення. Піксель. Основні колірні схеми. ПЗЗ та КМОН сенсори. Кроп-фактор. Структурна схема ПЗЗ-елемента. Формування кольорового цифрового зображення в ПЗЗ матрицях.

Тема 7. Оптико-електронні сенсори. Принципова схема формування цифрового зображення в оптико-електронних знімальних системах. Структурна схема ПЗЗ-елемента. Архітектура ПЗЗ та КМОН сенсорів. Формати запису цифрових знімків.

Тема 8. Основи кореляції відеосигналів. Теоретичні основи ідентифікації точок на знімках стереопари. Аналітичні основи автоматизації вимірювання знімків. Автоматичний пошук відповідних контурів на сусідніх знімках.

Тема 9. Фототріангуляція. Загальні відомості. Ромбічна фототріангуляція. Просторова фототріангуляція. Цифрова блокова фототріангуляція. Створення по знімкам тривимірної математичної моделі.

Розділ 4. ФОТОГРАМЕТРИЧНЕ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ

Тема 10. Тривимірні моделі. ЦММ та ЦМР. Класифікація 3D поверхонь. Хмара точок. Програмне забезпечення тривимірного моделювання, аналізу та візуалізації даних.

Тема 11. Ортофототрансформування знімків. Ортофотоплан. Підготовчі роботи. Виконання ортофототрансформування в спеціалізованому ПЗ. Експорт даних.

Тема 12. Технологія LiDAR. Поняття про LiDAR та лазерне сканування місцевості. SRTM та її застосування.

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	ср		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Розділ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОТОГРАМЕТРІЇ</i>												
Тема 1	10	2	4	–	–	4	–	–	–	–	–	–
Тема 2	10	2	4	–	–	4	–	–	–	–	–	–
Тема 3	10	2	4			4						
Разом за розділом 1	30	6	12	–	–	12	–	–	–	–	–	–
<i>Розділ 2. СТЕРЕОФОТОГРАМЕТРІЯ</i>												
Тема 4	10	2	4	–	–	4	–	–	–	–	–	–
Тема 5	10	2	4	–	–	4	–	–	–	–	–	–
Разом за розділом 2	20	4	8	–	–	8	–	–	–	–	–	–
<i>Розділ 3. ЦИФРОВА ФОТОГРАМЕТРІЯ</i>												
Тема 6	10	2	4			4						
Тема 7	10	2	4	–	–	4	–	–	–	–	–	–
Тема 8	10	2	4	–	–	4	–	–	–	–	–	–
Тема 9	10	2	4			4						
Разом за розділом 3	40	8	16	–	–	16	–	–	–	–	–	–
<i>Розділ 4. ФОТОГРАМЕТРИЧНЕ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ</i>												
Тема 10	10	2	4	–	–	4	–	–	–	–	–	–
Тема 11	10	2	4	–	–	4	–	–	–	–	–	–

Тема 12	10	2	4			4						
Разом за розділом 4	30	6	12	–	–	12	–	–	–	–	–	–
Усього годин	120	24	48	–	–	48	–	–	–	–	–	–

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денне	заочне
1	Лабораторна 1. Поняття про фотознімок. Масштаб та висота фотографування ідеального аерофотознімка	2	–
2	Лабораторна 2. Розрахунок та аналіз найпростіших параметрів планового аерофотознімання	2	–
3	Лабораторна 3. Геометричний аналіз аерофотознімка. Визначення положення особливих точок та ліній на знімку	2	–
4	Залежність між координатами горизонтального знімку та місцевості	2	–
5	Залежність між координатами горизонтального та нахилоного знімків. Обчислення трансформованих координат точок знімку	2	–
6	Визначення масштабів в основних точках та на основних лініях нахилоного знімку	2	–
7	Визначення величин зміщень контурних точок на знімку	2	–
8	Лабораторна 4. ЦФС «Дельта». Модулі та принципи функціонування ПЗ Digital for Windows.	2	–
9	Створення проекту. Задання параметрів камери. Внутрішнє орієнтування знімків.	4	–
10	Взаємне орієнтування стереопари знімків.	4	–
11	Зовнішнє орієнтування моделі.	4	–
12	Лабораторна 5. Збір цифрової інформації.	4	–
13	Лабораторна 6. Блочна фототріангуляція в ПЗ Digital for Windows.	4	–
14	Лабораторна 7. Обробка матеріалів БПЛА знімання. Вирівнювання знімків. Побудова щільної хмари точок. Класифікація точок.	4	–
15	Лабораторна 8. Побудова 3D поверхонь.	4	–
16	Побудова ортофотоплану. Аналіз точності.	4	–
Разом		48	–

5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денне	заочне
1	Принципова схема побудови зображення об'єкта. Принципова схема будови фотокамери та об'єктива.	2	–
2	Визначення елементів орієнтування знімків по контрольним точкам.	4	–
3	Вплив похибок вимірювання знімка. Вплив похибок визначення елементів орієнтування знімка.	4	–

4	Монокулярний та бінокулярний зір. Способи отримання стереоскопічного зображення. Монокулярні та стереоскопічні вимірювання знімків.	4	–
5	Стереокомпаратор. Визначення елементів взаємного орієнтування знімків. Стандартна схема вимірювання.	4	–
6	Блочна фототріангуляція в ПЗ Digital for Windows. Аналіз результатів вирівнювання.	4	–
7	Геометричні та оптичні умови фотомеханічного трансформування знімків.	4	–
8	Колірні схеми. Кольорові цифрові зображення. Створення кольорового зображення в оптико-електронних сенсорах.	4	–
9	Кореляція в оптичному діапазоні. Допасування оптичної щільності (resampling).	2	–
10	Огляд сімейства цифрових камер DAS (ДНВП «Геосистема», Вінниця).	2	–
11	Цифрові фотограмметричні станції та системи.	2	–
12	Ознайомлення з найпоширенішими в Україні програмними засобами обробки цифрових фотознімків (PIX4Dmapper та ін).	2	–
13	ЦМР та ЦММ. Способи побудови. Вихідні дані, джерела їх отримання та візуалізація результатів.	6	–
14	Технологія LIDAR. Принципи функціонування та особливості застосування.	4	–
Разом		48	–

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено робочими навчальними планами.

7. Методи навчання

У викладанні дисципліни використовуються наступні методи навчання: словесні (лекції, співбесіди), наочні (ілюстрація, презентації, демонстрація послідовності виконання робіт), практичні (виконання практичних завдань фахової спрямованості).

Відповідно до концепції змішаного навчання в Каразінському університеті, лекції та практичні заняття можуть проводитись очно або в онлайн режимі із застосуванням платформ для відеоконференцій (Skype, Zoom тощо) враховуючи режим воєнного стану та інших обставин. Студентам надаються питання для самоперевірки та самоконтролю. Усі матеріали і навчально-методичний комплекс представлені у середовищі Office365. Консультації (індивідуальні та групові) можуть відбуватися дистанційно (з використанням Zoom, Skype, Telegram, електронної пошти тощо).

8. Методи контролю

Для перевірки засвоєння матеріалу курсу та виконання практичних робіт проводиться поточний контроль. До методів контролю належать: поточне експрес-опитування за тематикою лекційних та практичних занять; захист практичних робіт; участь у дискусіях під час лекційних і практичних занять; модульна контрольна робота/тестування (МКР).

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль та самостійна робота							Екзам ен	Сума
Відвідуван ня занять	Розділ 1	Розділ 2	МКР	Розділ 3	Розділ 4	Разом		
10	T1-T3	T4-T5	10	T6-T9	T10-T12	60	40	100
	10	10		10	10			

T1... T12 – теми розділів

Для допуску до складання екзаменаційної роботи з навчальної дисципліни здобувач вищої освіти, під час поточного контролю, виконання завдань практичної підготовки та самостійної роботи, повинен набрати не менше **30 балів з 60** можливих.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Практичні роботи з дисципліни оцінюються до 5 балів за кожну. При порушенні термінів здачі практичних робіт оцінка за роботу може бути знижена від 5 до 20% від максимального балу за неї.

Модульна контрольна робота оцінюється у 10 балів. Вага кожного питання вказана у бланку (формі) контрольної роботи. Модульна контрольна робота складається з тестових завдань.

Екзаменаційна робота з дисципліни оцінюється максимально у 40 балів і в залежності від безпекової ситуації може бути проведена у вигляді письмово-усного опитування або відповіді на питання тесту.

Шкала оцінювання

Для екзамену

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Для чотирирівневої шкали оцінювання
90–100	відмінно
70–89	добре
50–69	задовільно
0–49	незадовільно

10. Рекомендована література

1. Білоус В.В., Боднар С.П. Фотограмметрія. Навч. посібник. – К.: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2021 р. – 137 с. URL: <https://geo.knu.ua/biblioteka/pidruchnyky-ta-navchalni-posibnyky/>
2. Білоус В.В., Боднар С.П., Курач Т.М. Дистанційне зондування з основами фотограмметрії: навч. посібник. - К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2011. - 367 с. – 8 с. іл.
3. Бурштинська Х. В., Станкевич С. А. Аерокосмічні знімальні системи: підручник. Львів: Львівська політехніка, 2013. - 316 с.
4. Дорожинський О. Л. Фотограмметрія: підручник / О. Л. Дорожинський, Р. Тукай. - Львів: Вид-во Львівська політехніка, 2008. - 332 с.
5. Дорожинський О.Л. Аналітична та цифрова фотограмметрія. Навч. посібник. – Львів: Видавництво національного університету «Львівська політехніка», 2002. – 164 с.
6. Купріянич І.П. Фотограмметрія та дистанційне зондування: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. // І.П. Купріянич, Є.В. Бутенко. - К.: МВЦ «Медінформ», 2013. - 392 с.
7. Творошенко І. С. Конспект лекцій з дисципліни «Цифрова обробка зображень» для студентів 4 курсу денної форми навчання напряму 6.080101 – Геодезія, картографія та землеустрій / І. С. Творошенко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 75 с.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Геопортал кафедри фізичної географії та картографії. – Режим доступу: <http://geoport.al.univer.kharkov.ua>

2. Офіційний сайт ДНВП «Геосистема» (Україна). – Режим доступу: <http://vinmap.net/>
3. Офіційний сайт компанії Pix4D Solutions (Швейцарія). – Режим доступу: <https://www.pix4d.com/>
4. Офіційний сайт компанії DroneUA (Україна). – Режим доступу: <https://drone.ua/>
5. Офіційний сайт ПП АРЦ (Україна). – Режим доступу: <https://avia.org.ua/>
6. Digitals Sergey Oleynik (відеоресурс) – Режим доступу: <https://www.youtube.com/@sergeyoleynik67>
7. Курс: Фотограмметрія та дистанційне зондування. Секція| Навчальний портал НУБіП. Теоретичний навчальний матеріал – Режим доступу: <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=2017§ion=1#module-91532>