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

СИЛАБУС

нормативного освітнього компонента

Методи обробки космічних знімків
(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)

Луцьк – 2025

Силабус освітнього компонента Методи обробки космічних знімків 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: **Мельник О.В.,** кандидат технічних наук, доцент

Погоджено
Гарант
освітньо-професійної програми Анна Уль

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

протокол № **1** від **29 серпня** 20**25** р.

Завідувач кафедри: Анна УЛЬ

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

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 освіти	Нормативна
180 год. 6 кредитів		Рік навчання – 2
		Семестр –3,4
		Лекції – 58/36 год.
		Лабораторні – 56/38 год.
		Самост. р-та – 52/84 год.
ІНДЗ: немає		Форма контролю: залік, екзамен
Мова навчання		українська

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА

Викладач	Мельник Олександр Валентинович
Науковий ступінь	Кандидат технічних наук
Вчене звання	Доцент
Посада	Доцент кафедри геодезії, землевпорядкування та кадастру
Профайл	https://vnu.edu.ua/uk/personal/melnyk-oleksandr-valentynovych
Телефон	+380501847315
e-mail	hockins@vnu.edu.ua
Консультації	https://ps.vnu.edu.ua/cgi-bin/timetable.cgi

Анотація курсу

Освітній компонент (ОК) **Методи обробки космічних знімків** є складовим елементом багатогранного блоку загальної 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 трансформує підхід до роботи з даними дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) від класичного візуального дешифрування до сучасного Data Science. Курс охоплює фізичні моделі формування сигналу, алгоритми радіометричної та атмосферної корекції, методи статистичного аналізу багатовимірних даних. Особлива увага приділяється автоматизації процесів з використанням мови програмування Python, хмарним обчисленням (Google Earth Engine), обробці радарних даних (SAR) та застосуванню машинного навчання (Machine Learning/Deep Learning) для вирішення наукових задач моніторингу довкілля.

Пререквізити

ОК першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівня вищої освіти, що містять знання, уміння й навички, необхідні для освоєння досліджуваної ОК: 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 дисципліни **Методи обробки космічних знімків**: ОК вільного вибору, захист наукових досягнень у формі дисертації.

Мета і завдання навчальної дисципліни

Мета ОК - формування у ЗО системного наукового світогляду щодо фізико-математичних основ отримання, попередньої обробки та тематичного аналізу даних аерокосмічного знімання. ОК спрямована на опанування методології перетворення «сирих» даних (Raw Data) у верифіковану геопросторову інформацію, необхідну для наукових досліджень. Головний акцент фокусується на переході від використання комерційного ПЗ до розуміння та розробки власних алгоритмів обробки (Open Science).

Основними **завданнями** ОК є формування професійних компетенцій, що дозволяють самостійно проводити одержання та обробку даних аерокосмічного зондування Землі а також здійснювати моніторингові дослідження в геодезії та землеустрої та дотичних галузях.

Згідно з вимогами ОНП ЗО повинні **знати**:

- Фізико-математичні основи ДЗЗ;
- Методи статистичного аналізу та перетворення даних;
- Принципи мікрохвильового (радарного) зондування;
- Алгоритми машинного навчання (Machine Learning);
- Методологію оцінки точності та валідації;
- Технології обробки великих даних (Big Data);
- Основи програмування для геопросторових задач;

вміти:

- Обґрунтовувати вибір методів корекції та класифікації космічних знімків для конкретних наукових задач;
- Виконувати автоматизовану обробку даних з використанням скриптових мов та спеціалізованих бібліотек;
- Проводити комплексний аналіз мультиспектральних та радарних даних;
- Розробляти та валідувати власні моделі класифікації з оцінкою їх точності та достовірності.

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, фондових 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 «науковий скептицизм»;
- Візуальна грамотність;
- Дослідницька доброчесність та етика ШІ;
- Адаптивність до технологій;
- Управління невизначеністю.

Структура освітнього компонента

Назви змістових модулів і тем	**Усього**	**Лекції.**	**Лабораторні заняття**	**Самостійна робота**	**Консультації**	**Форма контролю*/ Бали**
Змістовий модуль 1. Основи обробки даних ДЗ						
Тема 1. Фізичні моделі дистанційного зондування	12/12	4/2	4/2	4/8	-	ДС, ДБ/14
Тема 2. Алгоритми радіометричної та атмосферної корекції	12/12	4/2	4/2	4/8	-	ДС, ДБ/14
Тема 3. Геометрична корекція та ортотрансформування	12/14	4/2	4/2	4/8	-/2	ДС, ДБ/14
Тема 4. Статистичний аналіз багатозональних даних	12/12	4/2	4/2	4/8	-	ДС, ДБ/14
Тема 5. Спектральні індекси та алгебра растрів	11/10	4/2	4/2	3/6	-	ДС, ДБ/14
Тема 6. Текстурний аналіз зображень	11/10	4/4	4/4	3/2	-	ДС, ДБ/14
Тема 7. Об'єктно-орієнтований аналіз	20/20	6/4	4/4	4/4	6/8	ДС, ДБ/16
Разом за модулем 1	90/90	30/18	28/18	26/44	6/10	100
Змістовий модуль 2. Інтелектуальний аналіз геоданих						
Тема 1. Машинне навчання	16/16	6/4	6/4	4/8	-	ДС, ДБ/14
Тема 2. Глибоке навчання та нейромережі	22/24	6/4	6/4	6/8	4/8	ДС, ДБ/14
Тема 3. Основи радарної	16/16	6/4	6/4	4/8	-	ДС, ДБ/14

інтерферометрії (InSAR) та SAR-даних						
Тема 4. Аналіз часових рядів	12/14	4/2	4/4	4/8	-	ДС, ДБ/14
Тема 5. Хмарні платформи обробки даних	24/20	6/4	6/4	8/8	4/4	ДС, ДБ/14
Модульна контрольна робота №1						Т/15
Модульна контрольна робота №2						Т/15
Разом за модулем 2	90/90	28/18	28/20	26/40	8/12	100
Всього годин	180	58/36	56/38	52/84	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 ОК 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 з ОК та презентації програмного забезпечення для обробки даних аекрокосмічного моніторингу.

Практичні методи: експерименти на основі опрацювання даних дистанційного зондування, комп'ютерного моделювання, розв'язування прикладних завдань 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 студенті;
- 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 освітнього компонента виставляється на основі набраних здобувачем вищої освіти балів впродовж семестру.

Оцінювання тем кожного змістового модуля здійснюється згідно структури ОК.

Залік НПП 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 анульовуються. 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 – 30 балів) та виконання завдань тем змістових модулів (максимум – 70 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 15 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 30) 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 30 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 параметричних (Maximum Likelihood) та непараметричних (Random Forest, SVM) класифікаторів: переваги та обмеження.
2. Математичні основи алгоритму Random Forest: принцип побудови дерев рішень, ентропія та індекс Джині.
3. Поняття "Out-of-Bag" (OOB) помилки в Random Forest та її використання для валідації моделі.
4. Метод опорних векторів (SVM): поняття гіперплощини та ядерних функцій (Kernel trick) у багатовимірному просторі ознак.
5. Проблема перенавчання (Overfitting) класифікаторів: причини виникнення, методи діагностики та усунення.
6. Стратегії вибору гіперпараметрів для алгоритмів машинного навчання (Grid Search vs Random Search).
7. Важливість змінних (Feature Importance) у Random Forest: методи розрахунку та інтерпретація для спектральних каналів.
8. Кластеризація (Unsupervised classification) як метод розвідувального аналізу даних: алгоритми K-Means та ISODATA.
9. Вплив розміру та збалансованості тренувальної вибірки на точність класифікації.
10. Методи активного навчання (Active Learning) для оптимізації процесу розмітки даних.
11. Архітектура згорткових нейронних мереж (CNN): призначення шарів згортки (convolution), пулінгу (pooling) та функцій активації.
12. Семантична сегментація у ДЗЗ: архітектура U-Net, поняття енкодера та декодера.
13. Відмінність між класифікацією об'єктів (Object Detection), семантичною сегментацією та сегментацією екземплярів (Instance Segmentation).
14. Функції втрат (Loss Functions) для задач сегментації: Cross-Entropy, Dice Coefficient, IoU.
15. Методи аугментації даних (Data Augmentation) для підвищення стійкості нейромереж до варіацій орієнтації та освітлення.
16. Концепція Transfer Learning: використання попередньо навчених моделей (наприклад, ImageNet) для задач ДЗЗ.
17. Проблема "зникаючого градієнта" в глибоких мережах та роль функції активації ReLU.
18. Повністю згорткові мережі (FCN) та їх переваги над класичними CNN з повном'язними шарами для обробки супутникових знімків довільного розміру.

19. Генеративні змагальні мережі (GAN) у задачах підвищення розрізнення (Super-resolution) та генерації хмар.
20. Етичні проблеми та упередженість (bias) у тренувальних датасетах для AI в геопросторовому аналізі.
21. Фізичні принципи формування зображення в радіолокаторах з синтезованою апертурою (SAR).
22. Геометричні спотворення на радарних знімках: layover, foreshortening, shadow (фізична природа та методи корекції).
23. Статистична природа спекл-шуму (Speckle) та методи його фільтрації (фільтри Lee, Frost, Non-local Means).
24. Інтерпретація механізмів розсіювання (поверхневе, об'ємне, подвійне відбиття) на основі поляриметричних даних.
25. Радіометрична калібровка SAR даних: поняття Sigma0, Gamma0, Beta0 та їх застосування.
26. Основи радарної інтерферометрії (InSAR): формування інтерферограми, поняття базової лінії (baseline).
27. Когерентність (Coherence) інтерферометричної пари: фактори, що викликають декорреляцію, та її використання для класифікації.
28. Метод постійних розсіювачів (Persistent Scatterers InSAR) для моніторингу зміщень земної поверхні та інженерних споруд.
29. Розгортання фази (Phase Unwrapping): сутність проблеми та алгоритмічні підходи.
30. Використання амплітудних змін SAR для виявлення повеней та вирубок лісу (всепогодний моніторинг).
31. Поляриметрична декомпозиція (H-Alpha, Pauli decomposition): фізичний зміст компонент.
32. Вплив діелектричної проникності ґрунту та шорсткості поверхні на інтенсивність зворотного розсіювання.
33. Порівняльний аналіз можливостей C-band (Sentinel-1) та L-band (ALOS PALSAR) для дослідження лісових масивів.
34. Terrain Correction: використання ЦМР для геокодування радарних даних (Range-Doppler terrain correction).
35. Архітектура платформи Google Earth Engine: клієнтська та серверна сторони, відкладене виконання (lazy evaluation).
36. Парадигма MapReduce у просторовому аналізі великих даних.
37. Методи побудови безхмарних композитів (Cloud-free composites) на основі часових рядів (медіана, medoid, greenest pixel).
38. Алгоритми виявлення змін у часових рядах (Change Detection): BFAST, CCDC, LandTrendr.
39. Фенологічний аналіз за супутниковими даними: виділення метрик SOS (Start of Season) та EOS (End of Season).
40. Гармонічний аналіз часових рядів індексів рослинності (побудова регресійних моделей з синусоїдами).

41. Проблема зберігання та формату даних: Cloud Optimized GeoTIFF (COG) та Spatio-Temporal Asset Catalog (STAC).
42. Data Fusion: методологія поєднання оптичних та радарних даних на рівні пікселів (pixel-level) та ознак (feature-level).
43. Використання Open Data Cube (ODC) для створення національних інфраструктур обробки супутникових даних.
44. Матриця помилок (Confusion Matrix) та похідні метрики: загальна точність, помилки першого та другого роду (Omission/Commission errors).
45. Коефіцієнт Каппа (Kappa coefficient): критика використання та сучасні альтернативи (Matthews correlation coefficient).
46. Дизайн вибіркового обстеження для валідації карт класифікації: простий випадковий, стратифікований, систематичний відбір.
47. Методи крос-валідації (k-fold cross-validation) при роботі з обмеженою кількістю наземних даних.
48. Оцінка невизначеності (Uncertainty Estimation) результатів моделювання на піксельному рівні (Probability maps).
49. Специфіка верифікації об'єктно-орієнтованої класифікації (геометрична точність сегментів vs тематична точність).
50. Відтворюваність наукових досліджень (Reproducibility) у ДЗЗ: роль відкритого коду та контейнеризації (Docker).

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. Zheng, Y., Blasch, E., Liu, Z. Multispectral image fusion and colorization / 2018.
2. States., U., Administration., N. A. and S. Multispectral glancing incidence x-ray telescope.: [Washington, D.C.]: [National Aeronautics and Space Administration], 1985.
3. Iverson, A. E., Shen, S. S. Algorithms for multispectral and hyperspectral imagery III : 22-23 April 1997, Orlando, Florida: Bellingham, Wash.: SPIE, 1997.
4. Remote multispectral sensing in agriculture / Lafayette, Ind.: Agricultural Experiment Station, Purdue University, 1968.
5. Zhu, Y., Tong, Q. Multispectral and hyperspectral image acquisition and processing : 22-24 [October] 2001, Wuhan, China. / 2001.
6. Lurie, J. B., Delaney, T., Engineers., S. of P. I. Multispectral imaging for terrestrial applications II.SPIE, 97.
7. Lu, H., Zhang, T., Engineers., S. of P. I. Multispectral image processing and pattern recognitionSPIE, 03.
8. Lucchitta, B. K., (Etats-Unis), G. S. Multispectral landsat images of Antarctica: Washington, D.C.: Geological Survey, Dept. of the Interior ;, 1987.
9. Navulur, K. Multispectral image analysis using the object-oriented paradigm / Boca Raton: CRC Press [u.a.], 2007.
10. Wenderoth, S., Yost, E., States., U., et al. Multispectral photography for earth resources: Greenvale, N.Y.: Remote Sensing Information Center, 1975.
11. Zebker, H. A. Radar interferometry: Oxford: Wiley-Blackwell, 2011.
12. Duzgun, H. S., Demirel, N. Remote sensing of the mine environment: 2012.
13. Gower, J. F. R. Remote sensing of the marine environment / Bethesda, Md.: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 2006.
14. Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., Chipman, J. W. Remote sensing and image interpretation / 2015.
15. Sathyendranath, S., Babin, M., Frouin, R., et al. Remote sensing of the coastal oceanic environment[Bellingham, Wash.] , [SPIE], 05.
16. Kampes, B. M. Radar interferometry. Springer, 2014.
17. Goetz, S. J. Recent advances in remote sensing of biophysical variables: Amsterdam: Elsevier, 2002.
18. Thompson, D. G. Innovative radar interferometry: .
19. Lang, O. Radar remote sensing in Western Antarctica with special emphasis on differential interferometry: Koln , DLR, Bibliotheks- und Informationswesen.
20. Holz, R. K. The Surveillant science : remote sensing of the environment: New York; Chichester: Wiley, 1985.
21. Hanssen, R. F. Radar interferometry : data interpretation and error analysis: Dordrecht; London: Springer, 2011.
22. Kuznetsov, A., Melnikova, I., Pozdnyakov, D., et al. Remote Sensing of the

Environment and Radiation Transfer An Introductory Survey: Berlin: Springer Berlin, 2014.
23. Lakshmi, V. Remote sensing of hydrological extremes / 2017.
24. Wang, Y. Remote sensing of protected lands / 2012.
25. Lintz, J., Simonett, D. S. Remote sensing of environment: Reading, Mass.; Don Mills, Ont.: American Elsevier Pub. Co., 1969.
26. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія / В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. – Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2014. – 492 с.
27. Говоров М. Геоінформаційні технології та інфраструктура геопросторових даних: у шести томах. Том 3: Просторові кадастрові інформаційні системи для інфраструктури просторових даних. Навчальний пособник /Говоров М., Лященко А.А., Кейк Д., Зандберген, П. М.А. Молочко, Л. Бевайніс, Л.М. Даценко, Путренко В.В. К.: Планета-Прінт, 2017. 520 с.
28. Іщук О. О. Просторовий аналіз в ГІС : навч. посіб. / О. О. Іщук, М. М. Коржнев, О. Є. Кошляков ; за ред. акад. Д. М. Гродзинського. К. : ВПЦ "Київський університет", 2003. 195 с.
29. Карпінський Ю.О. Геопросторовий аналіз: навч. посіб. /Карпінський Ю.О., Лященко А.А., Кравченко Ю.В. К.: КНУБА, 2016. 184с.
30. Кейк Д. Геоінформаційні технології та інфраструктура геопросторових даних: у шести томах. Том 2: Системи керування базами геоданих для інфраструктури просторових даних. Навчальний пособник /Кейк Д., Лященко А.А., Путренко В.В., Хмелевський Ю., Дорошенко К.С., Говоров М. К.: Планета-Прінт, 2017. 456 с.
31. Патракеєв І.М. , Толстохатько В.А., Поморцева О.Є.Бази даних: проектування та використання для обліку нерухомого майна Х.: ХНУМГ, 2014. с. 176.

Додаткова

32. Melnyk O., Brunn A. Analysis of Spectral Index Interrelationships for Vegetation Condition Assessment on the Example of Wetlands in Volyn Polissya, Ukraine. Earth (Switzerland). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), 2025. Т. 6, № 2. DOI: 10.3390/earth6020028.
33. Uhl A., Melnyk Y., Melnyk O., та ін. Application of Microphotogrammetric and Material Science Techniques in the Study of Materials on the Example of Alloy AlZnMgCu. Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange. Springer International Publishing Cham, 2019. С. 477–486.
34. Tsos O., Radzii V., Kocun L., та ін. Assessment of the ecological state of surface waters of the Luga River, in the town of Volodymyr, by macrophytes. Agronomy Science. 2024. Т. 79, № 1. С. 125–135.
35. Melnyk O., Manko P. Classification of volyn forests according to data of multispectral satellite images. ScienceRise. 2018. Т. 9. С. 25–30. DOI: 10.15587/2313-8416.2018.143139.

36. Shostak A., Voloshyn V., Melnyk O., Manko P. Geoinformation Modeling of Flooded Areas in Settlements in the Example of Lutsk. 2018.
37. Fesyuk V., Moroz I., Fedonyuk M., та ін. Methodology and practical implementation of research of changes in forest coverage of Volyn region using remote sensing. Visnyk of VN Karazin Kharkiv National University, series" Geology. Geography. Ecology". 2023. № 58. С. 274–289.
38. Uhl A.V., Melnyk O.V., Melnyk Y.A., Ilyin L.V. Microphotogrammetric approach in the study of alsimg alloys. Metallofizika i Noveishie Tekhnologii. 2021. Т. 43, № 2. DOI: 10.15407/mfint.43.02.0255.
39. Morozyuk B., Melnyk O. Remote monitoring of channel processes of the West Bug river in the border of the Volyn region. Містобудування та територіальне планування. 2020. № 73. С. 194–204.
40. Melnyk O., Manko P., Brunn A. Remote sensing methods for estimating tree species of forests in the Volyn region, Ukraine. Frontiers in Forests and Global Change. 2023. Т. 6. DOI: 10.3389/ffgc.2023.1041882.
41. Uhl A., Melnyk O., Melnyk Y., та ін. Remote sensing monitoring of changes in forest cover in the Volyn region: a cross section for the first two decades of the 21st century. Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series «Geology. Geography. Ecology». V N Karazin Kharkiv National University, 2024. Т. 2024, № 60. С. 272–283. DOI: 10.26565/2410-7360-2024-60-19.
42. Melnyk O., Brunn A. Seasonal and Long-Term Water Regime Trends of Cheremsky Wetland: Analysis Based on Sentinel-2 Spectral Indices and Composite Indicator Development. Remote Sensing. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), 2025. Т. 17, № 14. DOI: 10.3390/rs17142363.