Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Географічний факультет

Кафедра Фізичної географії, геоморфології та палеогеографії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Декан географічного факультету
_____ Мирослав ЗАЯЧУК

«31» серпня 2026 року

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

ОБРОБКА ДАНИХ LIDAR ДЛЯ ГЕОМОРФОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

(назва навчальної дисципліни)

Вибіркова

(вказати: обов'язкова / вибіркова)

Освітньо-професійна програма «Геомоніторинг і геоконсалтинг»

(назва програми)

Спеціальність Е4 Науки про Землю

(вказати: код, назва)

Галузь знань Е «Природничі науки, математика та статистика»

(вказати: шифр, назва)

Рівень вищої освіти другий магістерський

(вказати: перший бакалаврський/другий магістерський)

Географічний факультет

(назва факультету/інституту, на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаною освітньо-професійною програмою)

Мова навчання українська

(вказати: на якій мові читається дисципліна)

Чернівці 2026 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Обробка даних LiDAR для геоморфологічних досліджень» складена відповідно до змісту освітньо-професійної програми «Геомоніторинг і геоконсалтинг», затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (Протокол № 7 від 25 травня 2026 року).

Розробник: к. геогр. н., доцент. *Кирилюк Сергій Миколайович.*
(П.І.Б. авторів, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Викладач (чі): що забезпечує читання даної навчальної дисципліни
к. геогр. н., доцент. *Кирилюк Сергій Миколайович*
(П.І.Б. авторів, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджено на засіданні кафедри фізичної географії, геоморфології та палеогеографії

Протокол № 1 від «31» серпня 2026 року

Завідувач кафедри _____ Дарія ХОЛЯВЧУК
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено методичною радою факультету / навчально-наукового інституту

Протокол № 1 від «31» серпня 2026 року

Голова методичної ради географічного факультету _____ Наталя АНДРУСЯК
(підпис) (прізвище та ініціали)

Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни «Обробка даних LiDAR для геоморфологічних досліджень» є формування у здобувачів системи теоретичних знань і практичних навичок щодо отримання, обробки, аналізу та інтерпретації даних лазерного сканування LiDAR для дослідження морфології, генезису, динаміки та сучасних трансформацій рельєфу. Дисципліна спрямована на опанування методів перетворення хмар точок LiDAR у цифрові моделі рельєфу та поверхні, виділення геоморфологічних форм і структур, аналіз морфометричних характеристик рельєфу та використання високодетальних геопросторових даних для вирішення прикладних і науково-дослідних завдань геоморфології.

Завдання дисципліни полягають у:

Основними завданнями навчальної дисципліни є ознайомлення з принципами лазерного сканування та структурою LiDAR-даних; формування навичок роботи з хмарами точок і їх попередньої обробки; засвоєння методів фільтрації, класифікації та нормалізації LiDAR-даних; опанування технологій побудови цифрових моделей рельєфу, цифрових моделей поверхні та похідних морфометричних моделей; формування вмінь виявляти й картографувати геоморфологічні форми за даними LiDAR; застосування методів аналізу висот, ухилів, експозицій, кривизни, тіньового рельєфу та інших параметрів; використання LiDAR-даних для дослідження ерозійних, зсувних, карстових, флювіальних та інших геоморфологічних процесів; набуття навичок інтеграції LiDAR-даних із ГІС, даними дистанційного зондування Землі та іншими геопросторовими джерелами; розвиток здатності оцінювати точність, обмеження та можливості застосування LiDAR у геоморфологічному картографуванні, моніторингу рельєфу та моделюванні його динаміки.

Результати навчання

У результаті вивчення освітнього компоненту здобувач повинен знати:

– теоретичні основи лазерного сканування та принципи формування LiDAR-даних;
– основні типи LiDAR-систем, джерела отримання та формати представлення даних;
– структуру та характеристики хмар точок LiDAR, принципи їх організації та зберігання;
– методи попередньої обробки, фільтрації, класифікації та нормалізації LiDAR-даних;
– принципи побудови цифрових моделей рельєфу, цифрових моделей поверхні та цифрових моделей висот на основі LiDAR;
– основні морфометричні параметри рельєфу та методи їх розрахунку за високодетальними цифровими моделями;
– можливості LiDAR для виявлення, картографування та морфометричного аналізу геоморфологічних форм;
– методи використання LiDAR-даних для дослідження флювіальних, ерозійних, зсувних, карстових, гравітаційних та інших геоморфологічних процесів;
– принципи візуалізації та геоморфологічної інтерпретації LiDAR-даних у ГІС;
– можливості інтеграції LiDAR із даними дистанційного зондування Землі, топографічними матеріалами та іншими геопросторовими даними;
– основні методи оцінювання точності цифрових моделей рельєфу, створених на основі LiDAR;
– переваги, обмеження та сфери застосування LiDAR-технологій у сучасних геоморфологічних дослідженнях.

Повинен вміти:

– працювати з хмарами точок LiDAR та основними форматами їх представлення;
– здійснювати попередню обробку, фільтрацію, класифікацію та нормалізацію LiDAR-даних;

– виконувати відбір і підготовку LiDAR-даних для вирішення конкретних геоморфологічних завдань;
– створювати цифрові моделі рельєфу та цифрові моделі поверхні на основі хмар точок;
– розраховувати та аналізувати основні морфометричні характеристики рельєфу;
– створювати карти висот, ухилів, експозицій, кривизни, тіньового рельєфу та інших похідних цифрових моделей;
– виявляти й картографувати геоморфологічні форми за даними LiDAR;
– застосовувати LiDAR-дані для дослідження рельєфоутворювальних і геоморфологічних процесів;
– виконувати просторовий аналіз та геоморфологічну інтерпретацію високодетальних моделей рельєфу;
– інтегрувати LiDAR-дані з ГІС, матеріалами дистанційного зондування Землі та іншими геопросторовими даними;
– оцінювати точність і якість створених цифрових моделей рельєфу та результатів їх аналізу;
– використовувати результати LiDAR-аналізу для геоморфологічного картографування, моніторингу та моделювання динаміки рельєфу.

Повинен володіти:

– навичками роботи з LiDAR-даними та спеціалізованим програмним забезпеченням для їх обробки;
– методами імпорту, структурування, фільтрації, класифікації та редагування хмар точок;
– технологіями побудови високодетальних цифрових моделей рельєфу та поверхні;
– методами цифрового морфометричного аналізу рельєфу;
– прийомами візуалізації та геоморфологічної інтерпретації LiDAR-даних;
– методами автоматизованого та напівавтоматизованого виділення геоморфологічних форм;
– навичками просторового аналізу рельєфу в геоінформаційних системах;
– методами поєднання LiDAR-даних із матеріалами дистанційного зондування Землі, топографічними картами та іншими геопросторовими даними;
– прийомами аналізу просторової структури та динаміки геоморфологічних процесів за багаточасовими LiDAR-даними;
– методами оцінювання точності та достовірності цифрових моделей рельєфу;
– навичками картографічного представлення результатів LiDAR-аналізу;
– методами застосування LiDAR-технологій для розв’язання наукових і прикладних завдань геоморфології.

Повинен демонструвати здатність і готовність:

– самостійно добирати та використовувати LiDAR-дані відповідно до поставленого геоморфологічного завдання;
– планувати послідовність обробки та аналізу хмар точок для отримання достовірної геоморфологічної інформації;
– застосовувати сучасні ГІС-технології та методи просторового аналізу для дослідження рельєфу;
– обґрунтовано вибирати методи фільтрації, класифікації та моделювання LiDAR-даних залежно від особливостей території та мети дослідження;
– інтерпретувати цифрові моделі рельєфу та виявляти за ними закономірності просторової організації геоморфологічних форм;
– використовувати LiDAR-дані для виявлення, картографування та моніторингу сучасних геоморфологічних процесів;
– інтегрувати результати LiDAR-аналізу з іншими видами геопросторової інформації для комплексного дослідження рельєфу;
– критично оцінювати якість, точність і достовірність отриманих результатів;

– візуалізувати та картографічно представляти результати геоморфологічного аналізу LiDAR-даних;
– застосовувати отримані знання та практичні навички для розв’язання наукових, навчальних і прикладних завдань у галузі геоморфології.

Опис навчальної дисципліни

Загальна інформація

Форма навчання	**Рік підготовки**	**Семестр**	**Кількість**		**Кількість годин**						**Вид підсумкового контролю**
			кредитів	**годин**	**лекції**	**практичні**	**семінарські**	**лабораторні**	**самостійна робота**	**індивідуальні завдання**	
Денна	1	2	3	90	12	12	-	-	66	-	залік

Структура змісту навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Змістовний модуль 1						
Тема 1. LiDAR-технології у дослідженні рельєфу: принципи, можливості та джерела даних	8	1	1			6
Тема 2. Структура, формати та характеристики LiDAR-даних. Хмари точок	8	1	1			6
Тема 3. Попередня обробка та очищення LiDAR-даних	9	1	1			7
Тема 4. Фільтрація та класифікація хмар точок для побудови цифрових моделей рельєфу	9	1	1			7
Тема 5. Побудова цифрових моделей рельєфу та цифрових моделей поверхні на основі LiDAR	11	2	2			7
Всього (М1)	45	6	6			33
Змістовний модуль 2						
Тема 6. Морфометричний аналіз рельєфу за високодетальними LiDAR-моделями	8	1	1			6
Тема 7. Виявлення та картографування геоморфологічних форм за даними LiDAR	8	1	1			6
Тема 8. LiDAR у дослідженні ерозійних, флювіальних, зсувних і гравітаційних процесів	9	1	1			7
Тема 9. Багаточасовий LiDAR-моніторинг динаміки рельєфу та геоморфологічних процесів	9	1	1			7
Тема 10. Інтеграція LiDAR, ГІС і дистанційного зондування Землі у сучасних геоморфологічних дослідженнях	11	2	2			7
Всього (М2)	45	6	6			33
Всього	90	12	12			66

Теми лекційних занять

№	Назва теми з основними питаннями
1	**Тема 1. LiDAR-технології у дослідженні рельєфу: принципи, можливості та джерела даних.** Поняття LiDAR, принципи роботи лазерного сканування та формування хмари точок. Наземний, аеролазерний, мобільний та безпілотний LiDAR. Основні характеристики LiDAR-даних: просторова роздільна здатність, щільність точок, точність та охоплення території. Джерела та способи отримання LiDAR-даних. Переваги LiDAR порівняно з традиційними топографічними методами та іншими технологіями дистанційного зондування Землі. Можливості застосування LiDAR для геоморфологічного картографування, морфометричного аналізу та моніторингу рельєфу.
2	**Тема 2. Структура, формати та характеристики LiDAR-даних.** Хмари точок. Поняття хмари точок та її структура. Основні атрибути LiDAR-точок: координати, висота, інтенсивність відбитого сигналу, номер відбиття та класифікація. Формати зберігання та обміну LiDAR-даними, зокрема LAS і LAZ. Щільність і просторовий розподіл точок. Первинні та похідні LiDAR-дані. Особливості представлення тривимірної інформації про поверхню Землі. Вплив якості та характеристик хмари точок на результати геоморфологічного аналізу.
3	**Тема 3. Попередня обробка та очищення LiDAR-даних. Основні етапи підготовки LiDAR-даних до геоморфологічного аналізу.** Перевірка повноти, точності та просторової узгодженості хмари точок. Виявлення та видалення шумів, аномальних і помилкових точок. Фільтрація даних та усунення небажаних об'єктів. Нормалізація висот і приведення даних до єдиної системи координат. Мозаїка та обрізання наборів LiDAR-даних за межами досліджуваної території. Контроль якості результатів попередньої обробки.
4	**Тема 4. Фільтрація та класифікація хмар точок для побудови цифрових моделей рельєфу.** Принципи класифікації LiDAR-точок за типом об'єкта та характером поверхні. Виділення точок земної поверхні, рослинності, будівель та інших об'єктів. Методи автоматичної, напівавтоматичної та ручної класифікації. Фільтрація рослинності та антропогенних об'єктів для відновлення поверхні рельєфу. Алгоритмічні підходи до визначення точок земної поверхні. Вплив правильності класифікації на якість цифрової моделі рельєфу та результати геоморфологічних досліджень.
5	**Тема 5. Побудова цифрових моделей рельєфу та цифрових моделей поверхні на основі LiDAR.** Поняття цифрової моделі рельєфу, цифрової моделі поверхні та цифрової моделі висот. Методи інтерполяції LiDAR-точок і формування регулярних та нерегулярних моделей поверхні. Побудова растрових цифрових моделей рельєфу та триангуляційних моделей. Вибір роздільної здатності залежно від щільності LiDAR-даних і масштабу дослідження. Оцінювання похибок та артефактів цифрових моделей. Підготовка моделей рельєфу до подальшого морфометричного та геоморфологічного аналізу.
6	**Тема 6. Морфометричний аналіз рельєфу за високодетальними LiDAR-моделями.** Основні морфометричні характеристики рельєфу та методи їх визначення за LiDAR-даними. Аналіз абсолютних і відносних висот, крутизни схилів та експозиції. Розрахунок планової та профільної кривизни, локальних перепадів висот, шорсткості та інших параметрів поверхні. Побудова моделей затінення та візуалізація мікро- і мезоформ рельєфу. Аналіз просторової диференціації морфометричних показників. Використання високодетальних моделей для виявлення малих форм рельєфу, які важко встановити за традиційними топографічними матеріалами.
7	**Тема 7. Виявлення та картографування геоморфологічних форм за даними**

	LiDAR. Можливості LiDAR для детального дослідження морфології земної поверхні. Методи виявлення лінійних, площинних і локальних форм рельєфу. Геоморфологічне дешифрування цифрових моделей рельєфу та їх похідних. Виявлення терас, ярів, балок, уступів, западин, валів, зсувних тіл та інших форм рельєфу. Автоматизоване й експертне картографування геоморфологічних об'єктів. Поєднання морфометричних показників і візуальних ознак під час геоморфологічної інтерпретації LiDAR-моделей.
8	**Тема 8. LiDAR у дослідженні ерозійних, флювіальних, зсувних і гравітаційних процесів.** Застосування високодетальних LiDAR-даних для дослідження сучасних геоморфологічних процесів. Виявлення ерозійних форм та оцінювання змін поверхні в басейнах річок і на схилах. Дослідження руслових форм, заплав, терас та інших флювіальних утворень. Виявлення та морфометрична характеристика зсувів, обвалів і осипів. Аналіз просторового поширення та інтенсивності схилових процесів. Використання цифрових моделей рельєфу для оцінювання об'ємів переміщеного матеріалу та змін рельєфу.
9	**Тема 9. Багаточасовий LiDAR-моніторинг динаміки рельєфу та геоморфологічних процесів.** Принципи використання повторних LiDAR-зйомок для дослідження часових змін земної поверхні. Порівняння цифрових моделей рельєфу різних часових зрізів. Методика аналізу змін висот і побудови карт різниці поверхонь. Виявлення зон акумуляції та денудації. Оцінювання горизонтальних і вертикальних переміщень та обсягів трансформації рельєфу. Моніторинг розвитку зсувів, ерозійних процесів, руслових деформацій та антропогенних змін. Джерела похибок і критерії достовірності результатів багаточасового LiDAR-аналізу.
10	**Тема 10. Інтеграція LiDAR, ГІС і дистанційного зондування Землі у сучасних геоморфологічних дослідженнях.** Принципи інтеграції LiDAR із супутниковими та аерофотознімками, цифровими моделями рельєфу, топографічними картами та іншими геопросторовими даними. Просторовий аналіз LiDAR-даних у геоінформаційних системах. Поєднання морфометричних показників, спектральної інформації та даних про земний покрив. Створення комплексних геоморфологічних моделей території. Візуалізація та картографічне представлення результатів LiDAR-аналізу. Застосування інтегрованих геопросторових даних для геоморфологічного картографування, моніторингу природних процесів, оцінювання стану рельєфу та вирішення прикладних завдань.

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми
1	**Практичне заняття 1. Ознайомлення з LiDAR-даними та хмарами точок**. Структура та основні характеристики хмар точок LiDAR. Перегляд і візуалізація тривимірних даних. Аналіз координат, висот, інтенсивності відбиття та інших атрибутів точок. Робота з форматами LAS і LAZ. Визначення щільності точок та просторового охоплення набору даних. Оцінювання придатності LiDAR-даних для геоморфологічного дослідження.
2	**Практичне заняття 2. Попередня обробка та підготовка LiDAR-даних до аналізу.** Імпорт LiDAR-даних у програмне середовище. Перевірка системи координат і просторової прив'язки. Обрізання хмари точок за межами досліджуваної території. Виявлення та видалення шумових і аномальних точок. Нормалізація висот та підготовка даних до подальшої класифікації. Оцінювання якості підготовленої хмари точок.
3	**Практичне заняття 3. Класифікація та фільтрація хмари точок LiDAR.** Аналіз класифікаційних категорій LiDAR-точок. Виділення точок земної поверхні, рослинності та антропогенних об'єктів. Застосування автоматизованих

	алгоритмів фільтрації. Перевірка результатів класифікації та виправлення помилково класифікованих точок. Підготовка класу земної поверхні для побудови цифрової моделі рельєфу.
4	**Практичне заняття 4. Побудова цифрової моделі рельєфу та цифрової моделі поверхні.** Створення цифрової моделі рельєфу та цифрової моделі поверхні на основі класифікованих LiDAR-даних. Порівняння різних методів інтерполяції. Вибір просторової роздільної здатності моделі. Виявлення артефактів та оцінювання якості отриманих моделей. Візуалізація цифрових моделей рельєфу та поверхні. Порівняння їх інформаційних можливостей для геоморфологічного аналізу.
5	**Практичне заняття 5. Побудова та аналіз морфометричних моделей рельєфу.** Розрахунок абсолютних висот, крутизни схилів та експозиції. Побудова моделей планової та профільної кривизни. Створення карт локальних перепадів висот, шорсткості та інших параметрів рельєфу. Візуалізація результатів морфометричного аналізу. Інтерпретація просторової диференціації морфометричних показників та її зв'язок із морфологією рельєфу.
6	**Практичне заняття 6. Візуалізація та геоморфологічне дешифрування LiDAR-моделей.** Створення моделей тіньового рельєфу та їх комбінування з морфометричними показниками. Аналіз цифрових моделей рельєфу під різними кутами освітлення. Виявлення мікро-, мезо- та макроформ рельєфу. Геоморфологічне дешифрування лінійних, площинних і локальних форм. Порівняння результатів візуального дешифрування з морфометричними характеристиками.
7	**Практичне заняття 7. Виявлення та картографування геоморфологічних форм за даними LiDAR.** Виділення та картографування флювіальних, ерозійних, схилових та інших форм рельєфу. Виявлення терас, ярів, балок, уступів, западин, валів і зсувних тіл. Використання цифрових моделей та їх похідних для автоматизованого й експертного картографування. Створення тематичного шару геоморфологічних форм. Оцінювання точності та повноти результатів картографування.
8	**Практичне заняття 8. LiDAR-аналіз ерозійних, флювіальних та зсувних процесів.** Виявлення геоморфологічних ознак сучасних процесів за високодетальними цифровими моделями рельєфу. Аналіз ерозійної мережі та формування промоїн, ярів і балок. Дослідження руслових форм та заплавно-терасових комплексів. Виявлення та морфометричний аналіз зсувних тіл. Розрахунок площ і об'ємів змінених ділянок рельєфу. Оцінювання просторової диференціації інтенсивності геоморфологічних процесів.
9	**Практичне заняття 9. Аналіз часових змін рельєфу за багаточасовими LiDAR-даними.** Підготовка та узгодження LiDAR-даних різних років зйомки. Створення цифрових моделей рельєфу для різних часових зрізів. Побудова карт різниці поверхонь та виявлення зон денудації й акумуляції. Визначення вертикальних змін земної поверхні та оцінювання обсягів переміщеного матеріалу. Аналіз динаміки зсувних, ерозійних і руслових процесів. Оцінювання похибок та достовірності виявлених змін.
10	**Практичне заняття 10. Комплексне геоморфологічне дослідження території на основі LiDAR та ГІС.** Інтеграція LiDAR-даних із супутниковими знімками, топографічними картами та іншими геопросторовими матеріалами. Проведення комплексного морфометричного та геоморфологічного аналізу досліджуваної території. Виявлення закономірностей просторової організації рельєфу та сучасних геоморфологічних процесів. Створення комплексної геоморфологічної карти та тематичних картографічних матеріалів. Інтерпретація результатів і підготовка підсумкового геоморфологічного звіту.

Самостійна робота студента

№	Назва теми	Завдання для самостійної роботи	Кількість годин
1	Тема 1. Принципи лазерного сканування та формування LiDAR-даних.	Опрацювання принципів роботи лазерних сканерів та особливостей формування лазерного імпульсу. Вивчення наземного, аеролазерного, мобільного та безпілотного LiDAR. Аналіз чинників, що визначають точність і щільність хмари точок. Порівняння LiDAR з іншими методами дистанційного зондування Землі. Ознайомлення з основними напрямами застосування LiDAR у геоморфології.	6
2	Тема 2. Структура та формати представлення хмар точок LiDAR.	Вивчення структури хмари точок та основних атрибутів LiDAR-даних. Аналіз координатних і висотних характеристик точок, інтенсивності відбитого сигналу та номерів відбиття. Опрацювання форматів LAS і LAZ та особливостей їх використання. Аналіз показників щільності точок і просторового охоплення даних. Оцінювання впливу структури даних на результати геоморфологічного дослідження.	6
3	Тема 3. Методи фільтрації та класифікації LiDAR-даних.	Опрацювання основних алгоритмів фільтрації хмар точок. Вивчення методів виділення земної поверхні, рослинності та антропогенних об'єктів. Порівняння автоматизованої, напівавтоматизованої та ручної класифікації. Аналіз типових помилок класифікації. Оцінювання впливу якості фільтрації на побудову цифрових моделей рельєфу.	7
4	Тема 4. Цифрові моделі рельєфу на основі LiDAR-даних	. Вивчення принципів створення цифрових моделей рельєфу, цифрових моделей поверхні та цифрових моделей висот. Аналіз методів інтерполяції хмар точок. Порівняння растрових і тріангуляційних моделей. Вивчення критеріїв вибору просторової роздільної здатності. Аналіз джерел похибок та артефактів цифрових моделей рельєфу.	7
5	Тема 5. Морфометричні характеристики рельєфу та їх розрахунок за LiDAR-даними.	Опрацювання методів визначення абсолютних і відносних висот, крутизни схилів та експозиції. Вивчення показників планової та профільної кривизни, шорсткості та локальної мінливості рельєфу. Аналіз можливостей використання морфометричних показників для характеристики геоморфологічних форм. Оцінювання взаємозв'язків між окремими параметрами рельєфу.	7
6	Тема 6. Методи візуалізації LiDAR-моделей для геоморфологічного дешифрування.	Вивчення способів візуалізації цифрових моделей рельєфу. Аналіз можливостей моделей тіньового рельєфу, гіпсометричного забарвлення та тривимірного представлення поверхні. Дослідження впливу напряму та висоти джерела освітлення на виявлення форм рельєфу. Порівняння різних способів візуалізації. Визначення найбільш інформативних методів для дешифрування мікро- та	6

		мезоформ рельєфу.	
7	Тема 7. LiDAR у дослідженні та картографуванні геоморфологічних форм.	Опрацювання методів виявлення флювіальних, ерозійних, схилових, карстових та інших форм рельєфу. Аналіз можливостей автоматизованого та експертного виділення геоморфологічних об'єктів. Вивчення морфометричних ознак окремих типів форм рельєфу. Аналіз прикладів геоморфологічного картографування за високодетальними LiDAR-моделями. Оцінювання переваг LiDAR для дослідження малих форм рельєфу.	6
8	Тема 8. Застосування LiDAR для дослідження сучасних геоморфологічних процесів.	Вивчення можливостей LiDAR для дослідження ерозії, акумуляції, зсувів, обвалів, осипів та руслових деформацій. Аналіз морфологічних індикаторів сучасних геоморфологічних процесів. Опрацювання методів визначення площ і об'ємів зміненого рельєфу. Дослідження прикладів використання LiDAR для оцінювання інтенсивності геоморфологічних процесів. Аналіз можливостей застосування даних для прогнозування та моніторингу змін рельєфу.	7
9	Тема 9. Багаточасовий аналіз LiDAR-даних та моніторинг динаміки рельєфу	. Вивчення принципів порівняння LiDAR-зйомок різних часових періодів. Опрацювання методів побудови моделей різниці поверхонь та карт вертикальних змін рельєфу. Аналіз зон денудації та акумуляції. Вивчення методів оцінювання обсягів переміщення матеріалу. Аналіз джерел похибок під час порівняння різночасових моделей. Дослідження можливостей LiDAR-моніторингу природних і антропогенних трансформацій рельєфу.	7
10	Тема 10. Інтеграція LiDAR із ГІС та іншими геопросторовими даними.	Опрацювання способів поєднання LiDAR із супутниковими знімками, аерофотоматеріалами, топографічними картами та іншими цифровими моделями. Вивчення методів комплексного просторового аналізу рельєфу в ГІС. Аналіз можливостей інтеграції морфометричної та спектральної інформації. Дослідження прикладів створення комплексних геоморфологічних моделей територій. Узагальнення можливостей інтегрованого використання LiDAR і ГІС для сучасних геоморфологічних досліджень.	7

Методи навчання

● практичні заняття,
● наочні методи (презентації, відеоматеріали, YouTube канал кафедри «Цілком природно»),
● робота з книгою: навчально-методичною, науковою, доповідями тощо,
● електронне та інтерактивне онлайн-навчання (дистанційні).

У процесі вивчення дисципліни «Обробка даних LiDAR для геоморфологічних досліджень» основними методами навчання виступають лекція та практична робота. Важливе місце також відводиться самостійній роботі студентів.

На лекційних заняттях студентам розкривається науково-теоретичний зміст і практичне значення тем, які розглядаються. Лекційний матеріал завжди подається з поясненнями, у формі бесіди зі студентами. З наочних елементів навчання широко застосовуються ілюстрації, відеопрезентації.
Практичні заняття мають на меті поглибити і закріпити теоретичні знання, отримані на лекціях і у процесі самостійної роботи, а також сформувати практичні уміння їх використання при виникненні потреби.
Самоосвіта припускає поглиблене вивчення відповідних тем, самостійне оволодіння необхідною інформацією, розвиток творчих здібностей студентів, формування у них вмінь самостійного аналізу курсу, що вивчається, а також практичного застосування набутих знань.

Система контролю та оцінювання

Поточний контроль результатів навчання з освітнього компонента «Обробка даних LiDAR для геоморфологічних досліджень» здійснюється під час лекційних, практичних занять та самостійної роботи здобувачів і передбачає оцінювання рівня засвоєння теоретичних знань, сформованості практичних умінь та здатності застосовувати LiDAR-дані для розв'язання геоморфологічних завдань. Поточне оцінювання може здійснюватися у формі усного та письмового опитування, тестування, виконання практичних завдань з обробки та аналізу хмар точок, побудови цифрових моделей рельєфу, виконання морфометричного аналізу, геоморфологічного дешифрування та картографування. Окремо оцінюється виконання завдань самостійної роботи, опрацювання теоретичного матеріалу та підготовка аналітичних матеріалів за результатами досліджень.
Підсумковий контроль проводиться у формі заліку та передбачає комплексне оцінювання теоретичної підготовки і практичних навичок здобувача. Екзаменаційні завдання охоплюють питання щодо принципів LiDAR-сканування, структури та обробки хмар точок, побудови й аналізу цифрових моделей рельєфу, морфометричних методів, геоморфологічного дешифрування, дослідження сучасних геоморфологічних процесів та багаточасового аналізу LiDAR-даних. Загальна оцінка формується за 100-бальною шкалою з урахуванням результатів поточного та підсумкового контролю і переводиться у відповідну оцінку за національною та шкалою ЄКТС.

Критерії оцінювання поточного та підсумкового контролю

Поточне та підсумкове оцінювання результатів навчання з освітнього компонента «Обробка даних LiDAR для геоморфологічних досліджень» здійснюється за 100-бальною шкалою та передбачає комплексне врахування рівня теоретичної підготовки, практичних умінь, якості самостійної роботи, здатності застосовувати технології лазерного сканування, методи обробки та аналізу LiDAR-даних, геоінформаційні технології та цифрові моделі рельєфу для дослідження, картографування й моніторингу геоморфологічних форм і процесів, а також обґрунтовувати отримані результати.
Поточний контроль передбачає оцінювання роботи здобувача під час лекційних і практичних занять, виконання практичних та самостійних робіт, участі в обговоренні проблемних питань, виконання індивідуальних і ситуаційних завдань. Під час оцінювання враховуються повнота та правильність виконання завдання, рівень засвоєння теоретичного матеріалу, самостійність виконання роботи, обґрунтованість вибору LiDAR-даних і методів їх опрацювання, коректність фільтрації та класифікації хмар точок, якість побудови цифрових моделей рельєфу та поверхні, правильність виконання морфометричного аналізу, якість геоморфологічної інтерпретації та картографування, точність отриманих результатів і здатність формулювати обґрунтовані висновки.
Практичні роботи оцінюються з урахуванням правильності виконання поставленого завдання, послідовності застосування методики, коректності підготовки та опрацювання LiDAR-даних, правильності операцій із хмарами точок, фільтрації та класифікації даних,

побудови цифрових моделей рельєфу та поверхні, виконання морфометричного аналізу, якості візуалізації та геоморфологічного дешифрування, обґрунтованості вибору методів просторового аналізу, самостійності виконання та змістовності висновків.
Самостійні роботи оцінюються за якістю опрацювання інформаційних і наукових джерел, глибиною аналізу проблеми, логічністю викладу матеріалу, здатністю застосовувати теоретичні положення LiDAR-технологій до конкретних геоморфологічних завдань, умінням критично оцінювати якість і точність геопросторових даних, аналізувати можливості застосування LiDAR для дослідження рельєфу та сучасних геоморфологічних процесів, аргументованістю висновків та практичною спрямованістю запропонованих підходів і рішень.
Підсумковий контроль передбачає комплексну перевірку сформованості програмних результатів навчання та може включати теоретичні питання, тестові завдання, практичні ситуаційні завдання або аналіз геоморфологічного кейсу на основі LiDAR-даних. Оцінюється не лише відтворення навчального матеріалу, а й здатність здобувача самостійно аналізувати хмари точок, визначати оптимальні методи їх обробки, створювати та аналізувати цифрові моделі рельєфу, виконувати морфометричний аналіз, виявляти й картографувати геоморфологічні форми, оцінювати сучасні зміни рельєфу за багаточасовими LiDAR-даними, визначати якість і точність отриманих результатів та формулювати обґрунтовані висновки.
Високий рівень (90–100 балів) характеризується ґрунтовним і системним знанням теоретичних засад LiDAR-технологій, структури та принципів обробки хмар точок, цифрового моделювання рельєфу та геоморфологічного аналізу, вільним володінням понятійним апаратом, самостійним і коректним застосуванням методів фільтрації, класифікації та аналізу LiDAR-даних, здатністю комплексно працювати з високодетальними геопросторовими даними, створювати й аналізувати цифрові моделі рельєфу, критично оцінювати їх якість і точність, інтерпретувати геоморфологічну інформацію та формулювати аргументовані висновки й практичні рекомендації.
Достатній рівень (70–89 балів) передбачає добре засвоєння основного теоретичного матеріалу, правильне застосування більшості методів обробки LiDAR-даних, ГІС-аналізу та цифрового моделювання рельєфу, здатність виконувати типові завдання з підготовки хмар точок, створення цифрових моделей рельєфу, проведення морфометричного аналізу та геоморфологічного картографування й обґрунтовувати отримані результати. Можливі окремі неточності у виборі LiDAR-даних, виконанні операцій їх обробки, морфометричному аналізі або інтерпретації результатів, які не впливають суттєво на загальний результат.
Задовільний рівень (50–69 балів) характеризується знанням основних понять і положень дисципліни, проте недостатньою системністю знань та обмеженою самостійністю під час виконання прикладних завдань. Здобувач здатний виконувати типові операції з LiDAR-даними, здійснювати базову фільтрацію та класифікацію хмар точок, створювати цифрові моделі рельєфу та застосовувати основні інструменти ГІС за наявності методичних вказівок, але допускає окремі помилки під час обробки даних, побудови моделей, морфометричного аналізу, геоморфологічного дешифрування, оцінювання точності або інтерпретації результатів.
Незадовільний рівень (1–49 балів) визначається за недостатнього рівня засвоєння основних понять і методів LiDAR-технологій, обробки хмар точок та геоморфологічного аналізу, нездатності самостійно виконувати базові практичні завдання, суттєвих помилок у роботі з LiDAR-даними, цифровими моделями рельєфу та геопросторовою інформацією, неправильного застосування методів фільтрації, класифікації, морфометричного та просторового аналізу, а також відсутності належного обґрунтування отриманих результатів і висновків.

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (*аудиторна та самостійна робота*)										**Залік**	**Сума**
Змістовний модуль № 1					Змістовний модуль № 2						
Т1	**Т2**	**Т3**	**Т4**	**Т5**	**Т1**	**Т2**	**Т3**	**Т4**	**Т5**		
6	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**40**	**100**

Т1, Т2 ... Т9 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	**A**	**відмінно** В повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову та додаткову літературу. Правильно вирішив усі тестові завдання.	зараховано
80 – 89	**B**	**добре** Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, в основному розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову літературу. Але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Правильно вирішив більшість тестових завдань.	
70 – 79	**C**		
60 – 69	**D**	**задовільно** В цілому володіє навчальним матеріалом викладає його основний зміст під час усних виступів та письмових відповідей, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, без використання необхідної літератури допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив половину тестових завдань **(D)**. Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Фрагментарно, поверхово (без аргументації та обґрунтування) викладає його під час усних виступів та письмових відповідей, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно вирішив меншість тестових завдань **(E)**.	
50 – 59	**E**		
35 – 49	**FX**	**«Незадовільно» з можливістю повторного складання**	**Не зараховано**

		Частково володіє навчальним матеріалом не в змозі викласти зміст більшості питань теми під час усних виступів та письмових відповідей, допускаючи при цьому суттєві помилки. Правильно вирішив окремі тестові завдання.	
0 – 34	**F**	**«Незадовільно» з обов'язковим самостійним опрацюванням освітнього компоненту до перескладання** Не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його викласти, не розуміє змісту теоретичних питань та практичних завдань. Не вирішив жодного тестового завдання.	**Не зараховано**

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка за національною шкалою	**Оцінка за шкалою ECTS**	
	Оцінка (бали)	**Пояснення за розширеною шкалою**
Зараховано	A (90-100)	зараховано
	B (80-89)	зараховано
	C (70-79)	зараховано
	D (60-69)	зараховано
	E (50-59)	зараховано
Незараховано	FX (35-49)	(незараховано) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незараховано) з обов'язковим самостійним опрацюванням освітнього компоненту до перескладання

Перелік питань для самоконтролю та підсумкового контролю навчальних досягнень студентів

1. Поясніть принцип роботи технології LiDAR та формування лазерного сигналу.
2. Охарактеризуйте основні типи LiDAR-систем та сфери їх застосування.
3. Опишіть процес формування хмари точок під час лазерного сканування земної поверхні.
4. Поясніть основні переваги LiDAR-даних для геоморфологічних досліджень.
5. Охарактеризуйте основні джерела отримання LiDAR-даних.
6. Визначте основні характеристики LiDAR-даних, що впливають на якість геоморфологічного аналізу.
7. Поясніть поняття щільності хмари точок та її значення для дослідження рельєфу.
8. Охарактеризуйте основні формати зберігання та обміну LiDAR-даними.
9. Опишіть структуру файлів форматів LAS і LAZ.
10. Поясніть значення координатних, висотних та інших атрибутів LiDAR-точок.
11. Охарактеризуйте основні етапи попередньої обробки LiDAR-даних.
12. Опишіть методи виявлення та видалення шумових і аномальних точок.
13. Поясніть призначення нормалізації висот LiDAR-даних.
14. Охарактеризуйте основні методи фільтрації хмар точок.
15. Поясніть відмінності між фільтрацією та класифікацією LiDAR-даних.
16. Опишіть принципи виділення точок земної поверхні з хмари LiDAR.
17. Охарактеризуйте основні класи LiDAR-точок та їх геоморфологічне значення.

18. Поясніть вплив правильності класифікації хмари точок на якість цифрової моделі рельєфу.
19. Охарактеризуйте поняття цифрової моделі рельєфу та цифрової моделі поверхні.
20. Поясніть відмінності між цифровою моделлю рельєфу, цифровою моделлю поверхні та цифровою моделлю висот.
21. Опишіть основні методи побудови цифрової моделі рельєфу на основі LiDAR-даних.
22. Охарактеризуйте основні методи інтерполяції LiDAR-точок під час створення цифрових моделей.
23. Поясніть вплив просторової роздільної здатності цифрової моделі рельєфу на результати геоморфологічного аналізу.
24. Опишіть основні типи похибок та артефактів цифрових моделей рельєфу, створених за LiDAR-даними.
25. Поясніть принципи оцінювання точності цифрової моделі рельєфу.
26. Охарактеризуйте основні морфометричні параметри, які можна отримати з LiDAR-моделі рельєфу.
27. Опишіть методику визначення абсолютних і відносних висот за цифровою моделлю рельєфу.
28. Поясніть принцип розрахунку крутизни схилів за LiDAR-моделлю.
29. Охарактеризуйте методи визначення експозиції схилів.
30. Поясніть геоморфологічне значення планової та профільної кривизни рельєфу.
31. Опишіть можливості використання показників шорсткості земної поверхні у геоморфологічних дослідженнях.
32. Охарактеризуйте методи візуалізації LiDAR-моделей для геоморфологічного дешифрування.
33. Поясніть принцип формування моделі тіньового рельєфу та її значення для виявлення геоморфологічних форм.
34. Опишіть можливості тривимірної візуалізації LiDAR-моделей у дослідженні рельєфу.
35. Охарактеризуйте методи автоматизованого та експертного виявлення геоморфологічних форм за LiDAR-даними.
36. Поясніть можливості LiDAR для виявлення мікро- та мезоформ рельєфу.
37. Опишіть методи виявлення та картографування флювіальних форм за даними LiDAR.
38. Охарактеризуйте можливості LiDAR для дослідження ерозійних форм рельєфу.
39. Поясніть принципи виявлення зсувних форм за високодетальними цифровими моделями рельєфу.
40. Опишіть можливості LiDAR для дослідження карстових форм рельєфу.
41. Охарактеризуйте застосування LiDAR-даних для дослідження схилових і гравітаційних процесів.
42. Поясніть можливості LiDAR для визначення площі та об'єму геоморфологічних форм.
43. Опишіть методику використання LiDAR для дослідження сучасної ерозії.
44. Охарактеризуйте можливості LiDAR для аналізу руслових деформацій та змін заплав.
45. Поясніть принципи використання багаточасових LiDAR-даних для моніторингу рельєфу.
46. Опишіть методику порівняння цифрових моделей рельєфу, отриманих у різні часові періоди.
47. Охарактеризуйте методи побудови карт різниці поверхонь за різночасовими LiDAR-даними.

48. Поясніть принципи визначення зон денудації та акумуляції за багаточасовими LiDAR-моделями.
49. Опишіть методи оцінювання вертикальних змін земної поверхні за LiDAR-даними.
50. Охарактеризуйте основні джерела похибок під час багаточасового LiDAR-моніторингу.
51. Поясніть принципи інтеграції LiDAR-даних із геоінформаційними системами.
52. Опишіть можливості поєднання LiDAR-даних із матеріалами дистанційного зондування Землі.
53. Охарактеризуйте методи комплексного геоморфологічного аналізу на основі LiDAR та інших геопросторових даних.
54. Поясніть можливості використання LiDAR і ГІС для геоморфологічного картографування.
55. Опишіть основні етапи створення геоморфологічної карти на основі LiDAR-даних.
56. Охарактеризуйте можливості застосування LiDAR для моніторингу сучасної динаміки рельєфу.
57. Порівняйте можливості LiDAR та традиційних топографічних методів дослідження рельєфу.
58. Проаналізуйте переваги та обмеження використання LiDAR у геоморфологічних дослідженнях.
59. Обґрунтуйте вибір методів обробки LiDAR-даних залежно від мети та масштабу геоморфологічного дослідження.
60. Проаналізуйте можливості комплексного використання LiDAR, ГІС і дистанційного зондування Землі для дослідження та моніторингу геоморфологічних процесів.

Рекомендована література

Основна

1. Abdelkareem, M., & Mansour, A. M. (2023). Risk assessment and management of vulnerable areas to flash flood hazards in arid regions using remote sensing and GIS-based knowledge-driven techniques. Natural Hazards, 117(3), 2269-2295.
2. Al-Omari, A. A., Shatnawi, N. N., Shbeeb, N. I., Istrati, D., Lagaros, N. D., & Abdalla, K. M. (2024). Utilizing remote sensing and GIS techniques for flood hazard mapping and risk assessment. Civil Engineering Journal, 10(5), 1423-1436.
3. Amatebelle, C. E., Owolabi, S. T., Ogundeji, A. A., & Okolie, C. C. (2025). A systematic analysis of remote sensing and geographic information system applications for flood disaster risk management. Journal of Spatial Science, 70(3), 441-467.
4. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. (2019). LAS specification 1.4–R14. ASPRS.
5. Feizizadeh, B., Omarzadeh, D., Mohammadnejad, V., Khallaghi, H., Sharifi, A., & Karkarg, B. G. (2023). An integrated approach of artificial intelligence and geoinformation techniques applied to forest fire risk modeling in Gachsaran, Iran. Journal of Environmental Planning and Management, 66(6), 1369-1391.
6. Hayakawa, Y. S., & Oguchi, T. (2016). Applications of terrestrial laser scanning in geomorphology. Journal of Geography, 125(3), 299–324.
7. Höfle, B., & Rutzinger, M. (2011). Topographic airborne LiDAR in geomorphology: A technological perspective. Zeitschrift für Geomorphologie, 55(Suppl. 2), 1–29.
8. Jaboyedoff, M., Oppikofer, T., Abellán, A., Derron, M.-H., Loye, A., Metzger, R., & Pedrazzini, A. (2012). Use of LIDAR in landslide investigations: A review. Natural Hazards, 61, 5–28.

9. Kant, C., Kumar, G., & Meena, R. S. (2023). Modeling morphometric and geomorphological parameters of mountainous river basin for water resource management using remote sensing and GIS approach. Modeling Earth Systems and Environment, 9(2), 2151-2163.
10. Kumari, S., Agarwal, S., Agrawal, N. K., Agarwal, A., & Garg, M. C. (2025). A comprehensive review of remote sensing technologies for improved geological disaster management. Geological Journal, 60(1), 223-235.
11. Lague, D., Brodu, N., & Leroux, J. (2013). Accurate 3D comparison of complex topography with terrestrial laser scanner: Application to the Rangitikei canyon (New Zealand). ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 82, 10–26.
12. Oguchi, T. (2019). Geomorphological mapping based on DEMs and GIS: A review. Proceedings of the International Cartographic Association, 1, 275.
13. Patel, J., Sharma, N., & Mohan, S. (2025). Introduction to remote sensing and GIS. In Smart buildings and cities with remote sensing and GIS (pp. 3-34). Chapman and Hall/CRC.
14. Pranjal, P., & Soni, A. (2025). Next-generation geographical information systems: integrating artificial intelligence, geographic information systems, and satellite imagery for mapping and surveying. Global land-ocean geospatial applications, 216-233.
15. Shan, J., & Toth, C. K. (Eds.). (2018). Topographic laser ranging and scanning: Principles and processing (2nd ed.). CRC Press.
16. Sharma, S., Beslity, J. O., Rustad, L., Shelby, L. J., Manos, P. T., Khanal, P., ... & Khanal, C. (2024). Remote sensing and GIS in natural resource management: Comparing tools and emphasizing the importance of in-situ data. Remote Sensing, 16(22), 4161.
17. Smith, T., Rheinwalt, A., & Bookhagen, B. (2019). Determining the optimal grid resolution for topographic analysis on an airborne lidar dataset. Earth Surface Dynamics, 7(2), 475–489.
18. Tarolli, P. (2014). High-resolution topography for understanding Earth surface processes: Opportunities and challenges. Geomorphology, 216, 295–312.
19. Tarolli, P., & Dalla Fontana, G. (2009). Hillslope-to-valley transition morphology: New opportunities from high resolution DTMs. Geomorphology, 113(1–2), 47–56.
20. Tarolli, P., Arrowsmith, J. R., & Vivoni, E. R. (2009). Understanding Earth surface processes from remotely sensed digital terrain models. Geomorphology, 113(1–2), 1–3.
21. Tarolli, P., Sofia, G., & Dalla Fontana, G. (2012). Geomorphic features extraction from high-resolution topography: Landslide crowns and bank erosion. Natural Hazards, 61, 65–83.
22. Teodoro, A. C., & Duarte, L. (2022). The synergy of remote sensing and geographical information systems in the management of natural disasters. In Nanotechnology-based smart remote sensing networks for disaster prevention (pp. 217-230). Elsevier.
23. U.S. Geological Survey. (2025). Lidar base specification 2025 rev. A: Data processing and handling requirements. U.S. Geological Survey.
24. Vosselman, G., & Maas, H.-G. (Eds.). (2010). Airborne and terrestrial laser scanning. Whittles Publishing.
25. Wilson, J. P. (2012). Digital terrain modeling. Geomorphology, 137(1), 107–121.
26. Xu, C., & He, X. (2026). Establishment and Application of Natural Hazards Database Based on Remote Sensing and GIS: From Hazard Modeling to Risk- Informed Decision Making. Transactions in GIS, 30(5), e70355.
27. Zagalikis, G. (2023). Remote sensing and GIS applications in wildfires.

Додаткова

28. Abellán, A., Derron, M.-H., & Jaboyedoff, M. (2016). Use of 3D point clouds in geomorphology: Applications and challenges. Earth Surface Dynamics, 4, 1–18.
29. Ahmad, M. N., Shao, Z., Aslam, R. W., Ahmad, I., Liao, M., Li, X., & Song, Y. (2022). Landslide hazard, susceptibility and risk assessment (HSRA) based on remote sensing and GIS data models: a case study of Muzaffarabad Pakistan. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 36(12), 4041-4056.

30. Al-Areeq, A. M., Abba, S. I., Yassin, M. A., Benaafi, M., Ghaleb, M., & Aljundi, I. H. (2022). Computational machine learning approach for flood susceptibility assessment integrated with remote sensing and GIS techniques from Jeddah, Saudi Arabia. Remote Sensing, 14(21), 5515.
31. Alizadeh, M., Zabihi, H., Wolf, I. D., Langat, P. K., Pour, A. B., & Ahmad, A. (2022). Remote sensing technique and ICONA based-GIS mapping for assessing the risk of soil erosion: A case of the Rudbar Basin, Iran. Environmental Earth Sciences, 81(21), 512.
32. Bonneau, D. A., & Hutchinson, D. J. (2019). The use of terrestrial laser scanning for the characterization of a cliff-talus system in the Thompson River Valley, British Columbia, Canada. Geomorphology, 327, 598–609.
33. Chatrabhuj, Meshram, K., Mishra, U., & Omar, P. J. (2024). Integration of remote sensing data and GIS technologies in river management system. Discover Geoscience, 2(1), 67.
34. Diriba, D., Takele, T., Karuppannan, S., & Husein, M. (2024). Flood hazard analysis and risk assessment using remote sensing, GIS, and AHP techniques: a case study of the Gidabo Watershed, main Ethiopian Rift, Ethiopia. Geomatics, Natural Hazards and Risk, 15(1), 2361813.
35. Dixon, T. H., & others. (2022). Geodetic applications to geomorphology. In J. F. Shroder (Ed.), Treatise on Geomorphology (2nd ed.). Elsevier.
36. Glennie, C., Carter, W. E., Shrestha, R. L., & Dietrich, W. E. (2013). Geodetic imaging with airborne LiDAR: The Earth's surface revealed. Reports on Progress in Physics, 76, 086801.
37. Heritage, G. L., & Large, A. R. G. (Eds.). (2009). Laser scanning for the environmental sciences. Wiley-Blackwell.
38. Hossain, M. N., & Mumu, U. H. (2024). Flood susceptibility modelling of the Teesta River Basin through the AHP-MCDA process using GIS and remote sensing. Natural Hazards, 120(13), 12137-12161.
39. Jozkow, G., Borkowski, A., & Kasprzak, M. (2016). Monitoring of fluvial transport in the mountain river bed using terrestrial laser scanning. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLI-B7, 523–528.
40. Kamp, N., Krenn, P., & others. (2023). Comparability of multi-temporal DTMs derived from different LiDAR platforms: Error sources and uncertainties in the application of geomorphic impact studies. Earth Surface Processes and Landforms, 48(6), 1152–1175.
41. Krishnamoorthy, R., Tanaka, K., & Begum, M. A. (2025). Integrating GIS-Remote Sensing: A Comprehensive Approach to Predict Oceanographic Health and Coastal Dynamics. Remote Sensing in Earth Systems Sciences, 8(1), 200-212.
42. Madushani, J. A. T., Withanage, N. C., Mishra, P. K., Meraj, G., Kibebe, C. G., & Kumar, P. (2024). Thematic and bibliometric review of remote sensing and Geographic Information System-based flood disaster studies in South Asia during 2004–2024. Sustainability, 17(1), 217.
43. Madushani, J. A. T., Withanage, N. C., Mishra, P. K., Meraj, G., Kibebe, C. G., & Kumar, P. (2024). Thematic and bibliometric review of remote sensing and Geographic Information System-based flood disaster studies in South Asia during 2004–2024. Sustainability, 17(1), 217.
44. Mani, A., Kumari, M., & Badola, R. (2024). Landslide hazard zonation (LHZ) mapping of Doon Valley using multi-criteria analysis method based on remote sensing and GIS techniques. Discover Geoscience, 2(1), 35.
45. Rengers, F. K., Tucker, G. E., & Higgins, J. D. (2015). The evolution of gully headcut morphology: A case study using terrestrial laser scanning and hydrological monitoring. Earth Surface Processes and Landforms, 40, 1181–1194.
46. Rodgers, M., Xie, S., & others. (2022). Light detection and ranging (LiDAR). In Treatise on Geomorphology (2nd ed.). Elsevier.

47. Saha, S. K. (2022). Remote sensing and geographic information system applications in hydrocarbon exploration: a review. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 50(8), 1457-1475.
48. Sarker, S., & Jahan, F. (2025). AI-driven MIS applications in environmental risk monitoring: a systematic review of predictive geographic information systems. ASRC Procedia: Global Perspectives in Science and Scholarship, 1(01), 81-97.
49. Shu, B., Liu, Y., Wang, C., Zhang, H., Amani-Beni, M., & Zhang, R. (2024). Geological hazard risk assessment and rural settlement site selection using GIS and random forest algorithm. Ecological Indicators, 166, 112554.
50. Tango, L. L., Sankey, T. T., Leonard, J., Sankey, J. B., & Kasprak, A. (2024). Combining terrestrial lidar with single line transects to investigate geomorphic change: A case study on the Upper Verde River, Arizona. Geomorphology, 457, 109231.
51. Whig, P., Bhatia, A. B., Nadikatu, R. R., Alkali, Y., & Sharma, P. (2024). GIS and remote sensing application for vegetation mapping. In Geo-environmental hazards using ai-enabled geospatial techniques and earth observation systems (pp. 17-39). Cham: Springer Nature Switzerland.

Інформаційні ресурси

○ Бібліотечний сайт кафедри фізичної географії, геоморфології та палеогеографії https://collectedpapers.com.ua/

Політика академічної доброчесності

Політика академічної доброчесності у межах вивчення дисципліни ґрунтується на дотриманні базових етичних принципів, що забезпечують якість освіти, об'єктивність оцінювання та формування відповідального ставлення здобувачів до навчального процесу. Академічна доброчесність розглядається як невід'ємна складова професійного й особистісного становлення майбутніх фахівців, адже лише за умови дотримання чесності, справедливості та прозорості у здобутті знань можливе досягнення справжнього освітнього результату. Усі учасники освітнього процесу мають спільне завдання – створення атмосфери довіри, взаємоповаги та відповідальності, що виключає можливість проявів академічного шахрайства.

Викладач та здобувачі освіти зобов'язані дотримуватися правил, які передбачають недопущення будь-яких форм плагіату, фальсифікації, фабрикації, списування, використання заборонених матеріалів чи допомоги під час контрольних, модульних та підсумкових робіт. Важливим елементом є дотримання коректності в оформленні письмових завдань, курсових і наукових робіт із посиланням на першоджерела, дотриманням норм цитування та поваги до інтелектуальної власності інших авторів. Усі письмові та усні завдання в межах дисципліни повинні бути результатом особистої інтелектуальної праці студента, що підтверджує його реальний рівень знань і навичок.

Оцінювання результатів навчання здійснюється виключно на основі об'єктивних критеріїв, прозорих і зрозумілих для всіх учасників освітнього процесу. Недопустимими є будь-які форми маніпулювання результатами, навмисне спотворення чи приховування інформації, що стосується виконання завдань. Викладач забезпечує рівні умови для всіх здобувачів освіти, створює сприятливе середовище для відкритого діалогу, надає можливість своєчасно отримати консультації та роз'яснення щодо змісту дисципліни, методів виконання завдань і правил оцінювання.

Порушення принципів академічної доброчесності розглядається як серйозне порушення навчальної дисципліни, що тягне за собою відповідні наслідки: від зниження оцінки за завдання до анулювання результатів і повторного виконання роботи. У випадках систематичного чи грубого порушення можливе передання питання на розгляд комісії чи

органів університетського самоврядування відповідно до чинних нормативних документів закладу освіти.
Політика академічної доброчесності у вивченні дисципліни також спрямована на формування у студентів внутрішньої потреби діяти чесно, самостійно й відповідально, адже саме це забезпечує не лише особистий розвиток, а й підвищує довіру суспільства до здобутих результатів навчання та майбутньої професійної діяльності. Дотримання норм академічної доброчесності вважається не лише обов'язком, а й важливим інструментом формування культури академічного середовища, яке базується на цінностях чесності, справедливості, відповідальності, поваги та довіри.

Дотримання політики щодо академічної доброчесності учасниками освітнього процесу при вивченні освітнього компонента регламентовано чинними документами ЧНУ:
- «Етичний кодекс Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича» https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/etychnyi-kodeks-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu-imeni-yuriia-fedkovycha/
- «Положенням про виявлення та запобігання академічного плагіату у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича» https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/polozhennia-pro-vyiavlennia-ta-zapobihannia-akademichnomu-plahiatu-u-chernivetskomu-natsionalnomu-universyteti-imeni-yuriia-fedkovycha/
- «Політика використання штучного інтелекту в Чернівецькому національному університету імені Юрія Федьковича» https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/polityka-vykorystannia-shtuchnoho-intelektu-v-chernivetskomu-natsionalnomu-universyteti-imeni-yuriia-fedkovycha/

Використання здобувачами освіти інструментів штучного інтелекту (ШІ) під час виконання навчальних завдань:

– допускається за умови дотримання принципів академічної доброчесності (здобувач освіти несе відповідальність за зміст, достовірність і результати поданої роботи, а у разі використання ШІ зобов'язаний зазначити факт і спосіб його застосування);
– не допускається використання ШІ як заміни самостійного виконання завдань або з метою порушення вимог академічної доброчесності;
– додаткові обмеження чи вимоги щодо використання ШІ можуть визначатися викладачем в освітньому процесі для конкретних видів навчальної діяльності відповідно до особливостей дисципліни.