

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра фундаментальної та прикладної геології

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету геології,
географії, рекреації і туризму



Віліна ПЕРЕСАДЬКО

“30” серпня 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ДИНАМІКА ПІДЗЕМНИХ ВОД

рівень вищої освіти **перший (бакалаврський)**
галузь знань **10. Природничі науки**
спеціальність **103. Науки про Землю**
освітня програма **Прикладна гідрогеологія**
спеціалізація
вид дисципліни **обов'язкова**
факультет **геології, географії, рекреації і туризму**

2024 / 2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету геології, географії, рекреації і туризму


“26” серпня 2024 року, протокол № 8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Петік Вячеслав Олексійович, к. техн. н., доцент кафедри фундаментальної та прикладної геології

Програму схвалено на засіданні кафедри фундаментальної та прикладної геології

Протокол від “26” серпня 2024 року № 14

Завідувач кафедри фундаментальної та прикладної геології


_____ Валерій СУХОВ
(підпис)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми «Прикладна гідрогеологія»

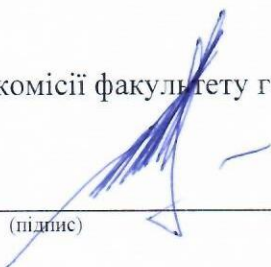
Гарант освітньо-професійної програми «Прикладна гідрогеологія»


_____ Аліна КОНОНЕНКО
(підпис)

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету геології, географії, рекреації і туризму

Протокол від “26” серпня 2024 року № 7

Голова науково-методичної комісії факультету геології, географії, рекреації і туризму


_____ Олександр ЖЕМЕРОВ
(підпис)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Динаміка підземних вод» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Прикладна гідрогеологія» підготовки бакалаврів спеціальності 103. Науки про Землю

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. **Метою** викладання дисципліни «Динаміка підземних вод» є навчити студентів вірно використовувати теорію руху підземних вод в гірських породах під впливом природних та штучних чинників для вирішення практичних задач з врахуванням особливостей гідрогеологічних умов в тих або інших природних умовах.

1.2. **Основними завданнями** вивчення дисципліни є: навчити студентів використовувати розрахункові формули руху підземних вод для вирішення різних гідрогеологічних задач та сформувати наступні компетентності:

- ЗК 2. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення на основі розуміння історії та закономірностей розвитку геології, гідрогеології та інженерної геології, їхнього місця у загальній системі знань про природу і суспільство та розвитку техніки і технологій у цій галузі.
- ЗК 3. Здатність оволодіти базовими знаннями та уміння застосовувати їх на практиці: використання гідрогеологічної та геологічної інформації та номенклатури у професійній діяльності;
- ЗК 5. Здатність використовувати знання державної та іноземної мови (як усно, так і письмово) у професійній діяльності в галузі гідрогеології і геології;
- ЗК 6. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями, ефективно використовувати у професійній діяльності цифрові інформаційні і комунікаційні технології та програмні засоби, нові ідеї та пропозиції;

- ФК 10. Здатність оволодіти понятійно-термінологічним апаратом, теоріями і концепціями, законами і закономірностями фундаментальних і спеціальних наук про Землю як комплексну природну систему; застосовувати їх в дослідженнях геологічних і гідрогеологічних явищ і процесів та аналізувати з точки зору фундаментальних теорій та концепцій геологічної науки як в глобальному і регіональному, так і в межах України і локальному рівнях; здатність виявляти взаємозв'язки між природним середовищем та діяльністю людини; розуміти та пояснювати стратегію сталого розвитку України;

- ФК 12. Здатність розуміти основні фізико-хімічні і геологічні процеси, що відбуваються у підземному середовищі у різних просторово-часових масштабах; розуміння причинно-наслідкових зв'язків розвитку та взаємодії підземного середовища і людини та уміння їх використовувати у професійній, виробничій та науковій діяльності;

- ФК 14. Здатність застосовувати базові знання фундаментальних наук при всебічному вивченні природних та антропогенних процесів в геологічних і гідрогеологічних системах різного ієрархічного рівня; здатність інтегрувати польові та лабораторні спостереження з теорією у послідовності: від спостереження до розпізнавання, синтезу і моделювання.

1.3. Кількість кредитів 9.

1.4. Загальна кількість годин 270.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов'язкова	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3,4-й	3,4-й
Семестр	
6,7-й	6,7-й
Лекції	
68 год.	14 год.
Практичні, семінарські заняття	
30* год.	12 год.
Лабораторні заняття	
-	-
Самостійна робота	
172* год.	244 год.
у тому числі індивідуальні завдання	
-	-

*-наведені години для малочисельної групи

1.6. Заплановані результати навчання

- ПР 1. Знання номенклатури та термінології сучасних геологічних, гідрогеологічних та інженерно-геологічних дисциплін; збирати, обробляти та аналізувати інформацію в області наук про Землю; вибирати і застосовувати основні методики та інструменти у виробничих і наукових гідрогеологічних та інженерно-геологічних установах і підприємствах;
- ПР 2. Вільно володіти і використовувати професійну українську мову (усно і письмово) при вивченні базових концепцій з геологічних, гідрогеологічних та інженерно-геологічних наук, об'єктно-предметної області, понятійно-термінологічного апарату, теорій і концепцій, законів і закономірностей, методів досліджень, написанні курсових робіт, виробничих звітів і презентацій;
- ПР 3. Спілкуватися іноземною мовою за фахом; здатність вільно висловлювати власні думки і вміти доносити їх до фахівців і нефахівців, обґрунтовувати та пояснювати результати досліджень; здатність працювати в міжнародних організаціях, в глобальному інформаційному середовищі, приймати участь в міжнародних наукових і практичних конференціях;
- ПР 4. Використовувати інформаційні технології, картографічні та геоінформаційні моделі в області наук про Землю; методи пошуку, створення, збереження, відтворення, обробки та передачі даних та інформації засобами обчислювальної та комунікаційної техніки; основні категорії програмних та апаратних засобів, базові принципи побудови архітектури і платформ обчислювальних систем;
- ПР 8. Обґрунтовувати вибір та використовувати стандартні польові та лабораторні методи для аналізу природних підземних вод та антропогенних систем і об'єктів, які впливають на них;
- ПР 16. Володіє сучасними методами, формами організації та засобами науково-дослідницької діяльності, прийомами наукового аналізу геолого-гідрогеологічних процесів; розробляє алгоритм наукового дослідження; працює із статистичними базами даних;
- ПР 17. Застосовує теоретичні знання, закономірності формування природних ресурсів підземних вод; дотримується вимог до якості підземних вод;
- ПР 20. Уміє доносити результати діяльності до професійної аудиторії та широкого загалу, робити презентації та повідомлення.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Закономірності руху підземних вод у гірських породах

Вступ

Зміст і цілі курсу «Динаміка підземних вод». Наукові основи динаміки підземних вод були розроблені Бернуллі Д., Ейлером П., Жуковським Н, Лебке К. Є. та Євневичем І. О. Велике значення для розвитку курсу мали роботи Павловського М. М., Лебєдєва О. Ф., Саваренського Ф. П., Каменського Г. П., Щелкачова В. Н., Лейбензона О. С., Сіліна-Бекчуріна А. І., Альтовського М. Є., Шестакова В. М., Бочевера Ф. М., Язвіна Л. С. та інших.

Тема 1. Основні види і загальні закономірності руху підземних вод в зоні аерації та в зоні водонасичення.

Гірська порода, пори і тріщини, підземні води, водяна пара, капілярні води, гравітаційні води, інфільтрація, фільтрація, коефіцієнт фільтрації, лінійний і нелінійний закони фільтрації.

Тема 2. Польові визначення напрямку і дійсної швидкості руху підземних вод.

Швидкість фільтрації, дійсна швидкість руху підземних вод і основні польові методи їх визначення. Рух води в порах гірських порід. Рівняння Павловського. Методи визначення напрямку і дійсної швидкості руху підземних вод.

Тема 3. Усталений (стаціонарний) рух підземних вод в однорідних водоносних горизонтах.

Однорідні та неоднорідні водоносні горизонти. Усталений і неусталений рух підземних вод. Плоский та радіальний потоки. Основні гідродинамічні елементи потоку. Напір підземних вод. Рівняння Д. Бернуллі. Напірний градієнт. Рівномірний та нерівномірний рух підземних вод. Рух ґрунтових вод в горизонтальному пласті. Формула Дюпюї. Побудова депресійної кривої ґрунтових вод. Нерівномірний рух підземних вод. Формула Н.Н. Павловського. Рух ґрунтових вод в горизонтальному пласті з врахуванням інфільтрації зверху. Рівняння депресійної кривої ґрунтових вод в міжрічковому масиві при наявності інфільтрації зверху.

Тема 4. Усталений (стаціонарний) рух підземних вод в неоднорідних водоносних горизонтах.

Приклади неоднорідних водоносних горизонтів. Закономірності фільтрації води в неоднорідних породах. Рівняння руху ґрунтових вод в шаруватому горизонтальному пласті. Рух підземних вод у пластах з рівномірною зміною водопровідності в горизонтальному напрямку. Рух підземних вод в пластах з різкою зміною водопровідності порід. Рівняння руху води в неоднорідних пластах складної будови. Аналіз депресійних кривих в однорідних та неоднорідних водоносних горизонтах. Безнапірна фільтрація. Напірна фільтрація. Рух підземних вод в міжрічковому масиві складної будови. Види руху ґрунтових вод у долинах річок.

Розділ 2. Плоский плановий потік підземних вод

Тема 5. Неусталений (нестационарний) рух підземних вод.

Головні види неусталеного руху. Рівняння неусталеного руху ґрунтових вод у кінцевих різкостях. Аналіз рівняння неусталеного руху вод та його використання для вирішення різних гідрогеологічних задач.

Тема 6 Підпір ґрунтових вод.

Природні і штучні чинники, які визивають підпір ґрунтових вод. Визначення величини підпору ґрунтових вод в однорідному масиві при горизонтальному заляганні. Визначення величини підпору ґрунтових вод в міжрічковому масиві. Визначення величини

підпору ґрунтових вод у неоднорідних по водопровідності пластах та неоднорідних пластах складної будови.

Тема 7. Усталений рух підземних вод, різних за складом.

Поняття про коефіцієнт проникнення та про коефіцієнт п'єзопровідності. Вплив щільності та в'язкості, газонасиченості на рух підземних вод і на швидкість фільтрації. Рівняння приведенного тиску.

Тема 8. Рух підземних вод в районі гребель і водосховищ.

Фільтрація води при будівництві греблі. Теорія руху ґрунтових вод під гідротехнічними спорудами за формулою Павловського. Гідродинамічний тиск. Дія гідродинамічного тиску на породи. Визначення фільтрації під греблею і в обхід греблі. Визначення фільтрації води із водосховища та із каналів.

Розділ 3. Радіальний потік підземних вод

Тема 9. Усталений рух підземних вод до водозабірних споруд (радіальний потік підземних вод).

Типи водозабірних споруд. Рівняння притоку води до досконалих ґрунтових свердловин. Рівняння притоку води до досконалої артезіанської свердловини. Приток води до недосконалої ґрунтової свердловини. Приток води до неглибокого колодязя з проникним дном. Крива дебіту недосконалого ґрунтового колодязя. Крива дебіту артезіанського колодязя. Залежність дебіту від радіусу свердловини і радіусу впливу. Поглинаючі колодязі. Витрати води поглинаючого ґрунтового колодязя. Рівняння депресійної кривої в районі впливу каналу (ріки). Приток води в канал досконалого і недосконалого типів. Взаємодія свердловин. Рівняння Форхгеймера. Рівняння Щелкачова. Взаємодія артезіанських свердловин по методу Альтовського.

Тема 10. Рух підземних вод в тріщинуватих породах.

Приток води до ґрунтової і артезіанської досконалих свердловин. Витрати води поглинаючої свердловини. Формула Смеркера. Визначення коефіцієнту фільтрації.

Тема 11. Неусталений рух води до свердловин (радіальний потік підземних вод).

Рівняння Бусінеска радіального потоку підземних вод до ґрунтової досконалої свердловини в безмежному водоносному горизонті. Пружний режим підземних вод з напірною поверхнею. Виявлення пружного режиму під впливом природних та штучних чинників. Основні рівняння неусталеного руху підземних вод при пружному режимі фільтрації. Рівняння Бусінеска. Рівняння Тейса. Перехід від рівняння Тейса для неусталеного руху підземних вод з напірною поверхнею до рівняння неусталеного руху підземних вод із вільною поверхнею. Використання рівняння Тейса для визначення гідрогеологічних параметрів водоносного горизонту.

Розділ 4. Міграція підземних вод

Тема 12. Основи теорії міграції підземних вод.

Основні фізико-хімічні закони міграції підземних вод. Конвективний перенос. Дифузійно-кондуктивний перенос. Оцінка міграції підземних вод в різноманітних гідрогеологічних умовах. Дифузійно-кондуктивний перенос в розділяючих шарах. Конвективний теплоперенос через розділяючий шар (стаціонарна задача). Дисперсія розділу в однорідних водоносних горизонтах. Макродисперсія в неоднорідному середовищі.

Тема 13. Визначення міграційних параметрів.

Лабораторні визначення параметрів мікродисперсії. Польові визначення міграційних параметрів. Запуск індикаторів в водоносний горизонт через свердловини.

Тема 14. Гідрогеологічні розрахунки забруднення підземних вод.

Загальні положення методики і розрахунки радіусу захвату забруднених вод підземних вод водозаборами. Методику розрахунків часу проникнення забруднених вод в підземні води.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів 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
6-й семестр												
Розділ 1. Закономірності руху підземних вод у гірських породах												
Разом за розділом 1	52	18	8	-	-	26	52	4	2	-	-	46
Розділ 2. Плоский плановий потік підземних вод												
Разом за розділом 2	38	18	4	-	-	16	38	2	4	-	-	32
7-й семестр												
Розділ 3. Радіальний потік підземних вод												
Разом за розділом 3	90	16	8	-	-	66	90	4	2	-	-	84
Розділ 4. Міграція підземних вод												
Разом за розділом 4	90	16	10	-	-	64	90	4	4	-	-	82
Усього годин	270	68	30	-	-	172	270	14	12	-	-	244

4. Тематика практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна ФН	заочна ФН
1	Струмениста модель руху рідини. Закони фільтрації (P1)	2	-
2	Потоки підземних вод (P1)	2	2
3	Вихідні диференціальні рівняння фільтрації (P1)	2	-
4	Основні диференціальні рівняння планової фільтрації (P1)	2	-
5	Методи розв'язання диференціальних рівнянь фільтрації (P2)	2	2
6	Аналітичні розрахунки одномірних потоків підземних вод (P2)	2	2
7	Фільтрація в зоні впливу вертикальних водозаборів (P3)	8	2
8	Визначення гідрогеологічних параметрів за даними дослідно-фільтраційних робіт (P4)	4	2
9	Особливості міграції підземних вод (P4)	6	2
	Разом	30	12

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна ФН	заочна ФН
1	Фізична природа сил опору при різних режимах руху рідини	8	12
2	Реологічні моделі руху рідини. Початковий градієнт фільтрації	8	12
3	Визначення коефіцієнту гравітаційної ємності гірських порід за допомогою емпіричних формул.	8	12
4	Конформність гідродинамічної сітки фільтраційного потоку	8	12
5	Класифікація вихідних диференційних рівнянь фільтрації з позиції рівнянь математичної фізики	10	14
6	Коефіцієнт пористості гірських порід та пружне живлення напірного потоку підземних вод	10	14
7	Сутність методу електрогідродинамічних аналогій (ЕГДА)	10	14
8	Гідродинамічні розрахунки усталеного однорідного безнапірного потоку підземних вод за умови похилого залягання водовідриву	10	14
9	Гідродинамічні розрахунки усталеного однорідного безнапірного потоку підземних вод за умови горизонтального однорідно-шаруватого потоку підземних вод	10	14
10	Основні випадки формування усталеного підпору підземних вод на вододільному масиві.	10	14
11	Методи гідродинамічних розрахунків систематичного горизонтального дренажу	10	14
12	Наближена оцінка неусталеної фільтрації до досконалої свердловини в безнапірному водоносному пласті	10	14
13	Визначення радіусу впливу одиночної свердловини при неусталеному режимі фільтрації	10	14
14	Гідродинамічні розрахунки взаємодіючих свердловин при усталеному режимі фільтрації	10	14
15	Визначення фільтраційного опору ложа водойм та водотоків	10	14
16	Визначення гідрогеологічних параметрів за допомогою методів простеження по площі та комбінованого простеження	10	14
17	Визначення гідрогеологічних параметрів за даними відновлення рівня води у спостережній свердловині	10	14
18	Застосування теорії міграції підземних вод для вирішення практичних задач.	10	14
	Разом	172	244

6. Індивідуальні завдання – не передбачено

7. Методи навчання

Лекції, практичні заняття, самостійна робота.

8. Методи контролю

До методів контролю належать: перевірка правильності виконання практичних робіт; поточні контрольні роботи для перевірки засвоєння матеріалу курсу;

Підсумковий контроль у 6 семестрі – залікова робота, у 7 семестрі – екзамен.

9. Схема нарахування балів

6 семестр

Поточний контроль, самостійна робота						Залік	Сума		
Практичні роботи								Контрольна робота,	Разом
ПР1	ПР2	ПР3	ПР4	ПР5	ПР6	30	60	40	100
5	5	5	5	5	5				

7 семестр

Поточний контроль, самостійна робота					Екзамен	Сума	
Практичні роботи			Контрольна робота,				Разом
ПР7	ПР8	ПР9	30		60	40	100
10	10	10					

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Критерії оцінювання практичних робіт ПР1-ПР6

Максимальна кількість балів – 5.

5 балів – робота правильно виконана, оформлена, здана вчасно та захищена;

4 бали – робота містить несуттєві помилки, здана вчасно та захищена;

3 бали – в роботі є помилки, проте простежується знання матеріалу, здана вчасно, захищена;

2 бали – в роботі є помилки, здана не вчасно, не захищена;

1 бал – робота здана, більша частина роботи неправильно виконана, не містить висновків, незахищена;

0 балів – робота невиконана.

Критерії оцінювання практичних робіт ПР7-ПР9

Максимальна кількість балів – 10.

10-9 балів – робота правильно виконана, оформлена, здана вчасно та захищена;

8-7 балів – робота містить несуттєві помилки, здана вчасно та захищена;

6-5 балів – в роботі є помилки, проте простежується знання матеріалу, здана вчасно, захищена;

4-3 бали – в роботі є помилки, здана не вчасно, не захищена;

2-1 бал – робота здана, більша частина роботи неправильно виконана, не містить висновків, незахищена;

0 балів – робота невиконана.

Контрольна робота оцінюється в 30 балів

- 3 питання, що передбачають розгорнуті відповіді (есе) (10 балів за кожне питання).

9-10 балів – правильна відповідь, яка передбачає знання матеріалу, послідовність викладення, наведення прикладів, приведення розрахунків (за необхідністю) аргументованість висновку;

7-8 балів – правильна відповідь, але є непослідовність у викладенні;

5-6 балів – правильна відповідь, але є непослідовність викладення, відсутні приклади, розрахунки та аргументація висновку;

4 бали – неправильна відповідь, проте простежується знання матеріалу, володіння основними термінами;

3-2 бали – неправильна відповідь;

0 балів – відсутність відповіді.

Залікова та екзаменаційна робота мають форму тестів множинного вибору та частково відкритих питань, на які здобувачам необхідно дати відповідь. Максимальна кількість балів, яку здобувач може отримати за відповідь на кожне питання, вказана в заліковій (екзаменаційній) роботі.

- 0 – 40 % від максимальної оцінки – здобувач слабо орієнтується в навчальному матеріалі, його відповіді неструктуровані, матеріал викладено уривчасто та неповно, здобувач не володіє термінологічним апаратом;
- 40 – 70 % від максимальної оцінки – здобувач орієнтується в навчальному матеріалі, але його обсяг чітко в межах матеріалу, прослуханого в аудиторії, наявне слабке володіння термінологічним апаратом, матеріал подано в достатньому обсязі, але він неструктурований;
- 70 – 100 % від максимальної оцінки – здобувач добре орієнтується в навчальному матеріалі, його обсяг виходить за межі матеріалу, прослуханого в аудиторії (прослідковується самостійна підготовка), наявне ґрунтовне володіння термінологічним апаратом, матеріал подано в повному обсязі, він структурований та чітко викладений.

Для допуску до складання екзамену здобувач вищої освіти повинен набрати не менше 10 балів з навчальної дисципліни протягом семестру.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для дворівневої шкали оцінювання, 6 семестр	для чотирирівневої шкали оцінювання, 7 семестр
90 – 100	зараховано	відмінно
70-89		добре
50-69		задовільно
1-49	не зараховано	незадовільно

10. Рекомендована література

Базова

1. Кошляков О.Є., Мокієнко В.І. Динаміка підземних вод. Головні поняття та визначення. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», – 2004.
2. Гідрогеологія : підручник для студ. геол. спец. вищ. навч. закл. / В. В. Колодій. – Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2010. – 368 с.
3. Кошляков О.Є., Мокієнко В.І. Практикум з динаміки підземних вод. – К.: ВПЦ Київський університет, 2006. – 77 с.
4. Мандрик Б. М. Гідрогеологія. / Б. М. Мандрик, Д. Ф. Чомко, Ф. В. Чомко. // – К. : ВПЦ «Київський університет», 2005. – 197 с.

Допоміжна

5. Селезньова Л.В., Балан Г.К. Гідрогеологія: Конспект лекцій. – Одеса: «Екологія», 2008. – 95 с.

Методичне забезпечення

6. Кошляков О. Є. Практикум з динаміки підземних вод. Навчальний посібник. / О. Є. Кошляков, В. І Мокієнко. // – К. : ВПЦ «Київський університет». 2005. – 76 с.
 7. Кошляков О. Є. Динаміка підземних вод. Головні поняття та визначення. Навчальний посібник. / О. Є. Кошляков, В. І Мокієнко. // – К. : ВПЦ «Київський університет». – 2004. – 32 с.
 8. Чомко Ф. В. Динаміка підземних вод. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів спеціальності «Гідрогеологія». / Ф. В. Чомко // – Х. : Вид-во ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. – 35 с.
- Чомко Ф. В. Динаміка підземних вод. Методичні вказівки по складанню курсової роботи. / Ф. В. Чомко, Д. Ф. Чомко. // – Х. : Вид-во ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. – 57 с.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

Сайт наукової бібліотеки Харківського національного університету ім. В. .Н. Каразіна.
Режим доступу: <http://www-library.univer.kharkov.ua/ukr>
<https://periodicals.karazin.ua/geoeco/>