

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ
ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ГЕОДЕЗІЇ, ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННЯ ТА КАДАСТРУ

СИЛАБУС

нормативного освітнього компонента

ПРИКЛАДНА ФОТОГРАММЕТРІЯ

(назва освітнього компонента)

підготовки _____ **третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти**
(назва освітнього рівня)

спеціальності _____ **193 – Геодезія та землеустрій**
(шифр і назва спеціальності)

освітньо-наукової програми _____ **Геопросторове моделювання,**
(назва освітньо-професійної освітньо-наукової / освітньо-

_____ **моніторинг земель та управління територіями**
(творчої програми)



Силабус освітнього компонента «Прикладна фотограмметрія» третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти, галузі знань 19 Архітектура та будівництво, спеціальності 193 Геодезія та землеустрій, за освітньо-науковою програмою Геопросторове моделювання, моніторинг земель та управління територіями.

Розробник: Іванчук О.М., доктор технічних наук, професор
Уль А.В., доктор технічних наук, професор

Погоджено

Гарант

освітньо-професійної програм

Анна Уль

**Силабус освітнього компонента затверджений на засіданні кафедри геодезії,
землевпорядкування та кадастру**

протокол № 1 від 29 серпня 20 24 р.

Завідувач кафедри:

Анна УЛЬ



ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ОК

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Денна(вечірня) /заочна форма навчання	Галузь знань: 19 Архітектура та будівництво Спеціальність: 193 Геодезія та землеустрій Освітньо-наукова програма: Геопросторове моделювання, моніторинг земель та управління територіями, третій (доктор філософії) рівень вищої освіти	Нормативна
180 год. 6 кредитів		Рік навчання – 1
ІНДЗ: немає		Семестр –1,2
Мова навчання		Лекції – 58/26 год.
		Лабораторні – 56/34 год.
	Самост. р-та – 52/98 год.	
	Форма контролю: залік, екзамен	
	українська	

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА

Викладач	Іванчук Олег Михайлович
Науковий ступінь	Доктор технічних наук
Вчене звання	
Посада	Професор кафедри геодезії, землепорядкування та кадастру
Профайл	Іванчук Олег Михайлович — wiki.vnu.edu.ua
Телефон	+380964143409
e-mail	Ivanchuk.Oleh@vnu.edu.ua
Консультації	https://ps.vnu.edu.ua/cgi-bin/timetable.cgi



Анотація курсу

Освітній компонент (ОК) **Прикладна фотограмметрія** є складовим елементом багатогранного блоку фахової підготовки майбутніх науковців третього (доктор філософії) рівня вищої освіти галузі знань 19 – Архітектура та будівництво спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій освітньо-наукової програми Геопросторове моделювання, моніторинг земель та управління територіями.

ОК Прикладна фотограмметрія забезпечує професійний розвиток ЗО та спрямована на формування у нього компетенцій у сфері теоретичного і практичного застосування основних методико-методологічних підходів та матеріалів дистанційних фотограмметричних знімків при вирішенні прикладних задач у галузі геодезії, картографії, фотограмметрії, землеустрою, земельного кадастру, моніторингу та охорони земель, управління територіями тощо.

Пререквізити

ОК першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівня вищої освіти, що містять знання, уміння й навички, необхідні для освоєння досліджуваної дисципліни: Інформаційні технології в галузі знань, Основи програмування, Топографія, Геодезія, Географічні інформаційні системи, Картографія, Фотограмметрія та дистанційне зондування, Геопросторові бази даних та кадастрові системи тощо.

Постреквізити

ОК, для вивчення яких потрібні знання, уміння й навички, що здобуваються по завершенню вивчення ОК Прикладна фотограмметрія: Методи обробки космічних знімків, Педагогічна практика, а також інші ОК вільного вибору.

Мета і завдання навчальної дисципліни

Мета ОК: Формування у ЗО системного наукового світогляду та методологічного апарату прикладної фотограмметрії для вирішення складних науково-технічних задач просторового моделювання об'єктів різної природи.

ОК спрямований на поглиблене вивчення математичних моделей сучасної цифрової фотограмметрії, комп'ютерного зору та мікрофотограмметрії. Головний фокус ОК - це перехід від споживчого використання готового ПЗ до розуміння внутрішніх алгоритмів, їх вдосконалення, автоматизації та адаптації для різних видів знімання на мезо-, макро-, та мікро- рівнях, наприклад, від нестандартних зйомок від БПЛА до електронних мікроскопів.

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми ЗО повинні **знати**:

- Глибоке розуміння проективної геометрії, матричних перетворень координат, теорії похибок та методів найменших квадратів у контексті розв'язання фотограмметричних задач.
- Принципи роботи детекторів та дескрипторів характерних (завіркових) точок, алгоритмів стереоспівставлення та методів Structure-from-Motion (SfM).



- Фізику формування зображень, відмінності між центральною проекцією (оптичні камери) та проекціями скануючих систем (растрово-електронні мікроскопи, лінійні сканери).
- Специфіку мікрорівня, геометричні моделі знімків РЕМ (растрового електронного мікроскопа), види дисторсій на нанорівні, методи отримання стереоефекту шляхом нахилу зразка (tilting).
- Методи калібрування, стратегії визначення параметрів внутрішнього орієнтування для метричних, неметричних камер та спеціальних сенсорів (Fisheye, тепловізори, мікроскопи).

вміти:

- Проводити науковий експеримент, планувати та виконувати зйомку нестандартних об'єктів, обирати оптимальну геометрію засічок, налаштувати освітлення та параметри сенсорів.
- Виконувати взаємне орієнтування знімків, враховувати кут нахилу столика мікроскопа, будувати 3D-моделі мікроструктур та аналізувати шорсткість поверхні.
- Аналізувати точність, виконувати верифікацію отриманих моделей за допомогою еталонних даних, інтерпретувати коваріаційні матриці та еліпсоїди похибок, виявляти систематичні помилки.
- Інтегрувати дані, об'єднувати результати фотограмметричної обробки з даними лазерного сканування, тепловізійної зйомки та вбудовувати їх у ВІМ-середовище.
- Програмувати та скриптувати для автоматизації обробки даних та реалізації власних експериментальних алгоритмів.

Результати навчання (компетентності)

По закінченню навчання докторанти набудуть таких компетентностей:

Інтегральна компетентність

Здатність продукувати наукові ідеї, володіти методологією наукової та педагогічної діяльності, вирішувати комплексні задачі у процесі дослідницької та професійної діяльності, проводити оригінальні наукові дослідження у сфері геодезії, картографії, фотограмметрії, геоінформаційних систем та технологій, землеустрою, земельного кадастру, моніторингу та охорони земель, управління територіями (ІНТ)

Загальні компетентності

Здатність до абстрактного мислення, критичного аналізу та синтезу інформації, оцінювання сучасних наукових досягнень, зокрема у галузі геодезії, фотограмметрії, геопросторового моделювання, землеустрою та управління територіями (ЗК-1)

Здатність ініціювати та проводити оригінальні наукові дослідження, визначати актуальність наукової проблеми, здійснювати пошук і критичний аналіз інформації (ЗК-2)



Здатність продукувати інноваційні конструктивні ідеї, застосовувати оригінальні підходи до вирішення складних і нестандартних завдань **(ЗК-3)**

Здатність усвідомлювати необхідність перманентного навчання та самовдосконалення протягом життя **(ЗК-4)**

Уміння виявляти ораторські здібності, вести наукову бесіду та дискусію з широкого кола загальних природних і суспільних та спеціальних наукових питань, аргументовано обґрунтовувати власну позицію **(ЗК-5)**

Здатність бути цілеспрямованим, наполегливим, старанним, усвідомлювати соціально-моральну відповідальність за результати власних наукових досліджень **(ЗК-6)**

Здатність раціонально планувати та розподіляти свій час, самостійно проводити наукові дослідження, органічно взаємодіяти у колективі та виявляти лідерські здібності при розробці наукових проєктів **(ЗК-7)**

Фахові компетентності

Володіння ґрунтовними знаннями теорії і практики розробки планово-висотних геодезичних мереж, геоінформаційних та земельного-реєстраційних систем, проєктів землеустрою з організації територій, обробки даних дистанційного зондування і їх використання в прикладних наукових дослідженнях **(ФК-1)**

Володіння ґрунтовними знаннями і навиками проведення наукових досліджень об'єктів, явищ і процесів у галузі геодезії, картографії, фотограмметрії, геоінформаційних систем та технологій, землеустрою, земельного кадастру, моніторингу та охорони земель, управління територіями **(ФК-2)**

Здатність застосовувати одержані знання з різних предметних сфер геодезії, картографії, фотограмметрії, геоінформаційних систем та технологій, землеустрою, земельного кадастру, моніторингу та охорони земель, управління територіями для формулювання нових теоретичних ідей, трактувань, положень, практичних адресних рекомендацій і пропозицій **(ФК-3)**

Здатність виявляти та розуміти причинно-наслідкові зв'язки між геопросторовими об'єктами, явищами і процесами у сфері геодезії, картографії, фотограмметрії, геоінформаційних систем та технологій, землеустрою, земельного кадастру, моніторингу та охорони земель, управління територіями, ідентифікувати та оцінювати чинники впливу **(ФК-4)**

Уміння здійснювати кількісний та якісний аналіз, оцінку і прогнозування різноманітних об'єктів, явищ і процесів у сфері геодезії, картографії, фотограмметрії, геоінформаційних систем та технологій, землеустрою, земельного кадастру, моніторингу і охорони земель, управління територіями **(ФК-5)**

Уміння розробляти логічні та обґрунтовані послідовності, системи, механізми, моделі для конкретних об'єктів у сфері геодезії, картографії, фотограмметрії, геоінформаційних систем та технологій, землеустрою, земельного кадастру, моніторингу і охорони земель, управління територіями **(ФК-6)**

Володіння актуальною інформацією щодо сучасного стану, тенденцій розвитку, проблематики та розвитку наукової думки у сфері професійної діяльності **(ФК-7)**



Володіння системним загальнокультурним та професійним науковим світоглядом **(ФК-8)**

Програмні результати навчання

Володіти сучасними прогресивними концептуальними та методологічними знаннями і практичними навичками виконання науково-дослідницької та/або професійної діяльності у галузі і на стику предметних галузей знань **(ПР-1)**

Володіти ґрунтовними знаннями предметної області і фаху, знати праці провідних вітчизняних та зарубіжних вчених у царині фундаментальних і прикладних досліджень галузі, формулювати мету власного наукового дослідження як складову загально цивілізаційного процесу **(ПР-2)**

Встановлювати інформаційну цінність, точність, сучасність і достовірність архівних, фондových і літературних джерел **(ПР-3)**

Уміти здійснювати критичний аналіз, оцінку і синтез нових наукових положень та ідей **(ПР-5)**

Ініціювати, організовувати та проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності, формулювати наукову проблему з огляду на ціннісні орієнтири сучасного суспільства та стан її наукової розробки, висувати робочі гіпотези з досліджуваної проблеми, які покликані розширювати і поглиблювати сферу наукових досліджень в даній предметній області **(ПР-6)**

Аналізувати сучасні наукові праці, виявляючи недостатньо вивчені та дискусійні питання, здійснювати моніторинг наукових джерел інформації стосовно досліджуваної проблеми, встановлювати їх інформаційну цінність шляхом порівняння з іншими інформаційними джерелами **(ПР-7)**

Проводити професійну інтерпретацію отриманих результатів на основі існуючих теоретичних моделей із залученням сучасного програмного забезпечення **(ПР-8)**

Кваліфіковано відображати результати наукових досліджень у наукових працях, що входять до міжнародних наукометричних баз та у вітчизняних фахових виданнях **(ПР-10)**

Професійно презентувати результати власних досліджень на вітчизняних та міжнародних наукових конференціях, семінарах, використовувати іноземну мову у науковій, інноваційній та педагогічній діяльності **(ПР-11)**

Вміти працювати з колективом і в команді, мотивувати співробітників та рухатися до спільної мети, володіти навичками міжособистісної взаємодії **(ПР-12)**

Здійснювати організацію польових і камеральних досліджень відповідно до вимог безпеки життєдіяльності й охорони праці **(ПР-13)**

Вміти діяти соціально свідомо і відповідально на основі етичних мотивів, приймати обґрунтовані рішення, саморозвиватися і самовдосконалюватися, нести відповідальність за релевантність і кондиційність наукових досліджень **(ПР-14)**

Soft-skills: критичне мислення та аналіз даних, дослідницька доброчесність та етика, міждисциплінарна комунікація, академічне письмо та презентація результатів, адаптивність та самонавчання.



Структура освітнього компонента

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лекції.	Лабораторні заняття	Самостійна робота	Консультації	Форма контролю*/ Бали
Змістовий модуль 1. Алгоритмічні основи та автоматизація фотограмметрії (1 семестр, залік)						
Тема 1. Сучасні математичні моделі у фотограмметрії	14/14	6/2	4/2	4/10	-	ДС, ДБ/20
Тема 2. Алгоритми комп'ютерного зору у фотограмметрії	16/18	6/2	6/4	4/12	-	ДС, ДБ/20
Тема 3. Технології структури з руху та багатокамерні стереозображення.	22/24	8/2	8/4	4/16	2/2	ДС, ДБ/20
Тема 4. Проблеми калібрування сенсорів	15/14	6/2	6/2	3/10	-	ДС, ДБ/20
Тема 5. Оцінка якості та точності фотограмметричних побудов	23/20	8/4	8/4	3/8	4/4	ДС, ДБ/20
Разом за модулем 1	90/90	34/12	32/16	18/56	6/6	100
Змістовий модуль 2. Спеціальні види зйомок та мікрофотограмметрія (2 семестр, іспит)						
Тема 6. Школа растрово-електронної мікроскопії (РЕМ) та мікрофотограмметрії	20/20	6/4	6/4	8/12	-	ДС, ДБ/10
Тема 7. Мультиспектральна та тепловізійна фотограмметрія	20/24	6/4	6/4	8/12	-/4	ДС, ДБ/10
Тема 8. Інтеграція даних та ВІМ	22/22	6/2	6/4	8/12	2/4	ДС, ДБ/10
Тема 9. Штучний інтелект у фотограмметрії	28/24	6/4	6/6	10/6	6/8	ДС, ДБ/10
Модульна контрольна робота №1						Т/30
Модульна контрольна робота №2						Т/30
Разом за модулем 2	90/90	24/14	24/18	34/42	8/16	100
Всього годин	180	58/26	56/34	52/98	14/22	

*Форма контролю: ДС – дискусія, ДБ – дебати, Т – тести, ТР – тренінг, РЗ/К – розв'язування задач/кейсів, ІНДЗ/ІРС – індивідуальне завдання/індивідуальна робота студента, РМГ – робота в малих групах, МКР/КР – модульна контрольна робота/ контрольна робота, Р – реферат, а також аналітична записка, аналітичне есе, аналіз твору тощо.

Завдання для самостійного опрацювання

Індивідуальних науково-дослідних завдань для самостійного опрацювання матеріалу дисципліни в поза аудиторний час не передбачено.

Методи та форми навчання

Словесні методи: лекція, пояснення, розповідь, бесіда: відбувається з використанням традиційних засобів навчання у поєднанні з засобами ІКТ.

Наочні методи: мультимедійні презентації, робота з приладами, робота з ПК.

Практичні методи: експерименти на основі імітаційного комп'ютерного моделювання даних дистанційного зондування, розв'язування задач з професійно-орієнтованим змістом.



Методи стимулювання інтересу до навчання і мотивації: дискусії і диспути, створення ситуації пізнавальної новизни та зацікавленості.

Методи контролю: індивідуальне та фронтальне опитування, дискусія, модульний контроль за допомогою комп'ютера – комп'ютерне тестування, іспит.

Методи самоконтролю: самостійний пошук помилок, уміння самостійно критично оцінювати свої знання, визначати пріоритетні напрямки власного навчального процесу, самоаналіз.

Форми роботи: індивідуальна, групова, фронтальна.

Форми організації навчання: лекційні заняття, лабораторні заняття, самостійна робота студентів, контрольні заходи.

ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ

Політика викладача щодо студента

Для одержання високого рейтингу необхідно виконувати наступні умови:

- не пропускати навчальні заняття, не спізнюватися на них та не займатися сторонніми справами на заняттях;
- чітко й вчасно виконувати навчальні завдання та завдання для самостійної роботи;
- виключати мобільний телефон під час занять і під час контролю знань;
- брати участь у контрольних заходах (поточний, модульний, підсумковий та контроль самостійної роботи).

За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись в он-лайн формі (змішана форма навчання) за погодженням із деканатом та керівником курсу.

Політика щодо академічної доброчесності

Прослуховуючи цей курс, Ви погодились виконувати положення принципів академічної доброчесності:

- виконувати всі поточні завдання та підсумковий контроль самостійно без допомоги сторонніх осіб;
- списування під час контрольних заходів (в т. ч. із використанням мобільних пристроїв) заборонено;
- надавати для оцінювання лише результати власної роботи;
- не вдаватися до кроків, що можуть нечесно покращити Ваші результати чи погіршити/покращити результати інших студентів;
- не публікувати відповіді на питання, що використовуються в рамках курсу для оцінювання знань студентів.

Політика щодо дедлайнів та перескладання

Самостійно вивчати матеріал пропущеного заняття, за умов не виконання завдань практичного або лабораторного занять відпрацювати їх під керівництвом викладача та захистити у час передбачений графіком консультацій викладача.



Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (до -50%). Перескладання модулів відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин.

Неформальна освіта при викладанні освітнього компонента

Визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті здійснюється відповідно до «Положення про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки» (<https://bly.to/jqTSXVP>)

Сертифікати участі у майстер-класах (семінарах, курсах тощо) на тематику, яка відповідає темам курсу, є достатньою підставою для зарахування відповідних тем.

Результати освіти, отримані у формальній та/або інформальній освіті, можуть бути зараховані як додаткові у межах поточного оцінювання.

Види наукової та практичної активності здобувачів освіти	Кількість балів
Виступ на міжнародній, всеукраїнській студентській науково-практичній конференції з публікацією тез доповіді в межах тематики освітнього компонента	до 10
Проходження курсів, тренінгів, воркшопів або інших видів неформальної освіти в межах тематики освітнього компонента	до 15

ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ

Рейтинг здобувача освіти у семестрі, де формою контролю є залік визначається відповідно до "Положення про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів вищої освіти ..." у Волинському національному університеті імені Лесі Українки (<https://bly.to/8Q7v2ZU>).

Підсумкова оцінка з першого модуля виставляється на основі набраних здобувачем вищої освіти балів впродовж семестру.

Залік викладач виставляє за результатами поточної роботи за умови, що здобувач освіти виконав ті види навчальної роботи, які визначено силабусом (програмою) ОК.

У дату складання заліку викладач записує у відомість суму поточних балів, які здобувач освіти набрав під час поточної роботи (шкала від 0 до 100 балів).

У випадку, якщо здобувач освіти протягом поточної роботи набрав менше як 60 балів, він складає залік під час ліквідації академічної заборгованості. У цьому випадку бали, набрані під час поточного оцінювання анулюються. Максимальна кількість балів на залік під час ліквідації академічної заборгованості, як правило, 100 балів.

Рейтингову кількість балів здобувача освіти у семестрі, де формою контролю є іспит формують бали, отримані за дві модульні контрольні роботи, які проводяться у формі комп'ютерного тестування (максимум – 60 балів) та



виконання завдань тем змістових модулів (максимум – 40 балів).

До модульної контрольної роботи допускаються здобувачі освіти, які опрацювали весь обсяг теоретичного матеріалу в т.ч. і матеріал самостійно, виконали усі зазначені в силабусі види робіт. Модульний контроль проводиться у вигляді комп'ютерного тестування, завдання якого обов'язково включають матеріал, який передбачено до самостійного опрацювання здобувачами освіти. Тестове завдання кожної модульної контрольної роботи складається з 30 питань. За кожну правильну відповідь студент отримує 1 бал.

Рейтингове оцінювання ЗО визначається відповідно до "Положення про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів вищої освіти ..." у Волинському національному університеті імені Лесі Українки (<https://bly.to/8Q7v2ZU>).

Якщо у підсумку виконання всіх видів навчальної роботи з даної ОК докторант набирає не менше 75 балів, то вона може бути зарахована як підсумкова оцінка з навчальної ОК. У протилежному випадку, або за бажанням підвищити рейтинг, ЗО складає екзамен. При цьому бали, набрані за результатами модульних контрольних робіт, анулюються. Екзаменаційна оцінка визначається в балах (від 0 до 60) за результатами виконання екзаменаційних завдань.

На іспит виносяться основні питання, типові та комплексні задачі, ситуації, завдання, що потребують творчої відповіді та уміння синтезувати отриманні знання і застосовувати їх під час розв'язання практичних задач.

До екзамену не допускається ЗО, який набрав менше ніж 20 балів за навчальну роботу впродовж семестру, не виконав і не здав усі практичні завдання, не відвідував без поважних причин більшу частину лекцій.

Орієнтований перелік питань до екзамену

1. Порівняльний аналіз принципів формування зображення в оптичній фотограмметрії та растрово-електронній мікроскопії.
2. Фізичні основи взаємодії електронного пучка з речовиною та їх вплив на геометрію РЕМ-знімка.
3. Геометрична модель РЕМ-знімка: умови переходу від перспективної до паралельної проекції.
4. Математичне обґрунтування виникнення поздовжнього паралаксу в стерео-РЕМ.
5. Методика отримання стереопар у РЕМ: спосіб нахилу столика (tilting) проти способу зміщення пучка.
6. Аналіз джерел геометричних спотворень (дисторсій) цифрових РЕМ-зображень.
7. Вплив дрейфу електроніки та накопичення заряду на зразку на точність фотограмметричних вимірювань.
8. Методи калібрування збільшення РЕМ з використанням дифракційних решіток та тестових наноструктур.
9. Особливості визначення елементів взаємного орієнтування стереопари мікрознімків при великих кутах нахилу.



10. Побудова цифрових моделей мікрорельєфу (ЦМР) за РЕМ-знімками: алгоритмічні особливості.
11. Методика відновлення 3D-координат точок мікроповерхні за формулами паралельної проекції.
12. Використання мікрофотограмметрії для кількісного аналізу шорсткості поверхонь (розрахунок параметрів R_a , R_z , R_q).
13. Специфіка 4D-моніторингу деформацій матеріалів in-situ в камері мікроскопа.
14. Проблема масштабування та прив'язки мікрофотограмметричних моделей до метричної системи одиниць.
15. Аналіз точності об'ємних вимірювань мікропор та мікротріщин фотограмметричним методом.
16. Особливості калібрування внутрішнього орієнтування тепловізійних камер (Thermal Cameras).
17. Проблеми автоматичного пошуку зв'язуючих точок на тепловізійних зображеннях низької роздільної здатності.
18. Математичні методи ко-реєстрації (суміщення) RGB та мультиспектральних каналів.
19. Використання сонячних сенсорів освітленості для радіометричної корекції мультиспектральних даних БПЛА.
20. Розрахунок вегетаційних індексів (NDVI, NDRE) на основі ортофотопланів: точність та просторова роздільна здатність.
21. Методологія створення тепловізійних 3D-моделей будівель для енергоаудиту.
22. Вплив зовнішніх факторів (температура, вологість, відстань) на точність дистанційної термографії.
23. Специфіка планування польотних місій для мультиспектральної зйомки (перекриття, висота, швидкість).
24. Інтеграція мультиспектральних даних у ГІС-середовище: формати та методи аналізу.
25. Порівняльний аналіз супутникових та БПЛА-даних для моніторингу сільськогосподарських угідь.
26. Класифікація методів машинного навчання (Machine Learning), що застосовуються в сучасній фотограмметрії.
27. Архітектура згорткових нейронних мереж (CNN) для задач семантичної сегментації зображень.
28. Методи глибокого навчання (Deep Learning) для класифікації 3D хмар точок (на прикладі PointNet або аналогів).
29. Автоматичне видалення шумів та рухомих об'єктів з фотограмметричних моделей за допомогою ШІ.
30. Використання генеративних змагальних мереж (GAN) для покращення якості текстур та super-resolution.
31. Проблема підготовки тренувальних наборів даних (датасетів) для навчання нейромереж у геопросторових задачах.



32. Автоматична векторизація об'єктів (будівлі, дороги) на ортофотопланах методами комп'ютерного зору.
33. Алгоритми "Inpainting" для заповнення "дірок" у 3D-моделях та ортофотопланах.
34. Переваги та недоліки використання ШІ порівняно з традиційними детермінованими алгоритмами класифікації.
35. Етичні та технічні аспекти використання "Deepfakes" та синтетичних даних у геопросторовому аналізі.
36. Технологія "Scan-to-BIM": методологія перетворення хмари точок у параметричну інформаційну модель будівлі.
37. Рівні деталізації (LOD) у BIM та їх відповідність щільності фотограмметричних хмар точок.
38. Методи суміщення (fusion) даних наземного лазерного сканування та цифрової фотограмметрії.
39. Переваги та обмеження SLAM-алгоритмів (Simultaneous Localization and Mapping) для мобільних скануючих систем.
40. Особливості текстурювання складних Mesh-моделей: усунення швів та вирівнювання кольору.
41. Аналіз точності хмар точок, отриманих методами SfM/MVS, у порівнянні з даними LiDAR.
42. Формати зберігання великих масивів просторових даних (LAS, LAZ, E57, PLY) та їх оптимізація.
43. Використання хмарних сервісів (Cloud processing) для обробки та візуалізації великих фотограмметричних проєктів.
44. Геодезичне забезпечення BIM-моделювання: системи координат та прив'язка.
45. Автоматизований контроль якості будівництва (Construction monitoring) за допомогою фотограмметричних часових рядів.
46. Планування експерименту з оцінки точності неметричної камери: вибір контрольних точок та геометрії зйомки.
47. Статистичний аналіз похибок: розрізнення систематичних та випадкових помилок у результатах моделювання.
48. Методологія валідації результатів досліджень у дистанційному зондуванні.
49. Сучасні тенденції розвитку фотограмметрії: перехід від метрології до семантичного розуміння сцени.
50. Написання наукової статті з фотограмметрії: структура IMRAD, візуалізація даних та вимоги до цитувань.

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ

У семестрі, де формою контролю є залік ОК оцінюється за 100 бальною шкалою. Переведення балів внутрішньої 100 бальної шкали в національну шкалу здійснюється наступним чином:

Оцінка в балах за всі види навчальної діяльності	Оцінка
--	--------



90 – 100	Зараховано
82 – 89	
75 - 81	
67 -74	
60 - 66	
1 – 59	Незараховано

У семестрі, де формою контролю є іспит ОК оцінюється за 100 бальною шкалою. Переведення балів внутрішньої 100 бальної шкали в національну шкалу здійснюється наступним чином:

Оцінка в балах за всі види навчальної діяльності	Оцінка
90 – 100	Відмінно
82 – 89	Дуже добре
75 - 81	Добре
67 -74	Задовільно
60 - 66	Достатньо
1 – 59	Незадовільно

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ТА ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСИ

Основна

1. Толстохатко В. А., Пеньков В. О. Конспект лекцій з курсу «Фотограмметрія та дистанційне зондування». Модуль 1 : «Фотограмметрія» : для студентів 3 курсу денної та заочної форм навчання за напрямом 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій». Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2013. 91 с.
2. Дорожинський О. Л. Аналітична та цифрова фотограмметрія : навч. посіб. для студ. вузів. Львів : Нац. ун-т «Львівська політехніка», 2002. 163 с.
3. Дорожинський О. Л. Математичні моделі аналітичної та космічної фотограмметрії : монографія. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2015. 144 с.
4. Мала гірничча енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. Донецьк : Східний видавничий дім, 2004—2013.
5. Дорожинський О. Л. Наземне лазерне сканування в фотограмметрії : навч. посіб. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 96 с.
6. Дорожинський О. Л. Основи фотограмметрії : підручник. Львів : Нац. ун-т «Львівська політехніка», 2003. 212 с.
7. Білокриницький С. М. Фотограмметрія і дистанційне зондування Землі : навч. посіб. Чернівці : Рута, 2007. 319 с.
8. Дорожинський О. Л., Тукай Р. Фотограмметрія : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2008. 332 с.
9. П'ятимовний словник основних термінів і визначень з геодезії, фотограмметрії та картографії / Є. М. Крохмаль та ін. ; Харків. держ. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. Харків, 1995. 145 с.



10. Іванчук О. М. Фотограмметричний метод оперативного опрацювання РЕМ стереопар для кількісної оцінки мікроповерхонь твердих тіл // Вісник геодезії та картографії. 1998. № 2. С. 51–53.
11. Шостак А. В., Іванчук О. М. Деякі питання фотограмметрії моделювання фрактографічних поверхонь // Геодезія, картографія і аерофотознімання. 1999. № 59. С. 89–94.

Додаткова література

12. Wiora G. Optische 3D-Messtechnik : Präzise Gestaltvermessung mit einem erweiterten Streifenprojektionsverfahren : doctoral dissertation. Heidelberg : Ruprecht-Karls-Universität, 2001. 36 p.
13. Sužiedelytė-Visockienė J., Bagdžiūnaitė R., Malys N., Maliene V. Close-range photogrammetry enables documentation of environment-induced deformation of architectural heritage // Environmental Engineering and Management Journal. 2015. Vol. 14, № 6. P. 1371–1381.
14. Jarve I., Liba N. The Effect of Various Principles of External Orientation on the Overall Triangulation Accuracy // Technologijos mokslai. 2010. № 86. P. 59–64.
15. Ahmadi F. F., Ebadi H. An integrated photogrammetric and spatial database management system for producing fully structured data using aerial and remote sensing images // Sensors. 2009. Vol. 9, № 4. P. 2320–2333.
16. Іванчук О. Математична модель взаємозв'язку просторових координат точок мікроповерхні дослідного об'єкта з відповідними їх координатами на РЕМ-стереозображеннях // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. 2016. Вип. I (31). С. 122–126.
17. Ivanchuk O., Tumska O. Development and research of technology for automation of the calibration and account of digital SEM images geometric distortion obtained with JCM-5000 (NeoScope) (JEOL, Japan) // Geodesy, Cartography and Aerial photography. 2016. Vol. 84. P. 56–64.
18. Іванчук О., Тумська О. Розроблення та дослідження технології автоматизації калібрування геометричних спотворень цифрових РЕМ-зображень, отриманих на РЕМ JCM-5000 (NeoScope) (JEOL, Японія) і їх врахування // Геодезія, картографія і аерофотознімання. 2016. Вип. 84. С. 56–64.
19. Іванчук О., Тумська О. Методика автоматизованого визначення координат центрів вузлів тест-об'єкта за його РЕМ-зображеннями з використанням засобів MatLab // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. 2017. Вип. I (33). С. 158–165.
20. Іванчук О. М. Технологія опрацювання цифрових РЕМ-зображень мікроповерхонь твердих тіл // Містобудування та територіальне планування. 2017. Вип. 63. С. 170–184.
21. Іванчук О., Тумська О. Порівняльний аналіз скейлінгових характеристик цифрових РЕМ-зображень тест-об'єкта для різних типів РЕМ // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. 2017. Вип. II (34). С. 119–131.



22. Ivanchuk O., Tumska O. A study of fractal and metric properties of images based on measurements data of multiscale digital SEM-images of a test object obtained // *Geodesy, Cartography and Aerial photography*. 2017. Vol. 85. P. 53–64.
23. Іванчук О., Тумська О. Дослідження фрактальних та метричних властивостей зображень за даними вимірювань різномасштабних цифрових РЕМ-зображень тест-об'єкта, отриманих на різних типах РЕМ // *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. 2017. Вип. 85. С. 53–64.
24. Іванчук О., Тумська О. Аналіз фрактальних та метричних характеристик цифрових РЕМ-зображень // *Моніторинг довкілля, фотограмметрія, геоінформатика – сучасні технології та перспективи розвитку : зб. статей 8-ї Міжнар. наук.-техн. конф. (Львів-Східниця, 2017 р.)*. Львів, 2017. С. 43–50.
25. Ivanchuk O., Tumska O. Automated generation of a digital model of an object's micro surface from a SEM-stereo pair by area-based image matching // *Geodesy, Cartography and Aerial photography*. 2019. Vol. 90. P. 50–64.
26. Іванчук О., Тумська О. Автоматизована побудова цифрової моделі мікроповерхні об'єкта за РЕМ-стереопарою методом кореляційного ототожнення ідентичних ділянок // *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. 2019. Вип. 90. С. 50–64.
27. Ivanchuk O., Tumska O. A study of methods for texture classification of SEM images of micro-surfaces of objects and their segmentation // *Geodesy, Cartography and Aerial photography*. 2020. Vol. 91. P. 41–50.
28. Іванчук О., Тумська О. Дослідження методів класифікації текстур РЕМ-зображень мікроповерхонь об'єктів та їх сегментація // *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. 2020. Вип. 91. С. 41–50.

Інтернет-ресурси

1. <https://www.cices.org/pdf/P&RSinformation.pdf>
2. <http://www.asprs.org/About-Us.html>