

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту
Будівельний факультет
Кафедра: Вишукувань та проектування шляхів сполучення, геодезії та
землеустрою

РОБОЧА ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Аерокосмічні знімальні системи

Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво

Код та назва спеціальності: G18 - Геодезія та землеустрій

Рівень освіти: другий (магістерський)

Форма здобуття освіти: ☒ денна ☒ заочна

Семестр: 1

Кількість кредитів ЄКТС: 3

Форма підсумкового контролю: ☒ залік ☐ екзамен

Розробник програми: Орел Є. Ф., к.т.н., доцент кафедри вишукувань та
проектування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою

Харків, 2025 рік

ОПИС ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво

Обов'язкова / Вибіркова

Курс: 1 / Семестр: 1

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧІВ

ПІБ викладача: Орел Євген Федорович

Контактна інформація: 050-910-18-86

email: orel@kart.edu.ua.

Час консультацій: вівторок 15.00-16.30

Форми зв'язку: Zoom:

<https://us05web.zoom.us/j/97038878082?pwd=TG93dThMSVpGNUFockVxbEYraVJSdz09>

Ідентификатор конференції: 970 3887 8082, Код доступу: LVdGh5

Moodle: <https://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=8684>

МЕТА І ЗАВДАННЯ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Мета освітньої компоненти: формування у здобувачів поглиблених теоретичних знань та вищих професійних компетентностей щодо методології системного аналізу, моделювання та інтеграції аерокосмічних знімальних систем у геодезичне виробництво та землеустрій; набуття здатності самостійно розробляти, обґрунтовувати та керувати науково-технічними проектами у сфері дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), експертно оцінювати точність фотограмметричних даних надвисокої роздільної здатності для вирішення стратегічних завдань геопросторового моделювання, геодезичного моніторингу та сталого землекористування.

Завдання освітньої компоненти: є теоретична та практична підготовка фахівців до самостійного вирішення складних науково-виробничих задач у сфері збирання, обробки та аналізу геопросторових даних, отриманих за допомогою сучасних аерокосмічних сенсорів.

КОМПЕТЕНТНОСТІ І РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати задачі прикладного, дослідницького та/або інноваційного характеру в сфері геодезії та землеустрою.

Загальні компетентності:

ЗК01. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК02. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК03. Здатність розробляти проекти та управляти ними.

ЗК04. Здатність генерувати нові ідеї (креативність). Здатність до гнучкого способу мислення, який дає можливість зрозуміти і розв'язати проблеми та задачі, зберігаючи при цьому критичне відношення до усталених наукових

концепцій.

ЗК05. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК06. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

Фахові компетентності:

СК01. Здатність планувати і виконувати теоретичні та/або прикладні дослідження, створювати нові знання і технології у сфері геодезії та землеустрою.

СК02. Здатність критично осмислювати сучасні проблеми і перспективні напрями розвитку геодезії та землеустрою та суміжних галузей знань.

СК03. Здатність ефективно застосовувати теорії, принципи та технології математики, природничих, технічних, соціальних, економічних наук при розв'язанні комплексних задач геодезії та землеустрою.

СК04. Здатність здійснювати пошук необхідної інформації, обирати і застосовувати сучасні методи обробки, аналізу, оцінювання та оприлюднення даних, зокрема геопросторових, та метаданих при розв'язанні комплексних задач геодезії та землеустрою. Уміння ідентифікувати, класифікувати та описувати цифрові моделі шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання.

СК05. Здатність обґрунтовувати і оцінювати методи обстежень, вишукувань, випробувань, діагностики, моніторингу об'єктів геодезії та землеустрою. Знання наукових понять, теорій і методів, необхідних для розуміння принципів роботи та функціонального призначення сучасних геодезичних, фотограмметричних приладів, навігаційних систем та їх устаткування. Знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення та правил експлуатації геодезичного, фотограмметричного, навігаційного устаткування та обладнання.

СК06. Здатність розробляти і реалізовувати проекти у сфері геодезії та землеустрою, а також дотичних до неї міждисциплінарних напрямів із урахуванням технічних, економічних, соціальних, правових та екологічних аспектів.

СК07. Здатність організовувати діяльність та ефективно керувати складними та/або непередбачуваними робочими процесами у сфері геодезії та землеустрою.

Програмні результати навчання (ПРН):

РН01. Мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері геодезії та землеустрою, достатні для проведення досліджень і здійснення інновацій.

РН04. Будувати і досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів і процесів, застосовувати їх для створення інновацій у сфері геодезії та землеустрою.

РН05. Створювати та розвивати інфраструктури геопросторових даних, опрацьовувати та оприлюднювати геопросторові дані та метадані, що стосуються геодезії та землеустрою.

РН11. Виконувати комплексний аналіз і оцінювання стану об'єктів геодезії та землеустрою і оцінювати наслідки від запровадження практичних заходів.

РН13. Виконувати обстеження, випробування, діагностику, моніторинг об'єктів геодезії та землеустрою, розробляти заходи з охорони земель та оцінювати їх наслідки.

ПЕРЕДУМОВИ (ПРЕРЕКВІЗИТИ)

Перелік дисциплін чи курсів, необхідних для засвоєння:

вища математика, інженерної графіка, геодезія, ГІС і бази даних, картографія, топографія, вища геодезія, дистанційне зондування землі, обчислювальна техніка і програмування.

ПІСЛЯУМОВИ (ПОСТРЕКВІЗИТИ)

Дисципліни, для яких знання з цієї дисципліни є базовими:

протиерозійна організація територій та формування агроландшафтів.

ВІДПОВІДНІСТЬ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ ГЛОБАЛЬНИМ ЦІЛЯМ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ДО 2030 РОКУ

Освітня компонента сприяє досягненню таких Цілей сталого розвитку, визначених резолюцією ООН №70/1 та Указом Президента України №722/2019, як: 1, 2, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 17.

Опис реалізації:

Практична реалізація освітнього компонента «Аерокосмічні знімальні системи» є важливим інструментом для виконання Указу Президента України № 722/2019 та Резолюції ООН № 70/1.

Ціль 1: Подолання бідності. Дисципліна вивчає принципи роботи оптико-електронних та радарних знімальних систем, які забезпечують оперативне отримання знімків для раннього виявлення стихійних лих. Отримані високоточні зображення дозволяють урядам швидко оцінювати масштаби руйнувань житла та інфраструктурних об'єктів, забезпечуючи адресну допомогу постраждалим громадам. Своєчасний космічний моніторинг мінімізує фінансові та економічні втрати незахищених верств населення, надійно захищаючи їхні засоби до існування від руйнівних наслідків катастроф.

Ціль 2: Подолання голоду. У межах курсу студенти опановують мультиспектральні та гіперспектральні знімальні системи, які є базовим інструментом для оцінки стану посівів та прогнозування врожайності. Спеціалізована знімальна апаратура дозволяє аграріям оперативно обчислювати вегетаційні індекси, фіксувати дефіцит вологи, хвороби рослин та ерозію ґрунтів на ранніх стадіях. Точний аналіз аерокосмічних знімків оптимізує процеси внесення добрив та використання земельних угідь, що безпосередньо підвищує продовольчу безпеку та загальну ефективність сільського господарства.

Ціль 8: Гідна праця та економічне зростання. Вивчення сучасних технологій аерокосмічного знімання готує затребуваних і висококваліфікованих фахівців для інноваційних секторів економіки, ГІС-індустрії та ІТ-компаній. Освоєння складних процесів калібрування знімальних систем та цифрової обробки зображень відкриває випускникам

доступ до престижних і високооплачуваних інженерних та аналітичних посад. Розвиток та впровадження вітчизняних систем дистанційного зондування стимулює наукомістке виробництво та прискорює загальне економічне зростання країни.

Ціль 10: Скорочення нерівності. Аерокосмічні знімальні системи забезпечують абсолютно об'єктивний та однорідний збір просторових даних для всієї території країни, незалежно від географічної доступності регіонів. Отримані знімки високої роздільної здатності допомагають виявляти диспропорції у розвитку міської та сільської інфраструктури для прийняття справедливих управлінських рішень. Це дозволяє ефективно долати інформаційний розрив та забезпечувати рівний доступ різних громад до якісного просторового планування та державних ресурсів.

Ціль 11: Сталий розвиток міст та громад. Матеріали аерофотознімання та космічного сканування є незамінною інформаційною основою для створення цифрових моделей міст, оновлення генпланів та моніторингу забудови. Сучасні знімальні системи дозволяють відстежувати динаміку розростання міських агломерацій, оцінювати щільність транспортних потоків та виявляти теплові аномалії в житлових масивах. Такий інструментарій допомагає муніципалітетам проектувати безпечні, життєстійкі, екологічно чисті та максимально комфортні умови для життя сучасного міського населення.

Ціль 12: Відповідальне споживання та виробництво. Дисципліна розкриває високий потенціал використання космічних знімків для незалежного контролю кар'єрних розробок, моніторингу відвалів та виявлення несанкціонованих сміттєзвалищ. Студенти вчаться аналізувати спектральні характеристики матеріалів, що дозволяє об'єктивно оцінювати ефективність використання природних ресурсів у промисловості. Окрім цього, точне планування польотних завдань для знімальних систем суттєво оптимізує енергетичні та технічні витрати під час виконання аерокосмічних місій.

Ціль 13: Пом'якшення наслідків зміни клімату. Аерокосмічна знімальна апаратура є ключовим інструментом глобального моніторингу кліматичних індикаторів, таких як танення льодовиків чи площа лісових пожеж. Спеціалізовані теплові та радіолокаційні камери фіксують концентрацію парникових газів в атмосфері та динаміку підвищення рівня Світового океану. Часові серії знімків дають змогу науковцям будувати точні прогностичні моделі кліматичних змін та розробляти ефективні стратегії адаптації для держав.

Ціль 15: Збереження екосистем суші. Аерокосмічні знімки дозволяють здійснювати безперервний екологічний моніторинг лісових масивів, заповідних зон, процесів опустелювання та деградації земель. Знімальні системи фіксують факти незаконного вирубування лісів, браконьєрства, руйнування природних біомів та зміни цільового призначення захисних земельних угідь. На основі отриманих фотограмметричних даних екологи розробляють точні карти для відновлення біорізноманіття та рекультивації пошкоджених ландшафтів.

Ціль 17: Партнерство заради сталого розвитку. Проектування, запуск та експлуатація аерокосмічних знімальних систем вимагають широкої

міжнародної кооперації, використання єдиних стандартів геоданих та обміну знімками. Курс передбачає вивчення світового досвіду інтеграції супутникових угруповань (наприклад, програм Copernicus чи Landsat) та сумісної обробки великих масивів інформації. Підготовка таких спеціалістів зміцнює глобальне науково-технічне партнерство для спільного вирішення планетарних екологічних та гуманітарних викликів.

ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Частина 1. Авіаційні та БПЛА знімальні системи.

Тема 1. Фізичні та геометричні основи аерофотознімання. Елементи внутрішнього та зовнішнього орієнтування аеропрецизійного знімка.

Тема 2. Класифікація та технічні характеристики сучасних аерофотокамер і сканерів.

Тема 3. Безпілотні літальні апарати (БПЛА) як сучасні носії знімальних систем у геодезії. Класифікація дронів.

Тема 4. Проектування аерофотознімальних робіт: розрахунок поздовжнього/поперечного перекриття, висоти польоту та просторової роздільної здатності (GSD).

Тема 5. Планово-висотна підготовка аерознімків: проектування та координування наземних розпізнавальних знаків (GCP точки).

Частина 2. Супутникові знімальні системи

Тема 6. Класифікація космічних знімальних систем за призначенням, геометрією та просторовою роздільною здатністю.

Тема 7. Оптико-електронні космічні системи надвисокої роздільної здатності (WorldView, Pleiades) для великомасштабного картування.

Тема 8. Мультиспектральні та гіперспектральні космічні системи (Sentinel-2, Landsat) у геодезичному моніторингу земель.

Тема 9. Радіолокаційні космічні системи (SAR). Особливості всепогодного активного зондування Землі.

Тема 10. Космічні та повітряні лідарні системи (LiDAR). Лазерне сканування для побудови точних цифрових моделей.

Частина 3. Геодезична обробка, дешифрування та ГІС

Тема 11. Інтеграція бортових GNSS/RTK та інерціальних (IMU) систем для прямого геокодування аерокосмічних знімків.

Тема 12. Цифрова фотограмметрична обробка даних: алгоритми автоматичної зшивки (SfM), побудова щільних хмар точок.

Тема 13. Методи створення ортофотопланів та цифрових моделей рельєфу й місцевості (ЦМР/ЦММ).

Тема 14. Радарна інтерферометрія (InSAR) як космічний метод високоточного геодезичного моніторингу зсувів земної поверхні.

Тема 15. Інтеграція результатів аерокосмічних знімань у геоінформаційні системи (ГІС) для ведення державного кадастру.

ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

1. Розрахунок геометричних параметрів польотної місії БПЛА.
2. Математичний розрахунок точності просторової засічки та оцінка похибок координат (XYZ).
3. Автоматичне калібрування камери та визначення елементів внутрішнього орієнтування (ЕВО).
4. Фільтрація хмари точок LiDAR та побудова цифрової моделі рельєфу (ЦМР).
5. Розрахунок вегетаційного індексу NDVI в QGIS.
6. Кадастрова векторизація та дешифрування космічних знімків надвисокої роздільної здатності.
7. Інженерний аналіз зсувів та деформацій за готовими радарними картами InSAR.

ТЕМАТИКА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Не передбачено навчальним планом.

САМОСТІЙНА РОБОТА

Види завдань:

- Опрацювання теоретичного матеріалу.
- Підготовка до лабораторних занять.
- Підготовка до підсумкового контролю.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН (ДЕННА / ЗАОЧНА ФОРМА)

№	Тема	Лекції, год	Лабораторні, год	Практичні, год	Самостійна робота, год	Всього, год
1	Тема 1. Фізичні та геометричні основи аерофотознімання.	2/2	1/-	-	3/4	6/6
2	Тема 2. Класифікація та технічні характеристики сучасних аерофотокамер і сканерів.	2/-	1/2	-	3/4	6/6
3	Тема 3. Безпілотні літальні апарати (БПЛА) як сучасні носії знімальних систем у геодезії. Класифікація дронів.	2/-	1/2	-	3/4	6/6
4	Тема 4. Проектування аерофотознімальних робіт: розрахунок поздовжнього/поперечного покриття.	2/2	1/-	-	3/4	6/6
5	Тема 5. Планово-висотна підготовка аерознімків: проектування та координування наземних розпізнавальних знаків (GCP точки).	2/-	1/-	-	3/6	6/6

6	Тема 6. Класифікація космічних знімальних систем за призначенням, геометрією та просторовою роздільною здатністю.	2/-	1/-	-	3/6	6/6
7	Тема 7. Оптико-електронні космічні системи надвисокої роздільної здатності (WorldView, Pleiades) для великомасштабного картування.	2/-	1/2	-	3/4	6/6
8	Тема 8. Мультиспектральні та гіперспектральні космічні системи (Sentinel-2, Landsat) у геодезичному моніторингу земель.	2/2	1/-	-	3/4	6/6
9	Тема 9. Радіолокаційні космічні системи (SAR). Особливості всепогодного активного зондування Землі.	2/-	1/-	-	3/6	6/6
10	Тема 10. Космічні та повітряні лідарні системи (LiDAR). Лазерне сканування.	2/-	1/-	-	3/6	6/6
11	Тема 11. Інтеграція бортових GNSS/RTK та інерціальних (IMU) систем для прямого геокодування аерокосмічних знімків.	2/-	1/-	-	3/6	6/6
12	Тема 12. Цифрова фотограмметрична обробка даних: алгоритми автоматичної зшивки (SfM), побудова щільних хмар точок.	2/2	1/-	-	3/4	6/6
13	Тема 13. Методи створення ортофотопланів та цифрових моделей рельєфу й місцевості (ЦМР/ЦММ).	2/-	1/-	-	3/6	6/6
14	Тема 14. Радарна інтерферометрія (InSAR) як космічний метод високоточного геодезичного моніторингу зсувів земної поверхні.	2/-	1/2	-	3/4	6/6
15	Тема 15. Інтеграція результатів аерокосмічних знімань у геоінформаційні системи (ГІС) для ведення державного кадастру.	2/-	1/-	-	3/6	6/6
	Всього	30/8	15/6	-	45/76	90/90

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Не передбачено навчальним планом.

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Словесні: лекції, пояснення, бесіди, дискусії.

Наочні: ілюстрація (слайди, малюнки), демонстрація (фільми, пізнавальні відео).

Практичні: лабораторні роботи.

ФОРМИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль: до 60 балів

Модульний контроль: до 40 балів

Підсумковий контроль (залік/іспит): до 100 балів

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Поточний контроль на лабораторних роботах (максимум 60 балів):

- якщо студент відвідує заняття, бере активну участь у дискусіях, самостійно розв'язує завдання - отримує 50-60 балів;
- при частковій участі, відповіді не завжди аргументовані –30-49 бали;
- якщо присутній на обмеженій кількості занять, відповідає рідко – 5-29 балів;
- за відсутність активності та пропуски – 0-4 балів.

Максимальна кількість балів, яку може отримати здобувач вищої освіти за модуль, становить **100** (до 60 балів поточного контролю та до 40 балів модульний контроль). Середнє арифметичне суми модульних оцінок складає оцінку за семестр.

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки і індивідуального навчального плану (при успішній здачі іспиту/заліку) здобувача вищої освіти, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до національної шкали (відмінно, добре, задовільно (незадовільно) для іспитів, курсових робіт/проєктів або зараховано/незараховано для заліків) та шкали ECTS (A, B, C, D, E, F).

Визначення назви за національною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS Оцінка
ВІДМІННО – 5	Відмінно – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
ДОБРЕ – 4	Дуже добре – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	Добре – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
ЗАДОВІЛЬНО - 3	Задовільно - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	Достатньо – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
НЕЗАДОВІЛЬНО - 2	Незадовільно – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік або екзамен (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	Незадовільно - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ ТА ПОЛІТИКА КУРСУ

Визначення плагіату та його наслідків:

Академічний плагіат – це привласнення (повне або часткове) наукових чи творчих досягнень, створених іншими людьми, та подання їх як власних результатів дослідження або творчої діяльності. Це також включає відтворення опублікованих текстів чи творів мистецтва інших авторів без належного зазначення їхнього авторства.

Види академічного плагіату включають:

- пряме копіювання текстових уривків без оформлення їх як цитат із відповідним посиланням на джерело. У деяких випадках, некоректним вважають навіть використання окремого слова без посилання, якщо це слово має унікальне значення, надане конкретним джерелом.

- використання інформації (фактів, ідей, формул, числових даних тощо) з джерел без належного зазначення цих джерел.

- перефразування тексту у формі, максимально наближеній до оригінального викладу, або узагальнення ідей, інтерпретацій чи висновків з конкретного джерела без згадки про нього.

- представлення як власних робіт (дисертацій, монографій, навчальних посібників, статей, тез, звітів, контрольних, розрахункових, курсових, дипломних і магістерських робіт, есеїв, рефератів тощо), виконаних іншими особами на замовлення, включаючи ті роботи, які створені за згодою їхніх справжніх авторів для такого використання.

Правила цитування: «Цитата» – порівняно короткий уривок з літературного, наукового чи будь-якого іншого опублікованого (оприлюдненого на офіційному веб-сайті) твору, який використовується, з обов'язковим посиланням на його автора і джерело цитування, іншою особою у своєму творі з метою зробити зрозумілими свої твердження або для посилання на погляди іншого автора в автентичному формулюванні.

Щоби правильно оформити цитату, необхідно дотримуватися таких правил:

- вказувати перевірене джерело. Цитати мають містити відомості про автора та назву його роботи, звідки взята цитата;
- не порушувати зміст цитати;
- відокремлювати цитату від основного тексту;
- використовувати скорочені цитати;
- вказувати сторінки.

Етика використання AI-інструментів: передбачає, що здобувачі можуть застосовувати такі технології для пояснення складних тем у доступній формі, перевірки граматики та стилю письма, а також для самоперевірки знань через тести чи запитання. Однак використання штучного інтелекту для списування вважається неприпустимим.

Процедура оскарження оцінок: в Українському державному університеті залізничного транспорту діє Положення про організацію освітнього процесу, яким закріплено право здобувачів на оскарження результатів контрольних заходів. Тому якщо здобувачі незадоволені оцінкою, або є сумніви щодо об'єктивності викладачів вони можуть звернутися до завідувача кафедри із заявою-апеляцією. Створена апеляційна комісія перевіряє результати підсумкового контролю знань.

Правила поведінки під час занять: приєднуйтесь до онлайн-занять вчасно, бажано за кілька хвилин до їх початку. Використовуйте своє справжнє ім'я та прізвище, а також зазначайте номер своєї групи. Дотримуйтесь ввічливості та поваги у спілкуванні. Під час занять мікрофон має бути вимкнений і вмикатися тільки для спілкування з викладачем. Камеру, за можливості, тримайте увімкненою. Не перебивайте інших учасників, а за необхідності скористайтесь функцією "піднятої руки". Чат використовується виключно для навчальних питань і повідомлень. Уникайте поширення сторонніх посилань, зображень чи повідомлень. Поважайте інших учасників: не дозволяйте собі образ, зневаги чи ігнорування по відношенню до них.

ПИТАННЯ ДО ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Перелік питань підготовки до заліку:

1. Яка геометрична проекція характерна для поодинокого прецизійного аероснімка на відміну від топографічної карти?
2. Як називається діапазон електромагнітного спектра, в якому атмосфера Землі мінімально поглинає та розсіює випромінювання?
3. Який тип розсіювання світла відбувається на молекулах газів, розмір яких значно менший за довжину хвилі випромінювання?
4. У якому спектральному діапазоні здорова зелена рослинність має максимальну відбивну здатність?
5. Яка базова формула визначає знаменник масштабу вертикального аероснімка рівнинної місцевості?
6. Що означає геодезичний параметр GSD (Ground Sample Distance) при плануванні аерознімання?
7. Який тип затвора (Shutter) цифрової матриці камери є обов'язковим для використання на БПЛА в прецизійній геодезії?

8. Який характер має зміщення точок об'єктів на аероснімку під впливом пересіченого рельєфу місцевості?
9. Що відбувається з просторовою роздільною здатністю (GSD) при збільшенні висоти польоту БПЛА за незмінної фокусної відстані камери?
10. Як називається точка на знімку, в яку потрапляє строго вертикальний промінь, опущений з оптичного центра об'єктива камери?
11. Яка фізична властивість води визначає її абсолютно чорний колір у ближньому інфрачервоному (NIR) діапазоні спектра?
12. Що описує коефіцієнт спектральної яскравості (КСЯ) будь-якого природного об'єкта?
13. Який тип розсіювання світла виникає при взаємодії випромінювання з великими частинками пилу та водяного туману в атмосфері?
14. Як впливає збільшення фокусної відстані об'єктива на масштаб аероснімка при фіксованій висоті польоту носія?
15. Який ефект виникає на геометрії тривимірних об'єктів (будівель) при використанні камер із затвором типу Rolling Shutter під час руху?
16. Перерахуйте всі параметри, що відносяться до елементів внутрішнього орієнтування (ЕВО) аерофотокамери.
17. Що визначає параметр фокусної відстані камери (f) у системі елементів внутрішнього орієнтування?
18. Які просторові координати та кути складають шість елементів зовнішнього орієнтування (ЕЗО) знімка?
19. Що таке «головна точка знімка» у цифровій фотограмметрії?
20. Який оптичний дефект лінз об'єктива викликає радіальне та тангенціальне викривлення координат точок на матриці?
21. У чому полягає суть фундаментального рівняння колінеарності у фотограмметрії?
22. Яка мінімальна кількість перекриваючих один одного знімків потрібна для визначення просторових координат (XYZ) точки місцевості без наземних вимірів?
23. Хто і коли визначає елементи внутрішнього орієнтування (ЕВО) геодезичної камери?
24. Які прилади на борту сучасного БПЛА відповідають за автоматичну фіксацію кутових елементів зовнішнього орієнтування в польоті?
25. Як у фотограмметрії називається кут нахилу камери вперед або назад по ходу руху літального апарату (Pitch)?
26. Що таке «базис фотографування» і як він впливає на точність визначення висотних координат точок рельєфу?
27. Який математичний метод використовується спеціалізованим софтом для зрівнювання фотограмметричних мереж та автокалібрування камер?
28. Які похибки з'являються у тривимірній моделі місцевості, якщо фотограмметрична обробка виконана без урахування дисторсії об'єктива камери?
29. У чому полягає відмінність між радіальною та тангенціальною дисторсією оптичних систем?
30. Яка точка на знімку є початком координат при розрахункових

виправленнях за дисторсію об'єктива?

31. Які стандартні відсотки поздовжнього та поперечного перекриття знімків закладаються для класичної фотограмметричної обробки?
32. Що таке GCP (Ground Control Points) точки і яка їхня роль у процесі геодезичної прив'язки матеріалів знімання БПЛА?
33. Яка бортова GNSS-технологія дозволяє координувати центри знімків БПЛА з сантиметровою точністю безпосередньо у польоті?
34. За якою математичною формулою розраховується інтервал часу (таймінг) між спрацьовуваннями затвора камери при заданій швидкості БПЛА?
35. Що таке «хмара точок» (Point Cloud) у технологіях повітряного лазерного сканування (LiDAR)?
36. Чим відрізняється перше відбиття (First Return) лазерного імпульсу LiDAR від останнього відбиття (Last Return) при зніманні лісу?
37. За яким математичним критерієм (правилом похибок) у фотограмметрії відсіюються аномальні точки-шуми у хмарах точок?
38. Який алгоритм інтерполяції найчастіше використовується для побудови регулярної сітки рельєфу за нерегулярним масивом точок лазерного сканування?
39. Які геометричні параметри польоту БПЛА безпосередньо впливають на середню квадратичну похибку побудови висотної моделі рельєфу?
40. Що оцінює показник RMSE (Root Mean Square Error) після завершення побудови цифрової моделі рельєфу за контрольними точками?
41. За якою математичною формулою розраховується нормалізований відносний індекс вегетації (NDVI)?
42. Які значення індексу NDVI характерні для здорової густої рослинності, а які — для відкритих водних поверхонь?
43. Чим принципово відрізняється покращений індекс вегетації (EVI) від класичного індексу NDVI при аналізі великих обсягів біомаси?
44. Які канали спектра (довжини хвиль) використовуються для розрахунку гідрологічного індексу зволоження NDWI?
45. Яка головна перевага космічних радіолокаційних систем (SAR) над класичними оптико-електронними супутниками?
46. Що таке радарна інтерферометрія (InSAR) і для вирішення яких інженерно-геодезичних завдань вона застосовується?
47. За якою середньою точністю (у яких одиницях) метод InSAR дозволяє фіксувати вертикальні зміщення земної поверхні з космосу?
48. Яка математична формула (авторство вченого) використовується в ГІС для автоматичного обчислення площі векторизованого земельного ділянки за координатами її вершин?
49. Що таке «індекс компактності» форми земельної ділянки і для чого його розраховують у землевпорядній експертизі?
50. Яку інформацію містить атрибутивна таблиця векторного шару ГІС після завершення процесу дешифрування та векторизації космічного знімка?

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Основна література:

1. Бурштинська Х. В., Станкевич С. А. *Аерокосмічні знімальні системи: підручник*. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. - 316 с.
2. Бурштинська Х. В., Лелюх Д. І. *Цифрова фотограмметрія: Навчальний посібник*. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. - 188 с.
3. Геодезична астрономія: навчальний посібник / Л.М. Перович. – Чернівці: Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, 2023. – 208 с.
4. Lillesand T., Kiefer R. W., Chipman J. *Remote Sensing and Image Interpretation*. - 7th Edition. - Wiley, 2015. -756 p.
5. Шульц Р. В., Білоус М. В. *Інженерна геодезія та сучасні методи дистанційного зондування*. - Київ: КНУБА, 2021. — 210 с.

Додаткова література:

1. Основи фотограмметрії та дистанційного зондування / О.С. Бабич. – Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2021. – 224 с.
2. Дорожинський О. Л., Тукай Р. Фотограмметрія: підручник. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2008. — 340 с. (Фундаментальна математична база фотограмметрії).
3. Snavely N., Seitz S. M., Szeliski R. *Modeling the World from Internet Photo Collections (Structure-from-Motion)*. — International Journal of Computer Vision, 2018.
4. Красовський Г. Я. *Космічний моніторинг сталого розвитку територій*. — Київ: Наша культура, 2016. — 288 с.
5. Заїченко В. О., Тріус Ю. В. *Використання безпілотних літальних апаратів у геодезичних вишукуваннях та землепорядкуванні*. — Черкаси: ЧДТУ, 2022. — 145 с.
6. <https://browser.dataspace.copernicus.eu/>
7. earthexplorer.usgs.gov
8. nsdi.gov.ua
9. <https://earthexplorer.usgs.gov/>
10. <https://qgis.org/>

МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Перелік обладнання.

Навчальні мультимедійні аудиторії; комп'ютерні класи; технічне та програмне забезпечення для дистанційних технологій здобуття освіти; бібліотека, у тому числі читальна зала.

Посилання на онлайн-курс: <https://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=8684>

ВІДОМОСТІ ПРО РОЗРОБНИКІВ

ПІБ викладача: Орел Євген Федорович

Контактна інформація: 050-910-18-86

email: orel@kart.edu.ua.

ВНЕСЕННЯ ЗМІН (ДАТА, СУТЬ, ПІДПИС)

Протокол засідання кафедри вишукувань та проектування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою протокол №1, від 1.09.25