

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІННОВАТИКИ,  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ**

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Директор Навчально-наукового  
інституту інноватики,  
природокористування та  
інфраструктури  
  
Василь БРИЧ  
“ \_\_\_\_\_ ” 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ  
В.о. проректора з науково-  
педагогічної роботи  
  
Віктор ОСТРОВЕРХОВ  
“ \_\_\_\_\_ ” 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Директор Навчально-наукового  
інституту нових освітніх технологій  
  
Святослав ПИТЕЛЬ  
\_\_\_\_\_ 2023 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни

### “ФОТОГРАММЕТРІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ”

Ступінь вищої освіти – “бакалавр”

Галузь знань: 19 “Архітектура та будівництво”

Спеціальність: 193 “Геодезія та землеустрій”

Освітньо-професійна програма: “Експертна оцінка землі та  
нерухомого майна”

Кафедра економічної експертизи та землевпорядкування

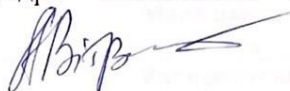
| Форма навчання | Курс | Семестр | Лекції (год.) | Лабораторні (год.) | ІРС, год. | Тренінг, КПЗ год. | Самостійна робота студ., год. | Разом, год. | Залік (семестр) | Екзамен (семестр) |
|----------------|------|---------|---------------|--------------------|-----------|-------------------|-------------------------------|-------------|-----------------|-------------------|
| Денна          | III  | 5       | 28            | 28                 | 3         | 8                 | 53                            | 120         | -               | 5                 |
| Заочна         | III  | 5       | 8             | 4                  |           |                   | 108                           | 120         | -               | 6                 |

Тернопіль – ЗУНУ, 2023

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань 19 “Архітектура та будівництво”, спеціальності: 193 “Геодезія та землеустрій”, затвердженої Вченою Радою ЗУНУ (протокол № 9 від 26.05.2021 р.).

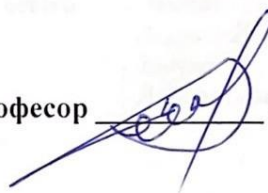
Робочу програму склав

канд. техн. наук, доцент кафедри економічної експертизи та землевпорядкування Андрій ВІТРОВИЙ



Робоча програма затверджена на засіданні кафедри економічної експертизи і землевпорядкування, протокол № 1 від 29 серпня 2023 р.

Завідувач кафедри, докт. екон. наук, професор



Борис ЯЗЛЮК

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності Геодезія та землеустрій протокол № 1 від 30 серпня 2023 р.

Голова групи забезпечення спеціальності, докт. техн. наук, професор



Ігор ПЕРОВИЧ

Гарант освітньо-професійної програми докт. техн. наук, професор



Ігор ПЕРОВИЧ

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІННОВАТИКИ,  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Навчально-наукового  
інституту інноватики,  
природокористування та  
інфраструктури

\_\_\_\_\_ Василь БРИЧ

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. проректора з науково-  
педагогічної роботи

\_\_\_\_\_ Віктор ОСТРОВЕРХОВ

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Навчально-наукового  
інституту новітніх освітніх технологій

\_\_\_\_\_ Святослав ПИТЕЛЬ

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни

### “ФОТОГРАММЕТРІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ”

Ступінь вищої освіти – “бакалавр”

Галузь знань: 19 “Архітектура та будівництво”

Спеціальність: 193 “Геодезія та землеустрій”

Освітньо-професійна програма: “Експертна оцінка землі та  
нерухомого майна”

**Кафедра економічної експертизи та землевпорядкування**

| Форма навчання | Курс | Семестр | Лекції (год.) | Лабораторні (год.) | РС, год. | Тренінг, КПЗ год. | Самостійна робота студ., год. | Разом, год. | Залік (семестр) | Екзамен (семестр) |
|----------------|------|---------|---------------|--------------------|----------|-------------------|-------------------------------|-------------|-----------------|-------------------|
| Денна          | III  | 5       | 28            | 28                 | 3        | 8                 | 53                            | 120         | -               | 5                 |
| Заочна         | III  | 5       | 8             | 4                  |          |                   | 108                           | 120         | -               | 6                 |

Тернопіль – ЗУНУ, 2023

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань 19 “Архітектура та будівництво”, спеціальності: 193 “Геодезія та землеустрій”, затвердженої Вченою Радою ЗУНУ (протокол № 9 від 26.05.2021 р.).

Робочу програму склав

канд. техн. наук, доцент кафедри економічної експертизи та землевпорядкування Андрій ВІТРОВИЙ

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри економічної експертизи і землевпорядкування, протокол № 1 від 29 серпня 2023 р.

**Завідувач кафедри, докт. екон. наук, професор \_\_\_\_\_ Борис ЯЗЛЮК**

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності Геодезія та землеустрій протокол № 1 від 30 серпня 2023 р.

**Голова групи забезпечення**

**спеціальності, докт. техн. наук, професор \_\_\_\_\_ Ігор ПЕРОВИЧ**

**Гарант освітньо-професійної програми**

**докт. техн. наук, професор \_\_\_\_\_ Ігор ПЕРОВИЧ**

**СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**“Фотограмметрія та дистанційне зондування землі”**  
*Опис дисципліни “Фотограмметрія та дистанційне зондування землі”*

| Дисципліна<br>“Фотограмметрія та<br>дистанційне зондування<br>землі”              | Галузь знань,<br>спеціальність,<br>ступінь вищої освіти   | Характеристика<br>навчальної дисципліни  |
|---|---|--|
| <b>Кількість кредитів<br/>ECTS – 4</b>  | Галузь знань<br>19 “Архітектура та<br>будівництво”  | <b>Статус дисципліни</b><br>Обов’язкова дисципліна<br>циклу професійної<br>підготовки<br><b>Мова навчання</b><br>українська            |
| <b>Кількість залікових<br/>модулів – 4</b>  | <b>Спеціальність</b><br>193 “Геодезія та землеустрій”<br><b>Освітньо-професійна<br/>програма:</b><br>Експертна оцінка землі та<br>нерухомого майна, | <b>Рік підготовки:</b><br><i>Денна – 3</i><br><i>Заочна - 3</i><br><b>Семестр:</b><br><i>Денна – 5</i><br><i>Заочна – 5,6</i>          |
| <b>Кількість змістових<br/>модулів – 4</b>  | <b>Ступінь вищої освіти –</b><br>бакалавр   | <b>Лекції:</b><br><i>Денна – 28</i><br><i>Заочна - 8</i><br><b>Лабораторні заняття:</b><br><i>Денна – 28</i><br><i>Заочна - 4</i>      |
| <b>Загальна кількість<br/>годин:</b><br><i>Денна – 120</i><br><i>Заочна – 120</i> |   | <b>Самостійна робота:</b><br><i>Денна – 53 год.</i><br><i>Заочна – 108 год.</i><br><b>Тренінг, КПЗ – 8 год.</b><br><b>ІРС – 3 год.</b> |
| <b>Тижневих годин – 8 год.,</b><br>з них аудиторних – 4 год.                      |   | <b>Вид підсумкового<br/>контролю – екзамен</b>   |

## **2. Мета і завдання дисципліни “Фотограмметрія та дистанційне зондування землі”**

### **2.1. Мета вивчення дисципліни.**

**Метою дисципліни “Фотограмметрія та дистанційне зондування землі”** є навчити студентів чітко визначати форми, розміри положення та типи об’єктів в просторі за їх фотографічними знімками, а також дешифрувати об’єкти по спектральних характеристиках растрового зображення та методами цифрової обробки зображень, а також використанню матеріалів аерофотозйомки і космічної зйомки для вирішення задач в області землеустрою і кадастру, в тому числі при інвентаризації земель та нерухомості, встановленні меж землекористування, при межуванні земель, а також при переносі проекту на місцевість.

**2.2. Завдання вивчення дисципліни:** полягає у засвоєнні теоретичних знань та набутті навиків побудови фотограмметричного зображення, його геометричних властивостей, методів фотограмметричної обробки, а також отримання навиків практичної роботи з даними дистанційного зондування, - їх аналізу і дешифрування.

### **2.3. Перелік компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни:**

– Здатність застосовувати сучасне інформаційне, технічне і технологічне забезпечення для вирішення складних питань геодезії та землеустрою;

– 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.

### **2.4. Передумови для вивчення дисципліни.**

Фізика, топографія, комп’ютерна графіка в геодезії, вища математика, геодезія.

### **2.5. Результати навчання:**

- Виконувати обстеження і вишукувальні, топографо-геодезичні, картографічні, проектні та проектно-вишукувальні роботи при виконанні професійних завдань з геодезії та землеустрою;

- Брати участь у створенні державних геодезичних мереж та спеціальних інженерно-геодезичних мереж, організовувати та виконувати топографічні та кадастрові знімання, геодезичні вимірювання, інженерно-геодезичні вишукування для проектування, будівництва та експлуатації об’єктів будівництва.

- Розробляти документацію із землеустрою, кадастрову документацію і документацію з оцінки земель із застосуванням комп’ютерних технологій, геоінформаційних систем та цифрової фотограмметрії, наповнювати даними державний земельний, містобудівний та інші кадастри.

### **3. Зміст дисципліни «Фотограмметрія та дистанційне зондування землі»**

#### ***Змістовий модуль 1. Основи фотограмметрії***

##### ***Тема 1. Загальні відомості з фотограмметрії.***

Предмет і задачі фотограмметрії її класифікація. Структура і особливості фотограмметрії та дистанційного зондування землі як навчальної дисципліни. Роль і значення фотограмметрії в управлінні територіями. Історія становлення та розвитку фотограмметрії. Сучасний стан і перспективи розвитку фотограмметрії.

Література: 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 14, 15.

##### ***Тема 2. Теоретичні основи фотограмметрії.***

Одиничний аерознімок - основні елементи центральної проєкції. Системи координат, що використовуються в фотограмметрії. Елементи внутрішнього та зовнішнього орієнтування знімка. Математичні залежності між координатами точок знімка та місцевості. Елементи орієнтування пари знімків. Аналітичне розв'язання основних фотограмметричних задач. Геометричні перетворення, що використовуються у фотограмметрії. Математичні моделі похибок фотограмметричних вимірів. Вплив кривини Землі.

Література: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 14, 15, 22.

#### ***Змістовий модуль 2. Аерофотознімання.***

##### ***Тема 3. Основні відомості про аерофотозйомку.***

Поняття та види аерофотозйомки місцевості. Аерофотознімальні системи. Визначення параметрів аерофотозйомки. Фізичні властивості аерофотознімка. Геометричні властивості аерофотознімка. Стереоефект і стереомодель.

Література: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16.

##### ***Тема 4. Технології опрацювання аерофотознімків.***

Трансформування поодинокого знімка. Спрощений спосіб опрацювання стереопари. Аналітичний спосіб опрацювання стереопари. Аналоговий спосіб опрацювання стереопари.

Література: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15.

##### ***Тема 5. Фототріангуляція.***

Призначення та загальні характеристики. Основні способи фототріангуляції. Деформація фототріангуляційної мережі. Точність фототріангуляції. Прив'язка аерофотознімків.

Література: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15.

### ***Змістовий модуль 3. Цифрова фотограмметрія.***

#### ***Тема 6. Основи цифрової фотограмметрії.***

Загальні відомості про цифрову фотограмметрію. Цифрові знімальні камери і системи. Сканування фотограмметричних зображень. Визначення плоских прямокутних координат точок цифрового зображення. Основи кореляції відеосигналів. Автоматична побудова моделі поверхні. Цифрове ортофототрансформування. Побудова цифрової моделі рельєфу. Автоматична триангуляція.

Література: 3, 4, 5, 6, 14, 15, 21.

#### ***Тема 7. Побудова цифрових моделей об'єктів.***

Поняття про цифрові моделі об'єкта. Методи збирання даних для побудови моделі об'єкта. Математичні моделі відтворення та інтерполяції цифрових моделей рельєфу.

Література: 3, 5, 6, 7, 9, 14, 15, 24.

#### ***Тема 8. Технології цифрової фотограмметрії.***

Цифрові фотограмметричні станції та основні види продукції. Технологія побудови мереж аеротриангуляції з цифрових знімків. Технології взаємного та абсолютного орієнтування моделі. Технології побудови цифрової моделі рельєфу з цифрових аерознімків. Цифрові ортофотокарти. Сумісне опрацювання даних лазерного сканування з літака та цифрових знімків. Сучасні технології у картографуванні територій.

Література: 5, 7, 8, 9, 12, 13.

### ***Змістовий модуль 4. Дистанційне зондування землі.***

#### ***Тема 9. Дані дистанційного зондування.***

Визначення поняття дистанційного зондування (ДЗ). Знімки, отримані за допомогою радарів та інфрачервоного діапазону. Визначення, які пов'язані зі супутниковою зйомкою. Структури даних дистанційного зондування. Формати ДДЗ.

Література: 4, 5, 7, 8, 9, 12, 13.

#### ***Тема 10. Підготовка до обробки даних дистанційного зондування.***

Геометричне трансформування знімків. Лінійне і нелінійне трансформування знімків. Опорні точки на знімках. Особливості передіскретизації зображення що трансформується. Оцінка середньої квадратичної похибки трансформування знімків.

Література: 3, 4, 5, 7, 8, 9, 14, 15.



**Тема 11. Дешифрування знімків.**

Класифікація дешифрування. Аналіз місцевості по растровому знімку за допомогою цифрових моделей рельєфу. Задачі, що розв'язуються в процесі розпізнавання даних ДЗ. Навчання по зразках. Оцінювання якості навчальних вибірок. Вирішальні правила розпізнавання. Метод головних компонент. Використання вегетаційних індексів у ДЗ.

Література: 3, 4, 5, 7, 8, 9, 14, 15.

**Тема 12. Використання дистанційних методів зондування при обстеженні та картографуванні земель.**

Методи отримання необхідної інформації при веденні моніторингу земель. Короткі відомості про технологію вибору спектральних зон зйомки при дистанційному зондуванні. Поняття про земельне картографування з використанням аеро- і космічних знімків.

Література: 3, 4, 5, 7, 8, 9, 14, 15.

**4. Структура залікового кредиту  
з дисципліни «Фотограмметрія та дистанційне зондування землі»  
(денна форма навчання)**

**(денна форма навчання)**

|   | <i>Кількість годин</i> |                      |                    |                       |               |                      |
|---|------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|---------------|----------------------|
|   | Лекції                 | Лабора-торні заняття | Само-стійна робота | Індиві-дуальна робота | Тре-нінг, КПЗ | Конт-рольні заходи   |
| <b>Змістовий модуль 1. Основи фотограмметрії</b>  |                        |                      |                    |                       |               |                      |
| Тема 1. Загальні відомості з фотограмметрії.  | 2                      | 2                    | 3                  | -                     | 2             | Пото-чне опиту-вання |
| Тема 2. Теоретичні основи фотограмметрії.   | 2                      | 2                    | 4                  | -                     |               |                      |
| <b>Змістовий модуль 2. Аерофотознімання.</b>  |                        |                      |                    |                       |               |                      |
| Тема 3. Основні відомості про аерофотозйомку.   | 2                      | 2                    | 4                  | -                     | 2             | Пото-чне опиту-вання |
| Тема 4. Технології опрацювання аерофотознімків.   | 4                      | 4                    | 4                  | 1                     |               |                      |
| Тема 5. Фототріангуляція.   | 4                      | 4                    | 4                  | 1                     |               |                      |
| <b>Змістовий модуль 3. Цифрова фотограмметрія.</b>  |                        |                      |                    |                       |               |                      |
| Тема 6. Основи цифрової фотограмметрії.   | 2                      | 2                    | 4                  | -                     | 2             | Пото-чне опиту-вання |
| Тема 7. Побудова цифрових моделей об'єктів.   | 2                      | 2                    | 4                  | 1                     |               |                      |
| Тема 8. Технології цифрової фотограмметрії.   | 2                      | 2                    | 6                  | -                     |               |                      |
| <b>Змістовий модуль 4. Дистанційне зондування землі.</b>  |                        |                      |                    |                       |               |                      |
| Тема 9. Дані дистанційного зондування.  | 2                      | 2                    | 6                  | -                     | 2             | Пото-чне опиту-вання |
| Тема 10. Підготовка до обробки даних дистанційного зондування.                                  | 2                      | 2                    | 6                  | -                     |               |                      |
| Тема 11. Дешифрування знімків   | 2                      | 2                    | 4                  | -                     |               |                      |
| Тема 12. Використання дистанційних методів зондування при обстеженні та картографуванні земель. | 2                      | 2                    | 4                  | -                     |               |                      |
| Разом   | 28                     | 28                   | 53                 | 3                     | 8             | -                    |

(заочна форма навчання)

|   | <i>Кількість годин</i> |                             |                        |                              |
|---|------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------------|
|   | Лекції                 | Лабо-<br>раторні<br>заняття | Самостій-<br>на робота | Індиві-<br>дуальна<br>робота |
| <b>Змістовий модуль 1. Основи фотограмметрії</b>  |                        |                             |                        |                              |
| Тема 1. Загальні відомості з фотограмметрії.  | 0,5                    | -                           | 8                      | -                            |
| Тема 2. Теоретичні основи фотограмметрії.   | 0,5                    | -                           | 8                      | -                            |
| <b>Змістовий модуль 2. Аерофотознімання.</b>  |                        |                             |                        |                              |
| Тема 3. Основні відомості про аерофотозйомку.   | 0,5                    | -                           | 8                      | -                            |
| Тема 4. Технології опрацювання аерофотознімків.   | 0,5                    | 0,5                         | 8                      | -                            |
| Тема 5. Фототріангуляція.   | 0,5                    | 0,5                         | 8                      | -                            |
| <b>Змістовий модуль 3. Цифрова фотограмметрія.</b>  |                        |                             |                        |                              |
| Тема 6. Основи цифрової фотограмметрії.   | 0,5                    | -                           | 8                      | -                            |
| Тема 7. Побудова цифрових моделей об'єктів.   | 0,5                    | 0,5                         | 10                     | -                            |
| Тема 8. Технології цифрової фотограмметрії.   | 0,5                    | 0,5                         | 10                     | -                            |
| <b>Змістовий модуль 4. Дистанційне зондування землі.</b>  |                        |                             |                        |                              |
| Тема 9. Дані дистанційного зондування.  | 1,0                    | 0,5                         | 10                     | -                            |
| Тема 10. Підготовка до обробки даних дистанційного зондування.                                  | 1,0                    | 0,5                         | 10                     | -                            |
| Тема 11. Дешифрування знімків   | 1,0                    | 0,5                         | 10                     | -                            |
| Тема 12. Використання дистанційних методів зондування при обстеженні та картографуванні земель. | 1,0                    | 0,5                         | 10                     | -                            |
| Разом   | 8                      | 4                           | 108                    | -                            |

## **5. Тематика лабораторних завдань**

### **Лабораторне заняття №1**

**Тема:** Загальні відомості з фотограмметрії.

**Мета:** зрозуміти суть та основні завдання фотограмметрії.

#### **Питання для обговорення:**

1. Предмет і задачі фотограмметрії її класифікація;
2. Структура і особливості фотограмметрії та дистанційного зондування землі як навчальної дисципліни;
3. Роль і значення фотограмметрії в управлінні територіями;
4. Історія становлення та розвитку фотограмметрії;
5. Сучасний стан і перспективи розвитку фотограмметрії.

Література: 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 14, 15.

## **Лабораторне заняття №2**

**Тема: Визначення координат точок об'єкта (місцевості) при відомих елементах зовнішнього орієнтування поодинокого кадрового аерофотознімка.**

**Мета:** поглиблення і закріплення теоретичних знань з курсу за темою: «Метричні властивості та використання поодинокого аерофотознімка» та набуття практичних навиків з визначення координат точок об'єкта при розв'язанні прямої фотограмметричної засічки та через трансформовані координати.

**Питання для обговорення:**

1. Елементи внутрішнього орієнтування знімка;
2. Напрямні косинуси;
3. Формули аналітичного трансформування.

Література: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 14, 15, 22.

## **Лабораторне заняття №3**

**Тема: Аерофотозйомка.**

**Мета:** поглиблення і закріплення теоретичних знань з аерофотознімання.

**Питання для обговорення:**

1. Види аерофотозйомки місцевості;
2. Визначення параметрів аерофотозйомки;
3. Фізичні властивості аерофотознімка;
4. Геометричні властивості аерофотознімка.

Література: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16.

## **Лабораторне заняття №4**

**Тема: Визначення координат точок місцевості за стереопарою знімків при відомих елементах зовнішнього орієнтування.**

**Мета:** поглиблення і закріплення теоретичних знань з розділу «Побудова моделі місцевості за парою знімків» та набуття практичних навиків з визначення координат точок місцевості при розв'язанні прямої фотограмметричної засічки.

**Питання для обговорення:**

1. Елементи внутрішнього орієнтування аерознімків;
2. Елементи зовнішнього орієнтування пари знімків;
3. Пряма фотограмметрична засічка;
4. Схема стереокомпаратора.

Література: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15.

## **Лабораторне заняття №5**

**Тема: Фототріангуляція.**

**Мета:** закріпити теоретичні знання з фототріангуляції.

**Питання для обговорення:**

1. Основні способи фототріангуляції;
2. Деформація фототріангуляційної мережі;
3. Точність фототріангуляції;
4. Прив'язка аерофотознімків.

Література: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15.

## **Лабораторне заняття №6**

**Тема: Цифрова фотограмметрія.**

**Мета:** закріпити теоретичні знання з цифрової фотограмметрії.

**Питання для обговорення:**

1. Поняття про цифровий знімок;
2. Цифрові знімальні камери і системи;
3. Сканування фотограмметричних зображень;
4. Побудова цифрової моделі рельєфу.

Література: 3, 4, 5, 6, 14, 15, 21.

## **Лабораторне заняття №7**

**Тема: Побудова цифрових моделей об'єктів.**

**Мета:** навчитися будувати цифрові моделі об'єктів за допомогою спеціального програмного забезпечення.

**Питання для обговорення:**

1. Методи збирання даних для побудови моделі об'єкта;
2. Математичні моделі відтворення та інтерполяції цифрових моделей рельєфу;
3. Програмне забезпечення для задач аналітичної фотограмметрії.

Література: 3, 5, 6, 7, 9, 14, 15, 24.

## **Лабораторне заняття №8**

**Тема: Технології цифрової фотограмметрії.**

**Мета:** навчитися застосовувати технології цифрової фотограмметрії на практиці.

**Питання для обговорення:**

1. Цифрові фотограмметричні станції;
  2. Технологія побудови мереж аеротріангуляції з цифрових знімків;
  3. Технології побудови цифрової моделі рельєфу з цифрових аерознімків.
- Література: 5, 7, 8, 9, 12, 13.

### **Лабораторне заняття №9**

**Тема:** Дистанційне зондування землі.

**Мета:** вивчити основи дистанційного зондування землі.

**Питання для обговорення:**

1. Поняття дистанційного зондування;
2. Знімки, отримані за допомогою радарів та інфрачервоного діапазону;
3. Структури даних дистанційного зондування;
4. Формати ДДЗ.

Література: 4, 5, 7, 8, 9, 12, 13.

### **Лабораторне заняття №10**

**Тема:** Обробка даних дистанційного зондування землі.

**Мета:** навчитись працювати з даними дистанційного зондування землі.

**Питання для обговорення:**

1. Геометричне трансформування знімків;
2. Лінійне і нелінійне трансформування знімків;
3. Опорні точки на знімках;
4. Оцінка середньої квадратичної похибки трансформування знімків.

Література: 3, 4, 5, 7, 8, 9, 14, 15.

### **Лабораторне заняття №11**

**Тема:** Дешифрування знімків.

**Мета:** навчитись дешифрувати цифрові знімки.

**Питання для обговорення:**

1. Аналіз місцевості по растровому знімку за допомогою цифрових моделей рельєфу;
2. Навчання по зразках;
3. Оцінювання якості навчальних вибірок;
4. Вирішальні правила розпізнавання;
5. Метод головних компонент;
6. Використання вегетаційних індексів у ДЗ.

Література: 3, 4, 5, 7, 8, 9, 14, 15.

### **Лабораторне заняття №12**

**Тема:** Використання дистанційних методів зондування при обстеженні та картографуванні.

**Мета:** навчитись використовувати дистанційні методи зондування землі.

**Питання для обговорення:**

1. Методи отримання необхідної інформації при веденні моніторингу земель;
2. Короткі відомості про технологію вибору спектральних зон зйомки при дистанційному зондуванні;
3. Поняття про земельне картографування з використанням аеро- і космічних знімків.

Література: 3, 4, 5, 7, 8, 9, 14, 15.

## **6. Тренінг з дисципліни та комплексне практичне індивідуальне завдання**

**Тренінг** (англ. *training*) — це запланований процес модифікації (зміни) відношення, знання чи поведінкових навичок того, хто навчається, через набуття навчального досвіду з тим, щоб досягти ефективного виконання в одному виді діяльності або в певній галузі. Тренування (від англ. *to train* — виховувати, навчати) — комплекс вправ для тренування в чому-небудь. Тренування — система підготовки організму людини з метою пристосування його до підвищених вимог і складних умов роботи й життя.

### Порядок проведення тренінгу

1. **Вступна частина** проводиться з метою ознайомлення студентів з темою тренінгового заняття.
2. **Організаційна частина** полягає у створенні робочого настрою у колективі студентів, визначенні правил проведення тренінгового заняття. Можлива наявність роздаткового матеріалу у вигляді таблиць, бланків документів.
3. **Практична частина** реалізовується шляхом виконання завдань у групах студентів з певних проблемних питань теми тренінгового заняття.
4. **Підведення підсумків.** Обговорюється результати виконаних завдань у групах. Обмін думками з питань, які виносились на тренінгові заняття.

**Комплексне практичне індивідуальне завдання** з навчальної дисципліни “Фотограмметрія та дистанційне зондування землі” виконується самостійно кожним студентом на основі даних власних досліджень проведених студентами та з використанням додаткових табличних даних. Метою виконання КПЗ є оволодіння методикою створення ортофотопланів. КПЗ оформляється у відповідності із встановленими вимогами. Цю роботу студенти виконують протягом 2-х тижнів під час проведення тренінгів. Вони проводять обльоти на землях НДВГ «Наука». Також розв’язують типові задачі, з фотограмметрії та дистанційного зондування землі згідно свого варіанту. Розв’язування таких задач допомагає оволодіти практичними навичками вирішення складних ситуаційних вправ у професійній діяльності. Також під час даного тренінгу студент повинен підготувати презентацію на обрану ним або рекомендовані теми.

Презентація, доповідь має бути стислою, лаконічною та мати завершеність викладу інформації на слайдах у супроводі із доповіддю. Максимальна кількість слайдів для презентації актуальних ситуацій складає 12-15 слайдів.

В процесі виконання та оформлення КПЗ студент може використовувати комп’ютерно-інформаційну технологію. Отримані студентом навички будуть застосовуватися ним у процесі виконання курсових робіт, а також при подальшому дипломному проектуванні.

## 7. Самостійна робота

| № п/п | Тематика  |
|-------|---|
| 1.    | Поняття про фотограмметрію та дистанційне зондування.   |
| 2.    | Зміни геометрії зображень і помилки розрахунків при порушенні законів лінійної перспективи.   |
| 3.    | Елементи аерознімки як центральної проєкції.  |
| 4.    | Технологія трансформування фотомеханічним способом. Особливості фототрансформаторів 1-го і 2-го родів. Оптичні і геометричні умови.   |
| 5.    | Методика отримання стереомоделей і проведення вимірювань паралактичним методом за допомогою стереоскопічних приладів.   |
| 6.    | Методика опрацювання зображень на цифрових фотограмметричних станціях; цифрове ортотрансформування аерокосмічних зображень.   |
| 7.    | Фізика формування інформативного сигналу при зондуванні акваторій, фітоценозів, ґрунтів, атмосфери: оптичний діапазон; інфрачервоний діапазон; надвисокочастотний діапазон. |
| 8.    | Аналіз сучасних можливостей отримання матеріалів космічних зйомок з глобальної мережі.  |
| 9.    | Кількісна оцінка показників якості поверхневих вод за даними космічних зйомок.  |
| 10.   | Виконання розрахункової роботи «Визначення елементів зовнішнього та внутрішнього орієнтування аерознімки по опорних точках»   |

## 8. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У навчальному процесі використовуються: лекції, практичні та індивідуальні заняття, групова робота, реферування, а також методи опитування, тестування, ділові ігри тощо.

У процесі вивчення дисципліни «Фотограмметрія та дистанційне зондування землі» використовуються наступні методи оцінювання навчальної роботи студентів:

- поточне тестування та опитування;
- залікове модульне тестування та опитування;
- оцінювання виконання КПЗ;
- ректорська контрольна робота;
- підсумковий екзамен;
- інше.

## 9. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів і перескладання: Для виконання індивідуальних завдань і проведення контрольних заходів встановлюються конкретні терміни. Перескладання модулів відбувається з дозволу дирекції інституту за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Політика щодо академічної доброчесності: використання друкованих і електронних джерел інформації під час контрольних заходів та екзаменів заборонено.



Політика щодо відвідування: відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. За об'єктивних причин (наприклад, карантин, воєнний стан, хвороба, закордонне стажування) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу та дозволу дирекції інституту.

## 10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

В процесі вивчення дисципліни “Фотограмметрія та дистанційне зондування землі” використовуються наступні методи оцінювання навчальної роботи студента: тестування та опитування; залікове модульне тестування та опитування; оцінювання виконання КПЗ; ректорська контрольна робота, екзамен.

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни “Фотограмметрія та дистанційне зондування землі” визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

### В 5-му семестрі

| Заліковий модуль 1  | Заліковий модуль 2  | Заліковий модуль 3 (підсумкова оцінка за КПЗ)  | Заліковий модуль 4 (письмовий екзамен)   | Разом |
|---|---|--|--|-------|
| 20 %  | 20 %  | 20 %   | 40 %   | 100 % |
| 1. Захист звітів з лабораторних занять (5 тем по 10 балів макс. 50 балів).<br>2. Письмова робота макс. 50 балів | 1. Захист звітів з лабораторних занять (7 тем по 10 балів макс. 70 балів).<br>2. Тестові завдання (30 тестів по 1 балу за тест – макс. 30 балів). | 1. Написання та захист КПЗ макс. 80 балів.<br>2. Виконання завдань під час тренінгу макс. 20 балів | Тестові завдання (20 тестів по 3 бали за тест – макс. 60 балів).<br>Завдання 1 макс. 20 балів)<br>Завдання 2 макс. 20 балів) |       |

### Шкала оцінювання:

| За шкалою ЗУНУ | За національною шкалою | За шкалою ECTS                                      |
|----------------|------------------------|---|
| 90–100         | відмінно               | A (відмінно)  |
| 85–89          | добре                  | B (дуже добре)                                      |
| 75–84          |                        | C (добре)   |
| 65–74          | задовільно             | D (задовільно)                                      |
| 60–64          |                        | E (достатньо)                                       |
| 35–59          | незадовільно           | FX (незадовільно з можливістю повторного складання) |
| 1–34           |                        | F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)    |

### 11. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

| №   | Найменування   | Номер теми |
|-----|--|------------|
| 1.  | Мультимедійний проектор  | 1-12       |
| 2.  | Проекційний екран  | 1-12       |
| 3.  | Комунікаційне програмне забезпечення (Internet Explorer, Opera, Google Chrome, Firefox)              | 1-12       |
| 4.  | Наявність доступу до мережі Інтернет   | 1-12       |
| 5.  | Персональні комп'ютери   | 1-12       |
| 6.  | Комунікаційне програмне забезпечення (Zoom) для проведення занять у режимі он-лайн (за необхідності) | 1-12       |
| 7.  | Комунікаційна навчальна платформа (Moodle) для організації дистанційного навчання (за необхідності)  | 1-12       |
| 8.  | Програмне забезпечення: ОС Windows   | 1-12       |
| 9.  | Інструменти Microsoft Office (Word; Excel; PowerPoint і т.і.)  | 1-12       |
| 10. | Програмне забезпечення: Digitals   | 1-8        |
| 11. | Плоттер Epson Sure Color SC – T3200 24”  | 3, 4       |

### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Атаманенко Ю. Ю. Оцінка точності визначення відстаней за результатами опрацювання аерофотознімків з БПЛА. Інженерна геодезія. 2017. Вип. 64. С. 89–99.

2. Бабушка А. В., Бурштинська Х. В. Авіаційне лазерне сканування: навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2019. 116 с.

3. Баран П. І., Марущак М. П. Топографія та інженерна геодезія : підручник. Київ : Знання України, 2015. 463 с.

4. Боднар О. І., Фінін Г. С., Унгурян П. Я., Шевченко Р. Ю., Дистанційні методи моніторингу довкілля: навч. посібн. Херсон: Олді+, 2019. 298 с.
5. Білоус В.В., Боднар С.П. та ін. 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. — К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2011. — 367 с.
6. Бурштинська Х.В., Станкевич С.А. Аерокосмічні знімальні системи. Львів, Видавництво Львівської політехніки, 2010. – 292 с.
7. Веб-джерело <http://digitals.at.ua/news/2020-10>.
8. Гриб О. М. Геодезія та картографія Конспект лекцій. – Одеса: Одеський державний екологічний університет (ОДЕКУ), 2017. – 102с.
9. Дорожинський О. Фотограмметрія та дистанційне зондування: актуальний стан і тенденції вдосконалення / О. Дорожинський // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва : збірник наукових праць Західного геодезичного товариства УТГК / Західне геодезичне товариство Українського товариства геодезії і картографії, Національний університет "Львівська політехніка" ; головний редактор І. С. Тревого. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. – Випуск 2 (22). – С. 34-39.
10. Дорожинський О. Л. Фотограмметрія та дистанційне зондування. Книга 1 Підручник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. 176 с.
11. Дудун Т. В. та ін. Картографічне креслення та комп'ютерний дизайн Навчальний посібник — К. : електронне видання, 2011. — 146 с.
12. Картографія. Терміни та визначення / Київ, Держстандарт України. – ДСТУ 2757-94. – 1994. – 95 с.
13. Купріянич І. П. К92 Фотограмметрія та дистанційне зондування: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. // І.П. Купріянич, Є.В. Бутенко. К.: МВЦ «Медінформ», 2013. 392 с.
14. Методичні вказівки для виконання практичних та самостійної робіт з навчальної дисципліни «Цифрова обробка зображень» (для студентів 4 курсу денної форми навчання напряму 6.080101 – Геодезія, картографія та землеустрій) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. І. С. Творошенко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 55 с.
15. Чабанюк В. Реляційна картографія: Теорія та практика. монографія Київ: Інститут географії НАН України, 2018. — 525 с.
16. Шевченко Р. Ю. Картографія: Електронний підручник / Шевченко Роман Юрійович. — К.: ЦНМВ «Кий», 2015. — 230 с.
17. Шаульський Д. В. Конспект лекцій з дисципліни Топографія Конспект лекцій.– Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. –62 с.
18. Intergovernmental committee on surveying and mapping, Australian vertical working surface ( AVWS ), Intergov. Comm. Surv. Mapp. (2019). [https://icsm.gov.au/sites/default/files/2019-12/AVWS\\_Technical\\_Implementation\\_Plan\\_V1.0.pdf](https://icsm.gov.au/sites/default/files/2019-12/AVWS_Technical_Implementation_Plan_V1.0.pdf).
19. D. Arana, P.O. Camargo, G.N. Guimarães, Hybrid geoid model: theory and application in Brazil, An. Acad. Bras. Cienc. 89 (2017) 1943e1959, <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720160802>.

20.T. Fecher, R. Pail, T. Gruber, GOCO05c: a new combined gravity field model based on full normal equations and regionally varying weighting, *Surv. Geophys.* 38 (2017) 571e590, <https://doi.org/10.1007/s10712-016-9406-y>.

21.W. Liang, SGG-UGM-1: The High Resolution Gravity Field Model Based on the EGM2008 Derived Gravity Anomalies and the SGG and SST Data of GOCE Satellite, *GFZ Data Serv.*, 2018, <https://doi.org/10.11947/j.AGCS.2018.20170269>.

22.G. Blewitt, GPS and space-based geodetic methods, in: T. Herring (Ed.), *Treatise on Geophysics*, vol. 3, Academic, Oxford, U. K, 2015, pp. 351e390.

23.X. Fang, Weighted total least-squares with constraints: a universal formula for geodetic symmetrical transformations, *J. Geodes.* 89 (5) (2015) 459e469.

24.Z. Liu, L. Yang, An improved method for spatial rectangular coordinate transformation with big rotation angle, *Journal of Geodesy and Geodynamics* 36 (7) (2016) 586e590 (in Chinese).

25.N. Wijaya, Land use change detection with Landsat images and geographic information systems: case study in the Metropolitan area of Bandung, Indonesia, *Geoplanning J. Geomatics Plan* 2 (2) (2015) 82e92, <https://doi.org/10.14710/geoplanning.2.2.82-92>.