

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
«ШІ в природничих дослідженнях»

Вибіркова

Освітньо-професійна програма «Геосистеми і георизики»

Спеціальності Е Науки про Землю

Галузь знань Е Природничі науки, математика і статистика;

Рівень вищої освіти перший бакалаврський

Факультет географічний

Мова навчання українська

Чернівці 2026 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «ШІ в природничих дослідженнях» складена відповідно до змісту освітньо-професійної програми «Геосистеми і георизики», затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (Протокол № 6 від 31 травня 2021 року)

Розробники: Дарія ХОЛЯВЧУК, д. геогр. н., доцент

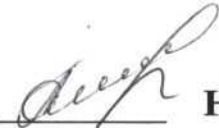
Викладач, що забезпечує читання даної навчальної дисципліни:
Дарія ХОЛЯВЧУК, д. геогр. н., доцент

Затверджено на засіданні кафедри фізичної географії, геоморфології та палеогеографії

Протокол № 1 від «31» серпня 2026 року

Завідувач кафедри  Дарія ХОЛЯВЧУК

Схвалено методичною радою географічного факультету
Протокол № 1 від «31» серпня 2026 року

Голова методичної ради
географічного факультету  Наталя АНДРУСЯК

Мета навчальної дисципліни – формування у здобувачів системного розуміння концепцій, методів та алгоритмів штучного інтелекту, а також вироблення практичних навичок їх застосування для аналізу геопросторових даних, автоматизованого дешифрування супутникових знімків і розв’язання прикладних географічних завдань.

Завдання дисципліни:

- опанувати теоретичні основи класичного машинного навчання та глибокого навчання у контексті роботи з геоданими;
- розібратися в математичних та логічних принципах функціонування нейронних мереж та навчитися збирати, очищати, нормувати та структурувати дані з відкритих джерел;
- сформувати навички розробки та налаштування моделей у середовищі R (або Python) для класифікації ландшафтів, прогнозування параметрів довкілля та аналізу часових рядів.
- навчитися застосовувати архітектури глибокого навчання для семантичної сегментації та попиксельного мапування покриття землі (LULC);
- сформувати критичне розуміння обмежень методів GeoAI, просторових викривлень у вибірках та етичних аспектів їх використання у просторовому плануванні.

Результати навчання

У результаті вивчення дисципліни у студентів будуть сформовані такі компетентності (згідно з ОПП):

Загальні компетентності:

K07. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

Спеціальні (фахові) компетентності:

K14. Здатність застосовувати базові знання фізики, хімії, біології, екології, математики, інформаційних технологій тощо при вивченні Землі та її геосфер.

Програмні результати навчання за ОП «Геосистеми і георизики»:

ПРН6. Використовувати інформаційні технології, картографічні та геоінформаційні моделі в галузі географічних наук.

ПРН 8. Застосовувати моделі, методи фізики, хімії, геології, екології, математики, інформаційних технологій тощо при вивченні природних та суспільних процесів формування і розвитку геосфер.

ПРН16. Вміти створювати, редагувати карти і проєкти ГІС природних процесів і явищ.
ПРН17. Вміти здійснювати комплексний аналіз перебігу природних небезпечних процесів і явищ.

ПРН19. Інтерпретувати та моделювати географічні процеси й явища на глобальному та регіональному рівнях для досягнення сталого розвитку.

Опис навчальної дисципліни
Загальна інформація

Назва навчальної дисципліни			ШІ в природничих дослідженнях								
Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість		Кількість годин					Вид підсумкового контролю	
			кредитів	годин	лекцій	Практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	3	5	4	120	26	26			68		залік

Структура змісту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Теми лекційних занять	Змістовий модуль 1. ОСНОВИ ШІ ТА ГЕОПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ.											
Тема 1. Вступ до штучного інтелекту в природничих дослідженнях: історія, ключові поняття, напрями застосування.	12	4	4			10						
Тема 2 . Машинне навчання для аналізу просторових даних: класифікація, регресія,	12	4	4			10						

кластеризація; специфіка геоданих												
Тема 3. Нейронні мережі та глибоке навчання в геопросторовому аналізі: згорткові мережі, сегментація зображень	12	4	4			10						
Тема 4. ІІІ у дистанційному зондуванні Землі: автоматизована класифікація земного покриву, виявлення змін, Google Earth Engine	12	4	4			10						
Разом за ЗМ1	48	16	16			32						
Теми лекційних занять	Змістовий модуль 2. ІІІ ДЛЯ ТЕКСТОВИХ І ПРИКЛАДНИХ ГЕОГРАФІЧНИХ ЗАДАЧ.											
Тема 5. Великі мовні моделі (LLM) у природничих дослідженнях.	18	4	4			10						
Тема 6. ІІІ в кліматичних і природничо-географічних дослідженнях.	17	4	4			9						
Тема 7. Етичні, методологічні та практичні обмеження застосування ІІІ в природничих дослідженнях; перспективи розвитку GeoAI	13	2	2			9						
Разом за ЗМ 2	48	10	10			28						
Усього годин	120	26	26			68						

Тематика лекційних занять з переліком питань

№	Назва теми з основними питаннями
---	----------------------------------

МОДУЛЬ 1. ОСНОВИ ШІ ТА ГЕОПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ	
Тема 1	<p>Вступ до штучного інтелекту в природничих дослідженнях: історія, ключові поняття, напрями застосування</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Історія виникнення ШІ та його впровадження в географію 2. Ключові поняття: штучний інтелект, машинне навчання, глибоке навчання, GeoAI 3. Напрями застосування ШІ в географічних дослідженнях 4. Виклики, обмеження та перспективи розвитку
Тема 2	<p>Машинне навчання для аналізу просторових даних: класифікація, регресія, кластеризація; специфіка геоданих</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основи машинного навчання: типи навчання (з учителем, без учителя, з підкріпленням) 2. Класифікація геопросторових даних: методи та алгоритми (Random Forest, SVM, k-NN) 3. Регресійні моделі для прогнозування геопросторових явищ 4. Кластеризація та специфіка геоданих: просторова автокореляція, масштаб, роздільна здатність
Тема 3	<p>Нейронні мережі та глибоке навчання в геопросторовому аналізі: згорткові мережі, сегментація зображень</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основи штучних нейронних мереж: архітектура, навчання, функції активації 2. Згорткові нейронні мережі (CNN): принципи роботи та застосування до зображень 3. Семантична сегментація супутникових знімків 4. Порівняння класичного машинного навчання і глибокого навчання для геозадач
Тема 4	<p>ШІ у дистанційному зондуванні Землі: автоматизована класифікація земного покриття, виявлення змін, Google Earth Engine</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основи дистанційного зондування Землі та супутникові дані (Landsat, Sentinel) 2. Автоматизована класифікація земного покриття методами ШІ 3. Виявлення змін ландшафту в часі (change detection) 4. Платформа Google Earth Engine: можливості та робочий процес
МОДУЛЬ 2. ШІ ДЛЯ ТЕКСТОВИХ І ПРИКЛАДНИХ ПРИРОДНИЧО-ГЕОГРАФІЧНИХ ЗАДАЧ	
Тема 5	<p>Великі мовні моделі (LLM) у природничих дослідженнях: аналіз наукових текстів, геокодування, обробка топонімів</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основи великих мовних моделей: архітектура трансформерів, принципи роботи 2. Аналіз і реферування наукових географічних текстів за допомогою LLM 3. Геокодування адрес та об'єктів за текстовим описом 4. Розпізнавання та обробка топонімів у неструктурованих текстах
Тема 6	<p>ШІ в кліматичних і природничо-географічних дослідженнях: прогнозне моделювання, реконструкція палеокліматичних рядів</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Застосування ШІ для прогнозного моделювання клімату 2. Аналіз часових рядів кліматичних показників методами машинного навчання 3. Реконструкція палеокліматичних рядів за проксі-даними (дендрохронологія, льодовикові керни) 4. Оцінка невизначеності та валідація кліматичних моделей ШІ
Тема 7	<p>Етичні, методологічні та практичні обмеження застосування ШІ в природничих дослідженнях; перспективи розвитку GeoAI</p>

	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Методологічні обмеження: якість даних, репрезентативність, проблема «чорної скрині»</i> 2. <i>Етичні питання: приватність геоданих, упередженість алгоритмів, відповідальність</i> 3. <i>Роль географа в епоху ШІ: що автоматизується, що залишається людською експертизою</i> 4. <i>Перспективи розвитку GeoAI: тренди, виклики, майбутні напрями досліджень</i>
--	--

Тематика практичних занять з переліком питань

№	Назва теми (завдання)
1	<p>Практична робота 1. Огляд і тестування ШІ-інструментів для геопросторового аналізу</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Ознайомитися з ключовими пакетами R для машинного навчання й геоданих: caret, randomForest, e1071, cluster, sf, terra, rgee</i> 2. <i>Встановити та налаштувати робоче середовище (R, RStudio, авторизація rgee для доступу до Google Earth Engine)</i> 3. <i>Виконати тестовий запуск одного інструменту на навчальному наборі геоданих (напр. завантаження растру через terra або тестовий запит через rgee)</i> 4. <i>Скласти порівняльну таблицю можливостей і обмежень розглянутих пакетів</i>
2	<p>Практична робота 2. Класифікація геопросторових даних методами машинного навчання</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Підготувати навчальну вибірку (еталонні ділянки) засобами пакетів sf/terra для обраної території</i> 2. <i>Навчити класифікатор (randomForest або e1071::svm) на підготовлених даних</i> 3. <i>Застосувати модель до всієї території (predict()) та оцінити точність через caret::confusionMatrix()</i> 4. <i>Порівняти результати різних алгоритмів класифікації між собою за показниками точності</i>
3	<p>Практична робота 3. Побудова регресійної та кластеризаційної моделі геопросторового явища</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Обрати геопросторове явище для прогнозування (напр. врожайність, щільність населення)</i> 2. <i>Побудувати регресійну модель (лінійну або Random Forest Regressor) на наявних даних</i> 3. <i>Виконати кластеризацію території методом k-means для виділення однорідних зон</i> 4. <i>Оцінити якість моделей (R^2, силуєт-коефіцієнт) та інтерпретувати результати</i>
4	<p>Практична робота 4. Сегментація супутникових знімків за допомогою згорткових нейронних мереж</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. <i>Підготувати набір даних (знімки + маски) для навчання моделі сегментації</i> 6. <i>Навчити або донавчити просту CNN/U-Net модель на підготовлених даних</i> 7. <i>Виконати сегментацію тестового знімка та візуалізувати результат</i> 8. <i>Порівняти якість сегментації нейронною мережею з класичними методами</i>

	класифікації
5	<p>Практична робота 5. Автоматизована класифікація земного покриття та виявлення змін у Google Earth Engine</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Завантажити різночасові супутникові знімки (Landsat/Sentinel) обраної території в GEE 2. Виконати класифікацію земного покриття для двох періодів часу 3. Провести аналіз виявлення змін (change detection) між періодами 4. Підготувати картографічний і статистичний звіт про виявлені зміни
6	<p>Практична робота 6. Застосування великих мовних моделей для аналізу географічних текстів і геокодування</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Опрацювати науковий географічний текст за допомогою LLM (реферування, виділення тез) 2. Виконати геокодування переліку адрес або географічних об'єктів 3. Розпізнати топоніми у неструктурованому тексті (історичному документі чи новинному повідомленні) 4. Оцінити якість і обмеження результатів роботи LLM для географічних задач
7	<p>Практична робота 7. Реконструкція палеокліматичних рядів та прогнозне моделювання клімату</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Опрацювати проксі-дані (дендрохронологічні або інші) для обраної території 2. Побудувати модель зв'язку проксі-показників із кліматичними параметрами 3. Виконати реконструкцію палеокліматичного ряду за побудованою моделлю 4. Порівняти результати реконструкції з незалежними кліматичними даними (верифікація)
8	<p>Практична робота 8. Груповий проєкт: розробка, презентація та критична оцінка дослідження</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сформулювати дослідницьке питання та обрати відповідний III-інструмент/метод 2. Виконати аналіз геоданих і отримати результати за обраною методикою 3. Підготувати презентацію проєкту з візуалізацією результатів 4. Провести критичну оцінку етичних і методологічних обмежень власного дослідження та захистити проєкт

Завдання для самостійної роботи студентів

№	Назва теми	Завдання для самостійної роботи	К-ть год
1	Комп'ютерне бачення та аналіз супутникових знімків	<ol style="list-style-type: none"> 1. Здійснити огляд трьох відкритих наборів даних супутникових знімків (наприклад, SpaceNet, EuroSAT, OpenEarthMap) та підготувати їх порівняльний огляд (обсяг, роздільна здатність, класи об'єктів). 2. Проаналізувати наукові публікації за останні роки та скласти порівняльну таблицю архітектур нейромереж (CNN, U-Net, YOLO), зазначивши переваги та недоліки кожної з них для гео задач. 3. Протестувати готовий веб-інструмент або онлайн-демо-платформу для детекції об'єктів 	10

№	Назва теми	Завдання для самостійної роботи	К-ть год
		(наприклад, у Hugging Face чи Google Earth Engine) на довільному супутниковому знімку без написання коду.	
2	Машинне навчання у просторовій регресії та моніторингу довкілля	1. Знайти 3–4 приклади використання алгоритмів Random Forest та XGBoost у дослідженнях міського острова тепла (UHI) або якості повітря. 2. Оформити аналітичну таблицю факторів-предикторів (NDVI, NDBI, DEM, відстань до доріг), які найчастіше застосовують для просторового прогнозування температур чи забруднення.	10
3	Аналіз часових рядів геоданих та моніторинг змін	1. Дослідити функціонал і методичні підходи платформи Global Forest Watch або Copernicus Browser у контексті відстеження часових змін (ззелінення, пожежі, посухи). 2. Підготувати аналітичну записку з порівнянням класичних статистичних методів аналізу трендів (Mann-Kendall, ARIMA) та нейромережевих підходів (LSTM, Transformers).	10
4	Обробка природної мови в географії (Spatial NLP та геосоціальні дані)	1. Здійснити пошук прикладів застосування методів Spatial NLP для вилучення назв географічних об'єктів (Geoparsing) із неструктурованого тексту (новин, звернень громадян). 2. Проаналізувати можливості сучасних великих мовних моделей (LLM) у розумінні просторових відношень (концепції «поруч», «на північ від», «всередині»).	10
5	Просторова кластеризація та районування без учителя Геоморфологічні карти	1. Знайти та систематизувати приклади застосування алгоритмів K-Means, DBSCAN та HDBSCAN у завданнях соціально-економічної географії. 2. Порівняти підходи до врахування географічного положення (координат) при кластеризації: класичні атрибутивні методи проти методик із просторовими обмеженнями.	10
6	Генеративний ШІ та підвищення якості геоданих	1. Підготувати огляд методів генеративного ШІ (Super-Resolution, GAN, дифузійні моделі), які використовуються для покращення якісних характеристик космічних знімків. 2. Проаналізувати проблему "галюцинацій"	9

№	Назва теми	Завдання для самостійної роботи	К-ть год
		генеративних моделей та її наслідки при використанні штучно згенерованих растрів у геодезії та картографії. 3. Ознайомитися з кейсами використання моделей Pix2Pix для конвертації карт у супутникові знімки (або видалення хмарності) та описати їхню точність.	
7	ШІ для пояснень (XAI), етика та просторові викривлення	1. Дослідити міжнародні документи та ініціативи (наприклад, нормативи ЄС чи OGC) щодо етики використання штучного інтелекту та ДЗЗ. 2. Описати принципи роботи методів пояснюваності ШІ (SHAP, LIME) та їхнє значення для розкриття моделей «чорної скриньки» в географії. 3. Проаналізувати випадок просторового викривлення (Spatial Bias) у навчальній вибірці (наприклад, нестача даних із сільської місцевості) та його вплив на управлінські рішення.	9
	Разом		60

Методи навчання

- лекції з мультимедійною презентацією та розбором прикладів реальних дослідницьких задач;
- проблемне навчання – обговорення обмежень і етичних дилем застосування ШІ на конкретних географічних кейсах;
- практичні заняття із програмним забезпеченням (R, QGIS, Google Earth Engine) за принципом «навчання через дію»;
- групова робота та захист міні-проєкту як форма інтеграції теоретичних знань і практичних навичок;
- самостійна робота з науковими публікаціями та відкритими геопросторовими наборами даних.
- навчальні ігри та симуляції.
- інтерактивне онлайн-навчання (курси – дистанційні, ютуб-канали)

Система контролю та оцінювання

Форми поточного контролю: усні й письмові відповіді на питання, письмові відповіді на поточний тестовий контроль; перевірка виконання завдань (здійснення аналізу графіків, карт, схем, картосхем, таблиць, побудова схем, розв'язування задач тощо), ходу самостійної роботи, контрольні й модульні письмові роботи.

Тестовий контроль здійснюється за допомогою набору стандартизованих завдань змішаного типу, які дають можливість перевірити засвоєння навчального матеріалу всіма студентами, а також виміряти обсяг і рівень конкретних знань, умінь і навичок.

Самостійна робота виконується у формі анотацій, презентацій та ілюстративних матеріалів (у електронній формі, на паперових носіях), що унаочнюють окремі питання курсу- контрольні роботи;

Форма підсумкового контролю: залік в усній формі із відповіддю на теоретичні питання та виконанням практичних завдань.

Оцінювання здійснюється за 100-бальною шкалою, де враховуються результати поточного, модульного та підсумкового контролю.

За виконання практичних завдань здобувач може отримати максимум 30 балів, з них 5 балів відведено на перевірку самостійної роботи, за модульні контрольні – 30 балів, з них 5 балів відведено на перевірку самостійної роботи. Відповідно за виконання самостійної роботи здобувач може отримати максимум 10 балів.

За перший змістовий модуль здобувач може отримати максимально 32 балів, за другий – 28 балів.

Критерії оцінювання поточного та підсумкового контролю

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS		Критерії оцінок
		Оцінка	Пояснення	
90-100	Зараховано	A	Відмінно (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок)	Здобувач вільно оперує термінологією ІІІ та машинного навчання, детально знає теоретичні засади (алгоритми класифікації, регресії, нейронні мережі, LLM) і матеріал практичних занять. Уміє самостійно обирати, налаштовувати та обґрунтовувати вибір ІІІ-інструменту для конкретної географічної задачі, критично оцінює якість і обмеження отриманих моделей. Правильно інтерпретує результати класифікації супутникових знімків, прогнозних моделей і текстового аналізу геоданих. На запитання викладача відповідає впевнено й аргументовано. Виконав усі практичні завдання та захистив міні-проект на високому рівні.
80-89	Зараховано	B	Дуже добре (вище середнього рівня з кількома помилками)	Здобувач знає теоретичний матеріал і виконав усі практичні роботи, здебільшого правильно пояснює принципи роботи алгоритмів машинного та глибокого навчання, застосовує ІІІ-інструменти для класифікації геообразень і геопросторового моделювання з незначними неточностями. Уміє інтерпретувати результати моделей і формулювати висновки. На запитання відповідає, іноді потребуючи уточнення. Міні-проект захищено успішно.

70–79		C	Добре (в загальному вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)	Здобувач знає теорію й виконує практичні завдання, але не завжди повною мірою: трапляються суттєві помилки в налаштуванні моделей або інтерпретації результатів. При відповідях на запитання інколи вагається, однак після уточнення знаходить правильне рішення. Виконав усі практичні роботи, міні-проект захищено з зауваженнями
60–69	Зараховано	D	Задовільно (непогано, але зі значною кількістю недоліків)	Здобувач знає основні теоретичні положення (типи ІІІ-методів, їх застосування в географії) і виконав більшу частину практичних завдань. Орієнтується в роботі з інструментами класифікації супутникових знімків, побудови прогнозних моделей та аналізу текстових геоданих, однак потребує допомоги при інтерпретації результатів. Відповідає на переважну частину запитань викладача.
50–59		E	Достатньо (виконання задовольняє мінімальним критеріям)	Здобувач має загальне уявлення про методи ІІІ та їх застосування в географії, виконав більшу частину практичних робіт, але з істотними помилками в налаштуванні та інтерпретації моделей. Самостійно застосувати ІІІ-інструмент до нової задачі утруднюється. На половину запитань викладача відповідає.
35–49	Незадовільно	FX	Незадовільно (з можливістю повторного складання)	Не виконані вимоги для оцінки «достатньо» (практичні завдання виконані частково або з грубими помилками, міні-проект не захищено), але студент виконує додаткові завдання в межах програми курсу для повторного складання..

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)							Кількість балів (залік)	Сумарна к-ть балів
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2				
Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	Тема 7		
8	8	8	8	8	10	10	40	100

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
Зараховано	A (90-100)	«Відмінно»

	B (80-89)	«Дуже добре»
	C (70-79)	«Добре»
	D (60-69)	«Задовільно»
	E (50-59)	«Достатньо»
Незараховано	FX (35-49)	«Незадовільно» з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(«Незадовільно») з обов'язковим самостійним опрацюванням освітнього компоненту до перескладання

Перелік питань для самоконтролю та підсумкового контролю навчальних досягнень студентів

1. Що таке штучний інтелект і чим він відрізняється від традиційного програмування?
2. Назвіть ключові етапи історії штучного інтелекту (від тесту Тюрінга до генеративного ШІ).
3. Охарактеризуйте основні етапи впровадження ШІ в природничу географію (від перших ГІС до GeoAI).
4. У чому різниця між вузьким (Narrow AI) і загальним (AGI) штучним інтелектом?
5. Поясніть ієрархію понять: штучний інтелект, машинне навчання, глибоке навчання.
6. Назвіть основні напрями застосування ШІ в сучасних географічних дослідженнях.
7. Охарактеризуйте типи машинного навчання: з учителем, без учителя, з підкріпленням.
8. У чому суть задачі класифікації геопросторових даних? Наведіть приклади алгоритмів.
9. Чим регресійна модель відрізняється від класифікаційної в контексті геоданих?
10. Поясніть суть кластеризації та наведіть приклад її застосування в географії.
11. Що таке просторова автокореляція і чому вона важлива для машинного навчання на геоданих?
12. Як масштаб і просторова роздільна здатність впливають на результати аналізу геоданих?
13. Опишіть базову архітектуру штучної нейронної мережі.
14. Що таке функція активації і навіщо вона потрібна в нейронній мережі?
15. Поясніть принцип роботи згорткової нейронної мережі (CNN).
16. У чому суть задачі семантичної сегментації супутникових зображень?
17. Порівняйте переваги й обмеження класичного машинного навчання та глибокого навчання для гео задач.
18. Які вимоги до обсягу даних висуває глибоке навчання порівняно з класичним ML?
19. Назвіть основні супутникові системи дистанційного зондування Землі та їх характеристики.
20. Опишіть алгоритм автоматизованої класифікації земного покриву за супутниковими знімками.
21. Що таке "виявлення змін" (change detection) і які методи для цього застосовуються?
22. Які можливості платформи Google Earth Engine.
23. Які кроки включає типовий робочий процес класифікації в GEE?
24. Як оцінюється точність класифікації земного покриву (матриця похибок)?
25. Що таке велика мовна модель (LLM) і на якій архітектурі вона базується?
26. Як LLM можуть застосовуватися для аналізу наукових географічних текстів?
27. Поясніть суть задачі геокодування та її практичне застосування.
28. Що таке розпізнавання топонімів (NER) у неструктурованому тексті?
29. Наведіть приклад використання LLM для реферування наукової літератури.
30. Які обмеження й ризики має застосування LLM для географічних задач?
31. Як застосовується ШІ для прогнозного моделювання клімату?

32. Опишіть методи аналізу часових рядів кліматичних показників із використанням машинного навчання.
33. Що таке проксі-дані і як вони використовуються для реконструкції палеокліматичних рядів?
34. Яку роль відіграє дендрокліматологія у реконструкції клімату минулого?
35. Як оцінюється невизначеність і валідність кліматичних моделей на основі ШІ?
36. Назвіть основні методологічні обмеження застосування ШІ в географічних дослідженнях.
37. У чому полягає суть проблеми "чорної скрині" в моделях глибокого навчання?
38. Які етичні питання виникають при використанні геолокаційних даних у ШІ-системах?
39. Яка роль географа залишається незамінною в епоху автоматизованого аналізу?
40. Які перспективи розвитку GeoAI та ключові тренди найближчих років?

Зарахування результатів неформальної освіти

Відповідно до «Положення про взаємодію формальної та неформальної освіти, визнання результатів навчання (здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти, в системі формальної освіти) у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича (протокол №16 від 25 листопада 2024 року)» (<https://www.chnu.edu.ua/media/4g5fzssb/poriadok-vyznannia-rezultativ-navchannia-zdobutykh-shliakhom-neformalnoi-ta-abo-informalnoi-osvity.pdf>) допускається зарахування навчальних елементів, а також отримання додаткових балів за результатами неформальної освіти:

– проходження безкоштовних навчальних тренінгів (вебінарів, семінарів), що проводяться на низці українських фахових платформ, за умови отримання безкоштовного сертифікату.

Результати зараховуються лише для відповідних тем лекційних і семінарських занять, практичних і лабораторних завдань даної навчальної дисципліни у кількості балів, що виділяються на цей навчальний елемент.

Рекомендована література

Основна

1. Buarque, B. S., Davies, R. B., Hynes, R. M. & Kogler, D. E. (2020). OK Computer: the creation and integration of AI in Europe. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*. 13, 1, 175–192. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsz023>
2. Chang, C.-H. & Kidman, G. (2023). The rise of generative artificial intelligence (AI) language models – challenges and opportunities for geographical and environmental education. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 32(2), 85–89. Available from: <https://doi.org/10.1080/10382046.2023.2194036>
3. Lee, J. (2023). Beyond geospatial inquiry – How can we integrate the latest technological advances into geography education? *Educational Sciences*, 13(11), 1128. Available from: <https://doi.org/10.3390/educsci13111128>
4. Janowicz, K., Gao, S., McKenzie, G., Hu, Y., & Bhaduri, B. (2019). GeoAI: spatially explicit artificial intelligence techniques for geographic knowledge discovery and beyond. *International Journal of Geographical Information Science*, 34(4), 625–636. <https://doi.org/10.1080/13658816.2019.1684500>
5. Lundman, R., & Nordström, P. (2023). Creative geographies in the age of AI: Co-creative spatiality and the emerging techno-material relations between artists and artificial intelligence. *TRANSFORMATIONS OF THE INSTITUTE OF BRITISH GEOGRAPHERS*. 3 (48). 650-664.
6. Rakuasa, H. (2023). Integration of artificial intelligence in geography learning: Challenges and opportunities. *Sinergi International Journal of Education*, 1(2), 75–83. Available from: <https://doi.org/10.61194/education.v1i2.71>
7. Torres, GAL., & Hyslop, K. (2023). Chat GPT and Geography: New Paradigms for Science. *CONFINS*. 60. DOI: 10.4000/confins.53189.

8. Walker, M., Winders, J., & Boamah. E. F. (2021). Locating artificial intelligence: a research agenda. *SPACE AND POLITY*. 25, 2, 202–219.

9. Wilby, R. L., & Esson, J. (2024). AI literacy in geographic education and research: Capabilities, caveats, and criticality. *The Geographical Journal*, 190(1), e12548. Available from: <https://doi.org/10.1111/geoj.12548>

Допоміжна

1. Кравцова, І. В., & Огілюк, С. П. (2025). РОЛЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ГЕОГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ: АНАЛІЗ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ПРОЄКТОВАНИХ САДОВО-ПАРКОВИХ ЛАНДШАФТІВ. *Landscape Science*, (7(1), 19–33.

<https://doi.org/10.31652/2786-5665-2025-7-19-33>

2. Day, T., & Esson, J. (2025). Visualising an undergraduate geography field class using generative AI: Intent, expectations and surprises about the racial depiction of students. *AREA. JAN.* DOI: 10.1111/area.12996.

3. Day, T., & Perkins, A. J. (2024). Empowering Canadian geography students and faculty: New approaches to curriculum and course material development using generative AI as a writing assistant. In: M. Solem, R.G. Boehm & J. Zadrozny (Eds.) *Powerful geography*. Cham, Switzerland: Springer. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-031-54845-1_5

4. Jiang, Z. J., Yu, J. Y., Jin, Y. Y., Ginn, A., Chen, J. J., & Sun, G. D. (2023). When artificial intelligence comes to the Chinese calligraphic landscape: The coming transformation. *GEOGRAPHY COMPASS*. 1 (17). DOI: 10.1111/gec3.12670.

Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри фізичної географії, геоморфології та палеогеографії
<https://terra.chnu.edu.ua/category/czyfrovii-resursy/>

Політика академічної доброчесності ПОЛІТИКА АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ

Питання плагіату та академічної доброчесності регламентуються ЗУ «Про вищу освіту» та локально-правовими актами ЗВО:

- Положенням про виявлення та запобігання плагіату у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича <https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/plozhennia-pro-vyavlennia-ta-zapobihannia-akademichnomu-plahiatu-u-chnivetskomu-natsionalnomu-universyteti-imeni-yurii-fedkovycha/>;
- Політикою використання штучного інтелекту у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича <https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/polityka-vykorystannia-shtuchnoho-intelektu-v-chnivetskomu-natsionalnomu-universyteti-imeni-yurii-fedkovycha-zi-zminamy-zatverdzhennymy-vchenoiu-radoiu-chnu-imeni-yurii-fedkovycha/>
- «Кодекс академічної доброчесності та етики Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича» <https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/kodeks-akademichnoi-dobrochesnosti-ta-etyky-chnivetskoho-natsionalnoho-universytetu-imeni-yurii-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 ІІІ як заміни самостійного виконання завдань або з метою порушення вимог академічної доброчесності;
- додаткові обмеження чи вимоги щодо використання ІІІ можуть визначатися викладачем в освітньому процесі для конкретних видів навчальної діяльності відповідно до особливостей дисципліни.

Студенти несуть **особисту** відповідальність за випадки їхнього порушення, враховуючи плагіат, списування, підказування тощо. У разі виявлення академічної недоброчесності вперше бали, зараховані студентів/ці за виконане завдання, скасовуються. Повторна практика недоброчесності може призвести до анулювання всіх нарахованих за курс балів.