

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ННІ «Інститут геології»

Кафедра *геофізики*

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник директора інституту  
з навчальної роботи

 Всеволод ДЕМИДОВ

«29» серпня 2025 року

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### *Ядерна геофізика*

(повна назва навчальної дисципліни)

для здобувачів

галузь знань **10 Природничі науки**  
спеціальність **103 Науки про Землю**  
освітній рівень **Бакалавр (на основі ОР молодшого спеціаліста)**  
освітня програма **Геологія та менеджмент надрокористування**  
блок дисциплін **Геофізика**  
вид дисципліни **Вибіркова**

Форма навчання	<b>денна</b>
Навчальний рік	<b>2025/2026</b>
Семестр	<b>3</b>
Кількість кредитів ECTS	<b>5</b>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<b>українська</b>
Форма заключного контролю	<b>іспит</b>

Викладачі: *Шабатура Олександр Вікторович, доктор геологічних наук, доцент кафедри геофізики*

*Онищук Віктор Іванович, кандидат геологічних наук, завідувач кафедри геофізики*

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)

© Олександр Шабатура, 2025 рік

КИЇВ – 2025

Розробники: **Шабатура Олександр Вікторович, доктор геологічних наук, доцент кафедри геофізики**

**Онищук Віктор Іванович, кандидат геологічних наук, завідувач кафедри геофізики**

Затверджено

Завідувач кафедри геофізики

В.О.И. Віктор ОНИЩУК

Протокол № 1 від «26» серпня 2025 р.

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

Протокол № 1 від «29» серпня 2025 року

Голова науково-методичної комісії В.В.Демидов Всеволод ДЕМИДОВ

**Мета дисципліни** – забезпечити формування у студентів знань з теорії та можливостей радіометричних та ядерно-геофізичних методів для різних прикладних задач, здійснення вимірювальних робіт, виконання обробки та аналізу спостережених даних, сприяти поширенню геофізики у повсякденній професійній та соціальній діяльності.

**Вимоги до вибору навчальної дисципліни:**

1. Знання теоретичних основ з геофізики.
2. Володіти елементарними навичками роботи з персональним комп'ютером

**Анотація навчальної дисципліни / референс:**

*В програмі дисципліни основна увага приділяється радіометрії та ядерній геофізиці, а також принципам будови приладів та методиці виконання вимірювальних робіт. Розглядаються підходи розв'язку прямих та обернених задач. Прийоми якісної та кількісної інтерпретації пояснюються на окремих аномаліях. Характеризуються області застосування геофізичних методів на реальних прикладах. До розгляду включено загальні принципи постановки радіометричних та ядерно-геофізичних завдань, огляд шляхів їх реалізації та ефективність.*

**Завдання (навчальні цілі):**

- ознайомити з термінологічним апаратом радіометрії та ядерної геофізики;
- надати фізико-геологічні основи радіометричних та ядерно-геофізичних методів;
- пояснити основні види взаємодії радіоактивних випромінювань з речовиною;
- ознайомити з основними принципами ядерно-фізичних процесів;
- охарактеризувати загальні принципи будови лічильників та методики проведення вимірів;
- набуття студентами необхідних методологічних знань з прийомів якісної та кількісної інтерпретації даних геофізики;
- засвоєння студентами базових знань із застосування радіометричних досліджень для геологічних, інженерних та екологічних задач.
- вміти застосовувати методи ядерної геофізики для визначення вмісту зразків та віку порід .

**Результати навчання**

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форма/Методи викладання і навчання	Форма/ Методи оцінюванн я	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Основні поняття і терміни радіометрії, класифікацію методів ядерної геофізики и закон радіоактивного розпаду	лекція, лабораторне заняття	Письмова робота	до 5 %
1.2	Методику робіт з польовим радіометричними приладами та лабораторним обладнанням	лекція, лабораторне заняття	Письмова робота	до 10 %
1.3	Одиниці вимірювання радіоактивності та інтенсивності полів радіоактивних випромінювань	лекція, лабораторне заняття	Письмова робота	до 5 %
1.4	Принципи взаємодії важких та легких заряджених частинок, а також гамма-випромінювання з речовиною	лекція, лабораторне заняття	Письмова робота	до 10 %
1.5	Принцип роботи іонізаційного, сцинтиляційного, напівпровідникового	лекція, лабораторне заняття	Письмова робота	до 10%

	<i>та трекового детекторів</i>			
1.6	<i>Принципи будови гамма-спектрометрів та метрологічне забезпечення радіометричних вимірювань</i>	<i>лекція, лабораторне заняття</i>	<i>Письмова робота</i>	<i>до 5%</i>
1.7	<i>Методику гамма-методів, еманацийної зйомки, літо геохімічного, радіогідрогеохімічного та радіобіогеохімічного методів.</i>	<i>лекція, лабораторне заняття</i>	<i>Письмова робота</i>	<i>до 5%</i>
2.1	<i>Застосовувати радіометричне опробування гірських порід і руд на місці їх залягання</i>	<i>лекція, лабораторне заняття</i>	<i>Письмова робота</i>	<i>до 10 %</i>
2.2	<i>Використовувати радіометричні методи для дослідження геологічної будови, пошуків і розвідки руд та нерадіоактивних корисних копалин</i>	<i>лекція, лабораторне заняття</i>	<i>Письмова робота</i>	<i>до 10 %</i>
2.3	<i>Виконувати обробку радіометричних даних, будувати карти та розрізи радіометричних параметрів</i>	<i>лекція, лабораторне заняття</i>	<i>Письмова робота</i>	<i>до 10 %</i>
3.1	<i>Вміти організувати бригаду радіометричну зйомку для ефективного вирішення поставленої задачі</i>	<i>лекція, лабораторне заняття</i>	<i>Письмова робота</i>	<i>до 10 %</i>
4.1	<i>Розуміння особистої відповідальності за професійні рішення, які можуть давати інформацію про геологічне середовище.</i>	<i>лекція, лабораторне заняття</i>	<i>Письмова робота</i>	<i>до 10 %</i>

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

## **Схема формування оцінки:**

### **Форми оцінювання студентів**

#### **1. Семестрове оцінювання:**

- 1) *Контрольна робота з основних методів радіометрії та ядерної геофізики – 10 балів (рубіжна оцінка 6 балів)*
- 2) *Контрольна робота з будови лічильників радіоактивності – 10 балів (рубіжна оцінка 6 балів).*
- 3) *Оцінка за виконання та захист робіт на лабораторних заняттях – 30 балів (рубіжна оцінка 18 балів).*
- 4) *Оцінка самостійної роботи – 10 балів (рубіжна оцінка 6 балів)*

**2. Підсумкове оцінювання у формі іспиту<sup>1</sup>:** *максимальна оцінка 40 балів, рубіжна оцінка 24 бали. Під час іспиту студент пише тест і відповідає на питання.*

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100 бальною шкалою.

<sup>1</sup> 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**).

**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.**

	ЗМ1/Частина 1	ЗМ2/Частина 2	іспит	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>24</i>	<i>60</i>
<b>Максимум</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>100</b>

*Студент не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше 20 балів.<sup>2</sup> 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 самостійних робіт (де студенти мають продемонструвати якість засвоєних знань та вирішити поставлені завдання без обмеження інструментарію та техніки вирішення проблеми), та проведення 2 письмових модульних контрольних робіт. Підсумкове оцінювання проводиться у формі письмового іспиту.*

#### **Шкала відповідності**

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

---

<sup>2</sup> 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 САМОСТІЙНИХ РОБІТ**

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		Лекції	Лабораторна робота	Самостійна робота
<b>Частина 1. Фізичні основи радіоактивних випромінювань</b>				
1	Вступ	2		
2	<b>Тема 1.</b> Природна радіоактивність та її застосування при пошуках і розвідці родовищ корисних копалин	4	2	12
3	<b>Тема 2</b> Взаємодія радіоактивних випромінювань з речовиною	4	2	10
4	<b>Тема 3.</b> Методи та засоби реєстрації радіоактивних випромінювань.	4	2	8
5	<b>Тема 4.</b> Радіометричні методи при пошуках, розвідці і розробці родовищ радіоактивних руд та вирішенні інших задач.	8	6	10
6	<b>Тема 5.</b> Основи радіоекології.	6		
	<i>Контрольна робота 1</i>	1		
<b>Частина 2. Основи ядерно-фізичних методів</b>				
7	<b>Тема 6.</b> Класифікація та фізична суть активних ядерно- геофізичних методів досліджень. Нейтронні методи досліджень.	6	2	12
8	<b>Тема 7.</b> Активні гамма-методи ядерної геофізики	6	4	12
9	<b>Тема 8.</b> Методи ядерної геофізики при пошуках, розвідці і розробці родовищ корисних копалин та вирішенні інших задач.	6	6	12
	<i>Контрольна робота 2</i>	1		
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>48</b>	<b>24</b>	<b>76</b>

**Загальний обсяг 150 год., у тому числі:**

Лекцій – **48 год.**

Лабораторних – **24 год.**

Консультації - **2 год.**

Самостійна робота - **76 год.**

## РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА:<sup>3</sup>

### **Основні:**

1. Вижва С.А., Онищук І.І., Черняєв О.П. *Ядерна геофізика*. – К.: Вид. КНУ імені Тараса Шевченка, 2012. – 608 с.
2. *Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Державні гігієнічні нормативи*. – К.: Відділ поліграфії українського центру держсанепіднагляду МОЗ України, 1997. - 121 с.
3. Толстой М.І., Гожик А.П., Рева М.В. та ін. *Основи геофізики*. – Київ.: ВПЦ “Київський університет”, 2006. 446 с.

### **Додаткові:**

1. Ellis, D. V., & Singer, J. M. (2007). *Well Logging for Earth Scientists (2nd Edition)*. Springer Netherlands.
2. Hearst, J. R., Nelson, P. H., & Paillet, F. L. (2000). *Title: Nuclear Geophysics: Applications in Hydrology, Hydrogeology, Engineering Geology, Agriculture and Environmental Science*. American Institute of Physics (AIP).

---

<sup>3</sup> Основна: (Базова) до 10 фундаментальних, базових джерел. Додаткова: як правило - до 20 джерел в тому числі Інтернет ресурси

## **ПИТАННЯ НА ІСПИТ**

1. Предмет та методи дослідження, класифікація методів ядерної геофізики. Історія розвитку методів ядерно-геофізичних досліджень на Україні та за кордоном.
2. Природні та штучно створені ядерно-фізичні поля Землі та параметри, якими вони визначаються. Ядерно-фізичні властивості гірських порід.
3. Природна і штучна радіоактивність. Основні закони радіоактивних перетворень. Стійка і рухома радіоактивна рівновага.
4. Природні радіоактивні сімейства. Сімейства урану, торію і актиноурану. Інші природні радіоактивні елементи.
5. Одиниці вимірювання радіоактивності і інтенсивності полів радіоактивних випромінювань.
6. Основні види перетворення ядер природних радіоактивних елементів.
7. Взаємодія випромінювань радіоактивних елементів з речовиною.
8. Взаємодія заряджених частинок з речовиною.
9. Взаємодія гамма-квантів з речовиною.
10. Фізичні процеси, що відбуваються при взаємодії радіоактивних випромінювань з речовиною.
11. Детектори радіоактивних випромінювань. Газонаповнені детектори випромінювання. Сцинтиляційні лічильники. Напівпровідникові лічильники.
12. Блок-схема радіометрів. Радіометри для інтегральних вимірювань радіоактивності. Гамма-спектрометри. Похибки радіометричних вимірювань. Чутливість і фон радіометрів. Метрологічне забезпечення вимірювань в ядерній геофізиці.
13. Властивості і геохімічні особливості урану, радю, торію і калію. Уран і торій в різних геологічних процесах. Найважливіші мінерали урану і торію. Поширення радіоактивних елементів в земній корі.
14. Радіометричні методи при пошуках, розвідці і розробці родовищ радіоактивних руд і вирішенні інших геологічних задач.
15. Стадійність радіометричних робіт. Аерогама-зйомка. Автомобільний гамма-метод. Пішохідний гамма-метод.
16. Еманацийний метод. Літогеохімічні методи. Радіогідрогеохімічний метод. Радіобіогеохімічний метод.
17. Радіометричне опробування гірських порід і руд на місці їх залягання.
18. Лабораторні радіометричні методи.
19. Комплексування методів при пошуках і розвідці родовищ урану..
20. Джерела нейтронів. Взаємодія нейтронів з ядрами елементів, що складають гірські породи.
21. Стаціонарні нейтронні методи досліджень. Польові і лабораторні модифікації стаціонарних нейтронних методів.
22. Імпульсні нейтронні методи.
23. Нейтронний активаційний аналіз (метод наведеної активності).
24. Фотонейтронний (гамма-нейтронний) метод.
25. Гамма-активаційний аналіз.
26. Метод розсіяного гамма-випромінювання (гамма-гамма метод).
27. Рентгено-радіометричний метод.
28. Гамма-абсорбційні методи.
29. Визначення елементного складу гірських порід та проб за допомогою методів ядерної геофізики. Застосування методів ядерної геофізики при вирішенні задач пошуків рудних родовищ корисних копалин.
30. Норми радіаційної безпеки (НРБУ-97). Біологічна дія різного виду радіоактивних випромінювань. Охорона праці та навколишнього середовища при роботі з радіоактивними речовинами і джерелами випромінювань.
31. Ядерна геохронологія. Визначення віку древніх гірських порід і мінералів. Методи визначення віку молодих утворень.

## ***ТЕМИ НА САМОСТІЙНЕ ВИВЧЕННЯ***

### ***Теоретичні основи та фізичні процеси***

*Основні види випромінювання: альфа, бета, гамма, нейтрони, їхні характеристики  
Механізми взаємодії: фотоефект, комптонівське розсіювання, утворення пар  
Уповільнення та захоплення нейтронів;  
Геохімічні особливості розподілу урану, торію, калію-40  
Роль природних радіонуклідів як джерел гамма-випромінювання та тепла у надрах*

### ***Землі***

*Фізичні основи радіоактивного каротажу  
Схеми вимірювання РК  
Геометричні фактори РК  
Вплив середовища на покази РК  
Поняття довжини уповільнення нейтронів  
Довжини дифузії нейтронів  
Вплив водневого індексу та елементного складу на розподіл нейтронів  
Принцип вимірювання коротко- та довгоживучих ізотопів  
Сучасні зонди та інструментальні комплекси для ядерної геофізики  
Огляд новітньої апаратури  
Автономні та кабельні системи  
Калібрувальні стенди  
Метрологічне забезпечення ядерно-геофізичних вимірювань (калібрування, стандартизація, забезпечення точності та достовірності результатів).*

### ***Методи та апаратура***

*Гамма-каротаж (ГК)  
Нейтронний каротаж (НК)  
Нейтрон-активаційний каротаж (НАК)  
Спектрометричний гамма-каротаж  
Нейтронний каротаж за тепловими/надтеповими нейтронами (НТК/ННТК)  
Зв'язок із вмістом водню, визначення пористості та нафтогазонасиченості.  
Імпульсний нейтронний гамма-каротаж (ІНГК)  
Вимірювання часу життя теплових нейтронів ( $\tau$ )  
Застосування для контролю розробки та визначення мінералізації пластових вод).  
Щільнісний гамма-гамма каротаж (ГГК-Щ)  
Зв'язок інтенсивності з густиною гірських порід  
Каротаж магнітного резонансу (КМР)  
Вимірювання зв'язаної та вільної рідини, проникності.*

### ***Інтерпретація та застосування***

*Визначення пористості та глинистості за даними ГК та НК.  
Ідентифікація та кількісна оцінка пластових флюїдів (застосування ІНГК для визначення нафто-, газо- та водонасиченості, моніторинг обводнення).  
Ядерна геофізика у пошуках та розвідці рудних родовищ (використання методів для пошуку урану, торіуму та інших корисних копалин).  
Використання ядерних методів у вирішенні екологічних задач (визначення радіоактивного забруднення, моніторинг радону у ґрунтах).  
Теоретичні основи та практика використання ядерних методів у наземній та авіаційній геофізиці (гамма-спектрометрія з повітря та на поверхні).  
Комплексування ядерно-геофізичних методів з іншими геофізичними методами (сейсморозвідка, електророзвідка) для побудови літолого-флюїдальних моделей родовищ.*