КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ННІ «Інститут геології»

Кафедра ***геофізики***

Кафедра ***геоінформатики***

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник директора інституту
з навчальної роботи
_____Всеволод ДЕМИДОВ
«29» серпня 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Nearsurface Geophysics (Приповерхнева геофізика)

для студентів

галузь знань	**E Природничі науки, математика та статистика**
спеціальність	**E4 Науки про Землю**
освітній рівень	**магістр**
освітня програма	**Геоінформатика**
вид дисципліни	**обов'язкова**

Форма навчання	**денна**
Навчальний рік	**2025/2026**
Семестр	**1**
Кількість кредитів ECTS	**7**
Мова викладання, навчання та оцінювання	**англійська, українська**
Форма заключного контролю	**іспит**

Викладачі: *Онищук Віктор Іванович, кандидат геологічних наук, завідувач кафедри геофізики, доцент*

Шабатура Олександр Вікторович, доктор геологічних наук, доцент кафедри геофізики, доцент

Продовжено: на 20__/20__ н.р. _____ _____ « __ »___ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ _____ « __ »___ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ _____ « __ »___ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

© Віктор Онищук, Олександр Шабатура, 2025 рік

КИЇВ – 2025

Розробники: ***Онищук Віктор Іванович, кандидат геологічних наук, завідувач кафедри геофізики, доцент***

Шабатура Олександр Вікторович, доктор геологічних наук, доцент кафедри геофізики, доцент

Затверджено

Завідувач кафедри геофізики

_____ Віктор ОНИЩУК

Протокол № 1 від «26» серпня 2025 р.

Затверджено

Завідувач кафедри геоінформатики

_____ Віктор ЗАЦЕРКОВНИЙ

Протокол № від «___» серпня 2025 р.

Схвалено науково-методичною комісією ***НІІ «Інститут геології»***

Протокол № 1 від «29» серпня 2025 року

Голова науково-методичної комісії _____ Всеволод ДЕМИДОВ

Мета дисципліни – сформувати у студентів цілісну систему знання щодо геофізичних методів картування та моніторингу фізичних властивостей ґрунту на невеликих глибинах, з особливим акцентом на екологічні, геолокаційні, водні та інженерні застосування. Акцент здійснюватиметься на сейсмічних, георадарних (GPR) та електричних методах, тоді як інші методи будуть представлені (лазерне сканування та електромагнетизм) коротко.

Вимоги до вибору навчальної дисципліни:

1. Знання теоретичних основ фізики, математики, геофізики та обчислювальних методів.

Анотація навчальної дисципліни / референс**:**

В програмі дисципліни основна увага приділяється прикладній геофізиці та методиці виконання вимірювальних робіт. Розглядаються підходи до розв'язку прямих та обернених задач. Прийоми якісної та кількісної інтерпретації, області застосування пояснюються на окремих польових прикладах. До розгляду включено загальні принципи постановки геофізичних завдань, огляд шляхів їх реалізації та ефективність. Цикл розрахункових задач закріплюють теоретичні навички.

Завдання (навчальні цілі):

- *ознайомлення з найпоширенішими геофізичними методами, що застосовуються в екологічних, геолокаційних, водних та інженерних дослідженнях;*
- *з'ясувати, які фізичні параметри вимірюються кожним методом та як вони можуть бути пов'язані з властивостями геологічного середовища, що цікавлять вас у кожній галузі застосування;*
- *зрозуміти принципи ключових методів збору даних, обробки та інтерпретації, особливо для сейсмічної рефракції, GPR та питомого опору;*
- *виконання елементарних етапів обробки кожного з вищезазначених методів, використовуючи стандартне програмне забезпечення, та інтерпретація кінцевих результатів, враховуючи можливі геофізичні обмеження.*

Результати навчання:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		*Форма/Методи викладання і навчання*	*Форма/ Методи оцінювання*	*Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни*
Код	Результат навчання			
1.1	*Основні поняття і терміни приповерхневої геофізики, класифікацію геофізичних методів та їх досліджувані параметри*	*лекція*	*Письмова робота*	*до 5 %*
1.2	*Комплекс геофізичних методів для інженерії і довкілля*	*лекція, лабораторне заняття*	*Письмова робота*	*до 15 %*
1.3	*Комплекс геофізичних методів для ресурсів неглибокого залягання*	*лекція, лабораторне заняття*	*Письмова робота*	*до 15 %*
1.4	*Комплекс геофізичних методів для археології, криміналістики та військової справи*	*лекція, лабораторне заняття*	*Письмова робота*	*до 15 %*
1.5	*Комплекс геофізичних методів для підземних вод*	*лекція, лабораторне заняття*	*Письмова робота*	*до 15 %*
2.1	*Вимірювати, обробляти дані геофізичних спостережень та проводити їх геологічну інтерпретацію*	*лекція, лабораторне заняття*	*Письмова робота*	*до 20%*

2.2	*Вміти організовувати польові та лабораторні геофізичні вимірювання*	*лекція, лабораторне заняття*	*Письмова робота*	*до 5%*
3.1	*Вміти організувати бригадну роботу для ефективного вирішення поставленої задачі*	*лекція, лабораторне заняття*	*Письмова робота*	*до 5%*
4.1	*Розуміння особистої відповідальності за професійні рішення, які можуть давати інформацію про геологічне середовище*	*лекція, лабораторне заняття*	*Письмова робота*	*до 5%*

Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни / Програмні результати навчання	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	3.1	4.1
Аналізувати особливості природних та антропогенних систем і об'єктів верхньої частини земної кори та її осадового шару зокрема	+	+	+	+	+	+			
Планувати і здійснювати наукові експерименти, писати наукові роботи в сфері геоінформатики						+	+	+	+

Структура курсу*: лекційні та лабораторні заняття і самостійна робота студентів.*

Схема формування оцінки:

Форми оцінювання студентів

1. Семестрове оцінювання:

1) Контрольна робота з електромагнітних та пенетраційних методів – 8 балів (рубіжна оцінка 5 балів)

2) Контрольна робота з магнітних, сейсмічних та маржинальних технологій – 8 балів (рубіжна оцінка 5 балів).

3) Контрольна робота з обробки і аналізу геофізичних даних – 8 балів (рубіжна оцінка 5 балів).

4) Оцінка за виконання та захист робіт на лабораторних заняттях – 36 балів (рубіжна оцінка 22 бали).

2. Підсумкове оцінювання *у формі іспиту*[1]: *максимальна оцінка 40 балів, рубіжна оцінка 24 бали.*

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100 бальною шкалою.

Змістовні модулі (ЗМ) формують бали, які виставляються за результатами роботи студента впродовж усього семестру, *як сума (проста або зважена) балів за систематичну роботу впродовж семестру. Підсумкова оцінка складається із суми балів за змістовні модулі та балів за іспит.*

[1] Семестрову кількість балів формують бали, отримані студентом у процесі теоретичного засвоєння матеріалу з усіх розділів дисципліни, семінарських занять, виконання практичних, лабораторних, індивідуальних, підсумкових контрольних робіт, творчих робіт впродовж семестру, передбачених робочою навчальною програмою (**100** балів - *для залікових дисциплін, у випадку, якщо дисципліна завершується екзаменом, то розподіл здійснюється за таким алгоритмом:* ***60 балів (60%) – семестровий контроль*** *і* ***40 балів (40%) – екзамен).***

	ЗМ1/Частина 1	ЗМ2/Частина 2	ЗМ3/Частина 3	іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	*12*	*12*	*12*	*24*	*60*
Максимум	**20**	**20**	**20**	**40**	**100**

*Студент не допускається **до екзамену**, якщо під час семестру набрав менше 20 балів.*[2] *Оцінка за іспит не може бути меншою **24 балів** для отримання загальної позитивної оцінки за курс.*

Організація оцінювання: *Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою та передбачає: виконання 10 лабораторних робіт (де студенти мають продемонструвати якість засвоєних знань та вирішити поставлені задачі використовуючи окреслені викладачем методи та засоби) та проведення 3 письмових модульних контрольних робіт. Підсумкове оцінювання проводиться у формі письмового іспиту.*

Шкала відповідності

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

[2] *У випадку, коли дисципліна завершується екзаменом не менше – **20** балів, а рекомендований мінімум **не менше 36 балів**, оскільки якщо студент на екзамені набрав менше **24 балів** (а це 60% від 40 балів, відведених на екзамен), то вони **не додаються** до семестрової оцінки незалежно від кількості балів, отриманих під час семестру, а в екзаменаційній відомості у графі «результуюча оцінка» переноситься лише кількість балів, отриманих під час семестру.*

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	**лабораторні**	**самостійна робота**
Частина 1. *Електромагнітні та пенетраційні методи*				
1	**Тема 1.** Вступ (Застосування приповерхневої геофізики. Подолання невизначеності)	2		10
2	**Тема 2.** Метод опору	2	2	10
	Тема 3. Метод викликаної та самочинної поляризації	2	2	10
3	**Тема 4.** Електромагнітні методи	2	2	10
4	**Тема 5.** Пенетраційні методи	2	2	10
	Контрольна робота 1		2	
Частина 2. *Магнітні, сейсмічні та маржинальні технології*				
5	**Тема 6.** Магнітні методи	2	2	10
6	**Тема 7.** Сейсмічні методи відбитих і заломлених хвиль	2	4	10
7	**Тема 8.** Сейсмічний метод поверхневих хвиль	2	4	10
8	**Тема 9.** Новітні технології	2	4	10
	Контрольна робота 2		2	
Частина 3. *Обробка і аналіз даних*				
5	**Тема 10.** Аналіз даних	2	4	10
6	**Тема 11**. Лінійна інверсія	2	4	10
7	**Тема 12.** Нелінійна інверсія. Локальні методи	2	4	14
	Тема 13. Нелінійна інверсія. Глобальні методи	2	4	15
	Контрольна робота 3	2		
	Екзаменаційна робота з дисципліни			
	ВСЬОГО	**28**	**42**	**139**

Примітка: слід зазначити теми, винесені на самостійне вивчення

Загальний обсяг *210 год.*[3], в тому числі:
Лекцій **– *28 год.***
Лабораторні заняття **– *42 год.***
Консультації **– *1 год.***
Самостійна робота **– *139 год.***

[3] Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА:

Основна:

1. Вижва С.А., Онищук В.І., Онищук І.І., Рева М.В. (2018). *Інженерна геофізика*. Підручник. Київ: ВПЦ «Київський університет», 592 с.
2. Вижва С.А., Рева М.В., Онищук І.І., Онищук В.І. (2014). *Електрометрія*. Посібник із навчальної геофізичної практики. Київ: ВПЦ «Київський університет», 303 с.
3. Борзяк О.С., Лютий В.А., Романенко О.В. та ін. (2022). *Інженерно-геологічні дослідження для будівництва*. Навчальний посібник. Харків: УкрДУЗТ.
4. Толстой М.І., Гожик А.П., Рева М.В. та ін. (2006). *Основи геофізики*. Київ: ВПЦ «Київський університет», 416 с.

Додаткова:

5. Al-Khafaji, Wadhah. (2020). Lectures in Engineering Geophysics.
6. Mcclymont, A. & Martin, Lee & Hildahl, Tom & Niederleithinger, Ernst & Fechner, Thomas & Mackens, Sonja & Galindo Guerreros, Julio Cesar & Mooney, Michael & Bearce, Richard & Carnevale, Mario & Wodajo, Leti & Hickey, Craig & Abera, Liya & DeMarco, Matthew & Tinkey, Yajai & Sack, Dennis & Karaoulis, Marios & Kleine, Marco & Werf, Mike & Chahr, Sumedha. (2016). Engineering Geophysics. 143-154. https://www.doi.org/10.4133/SAGEEP.29-028
7. Sharma P.V. (1997). Environmental and engineering geophysics. Cambridge University Press
8. Everett M.E. (2013). Near-surface applied geophysics. Cambridge University Press
9. Kirsch R. (editor). (2009). Groundwater Geophysics - A Tool for Hydrogeology. Springer
10. Butler D.K., (2005). Near-surface geophysics. SEG
11. Scientific journals: Near-surface geophysics, Journal of Engineering and Geophysics etc.

Питання до самостійної роботи

Класифікація методів електророзвідки.
Електричні властивості гірських порід і фактори, що їх визначають.
Узагальнені параметри горизонтально-шарового розрізу.
Уявний опір і сутність методів опору.
Установки методу опор.
Загальна характеристика методів електропрофілювання: класифікація, методика робіт, зображення результатів, інтерпретація даних.
Симетричне електропрофілювання.
Комбіноване електропрофілювання.
Профілювання за способом серединного градієнту.
Парадокс анізотропії та його використання в електророзвідці.
Кругові профілювання.
Вертикальні електричні зондування (ВЕЗ).
Типізація геоелектричного розрізу. Типи кривих ВЕЗ.
Метод природного електричного поля: фізична сутність, методика робіт, зображення результатів, область застосування.
Метод викликаної поляризації: сутність, методика робіт, зображення результатів, область застосування.
Метод зарядженого тіла. Умови й область його застосування.
Використання георадарів для вирішення задач приповерхневої геофізики.
Метод георадара.
Георадарна стратиграфія верхньої частини розрізу.
Електрична томографія.
Застосування методів приповерхневої геофізики для задач розмінування територій.
Застосування методів приповерхневої геофізики для моніторингу карстоутворення.
Застосування методів приповерхневої геофізики для виявлення забруднених територій нафтопродуктами.
Невизначеності в геофізиці
Датчики в геофізиці
Фільтрація сигналів
Дискретизація сигналів
Згортка сигналів
Геомагнітне поле
Магнітометри
Виділення аномалій
Магнітні властивості порід, руд та мінералів
Електричні властивості порід, руд та мінералів
Багатошарові моделі в електрометрії
Природні електричні поля
Напруження і деформації
Хвильовий рух
Сейсмічні хвилі та модулі
Скін-ефект
Індукція електромагнітних хвиль у часовій області
Анізотропія
Діелектрична проникність і електропровідність
Кореляція і коваріація
Регуляризація
Метод найменших квадратів
Квазінютонівські методи