

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра гідрогеології

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

_____ проф. Холін Ю.В.

“ _____ ” _____ 2016 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ДИНАМІКА ПІДЗЕМНИХ ВОД

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність (напрямок) 103 «Науки про Землю»

спеціалізація _____

факультет факультет геології, географії, рекреації і туризму

2016 / 2017 навчальний рік

Харків – 2016

**Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету
геології, географії, рекреації і туризму
«___»_____2016 року, протокол №___.**

Розробник: доцент Чомко Федір Васильович, доцент
(вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади).

Програму схвалено на засіданні кафедри гідрогеології

Протокол № ___ від. «___»_____2016 р.

Завідувач кафедри гідрогеології

_____ (доц. Удалов І.
В.)
(підпис) (прізвище та ініціали)
«___»_____ 2016 р.

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

Протокол № ___ від. «___»_____2016 р.

Голова методичної комісії

_____ (проф. Жемеров О.О.)
(підпис) (прізвище та ініціали)
«___»_____ 2016 р.

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Динаміка підземних вод» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки

бакалавр

(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

Напряму 103 «Науки про Землю»

Спеціальності Гідрогеологія

Спеціалізації _____

Предметом вивчення навчальної дисципліни є теорія 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.

Програма навчальної дисципліни складається із таких розділів:

1. Основи динаміки підземних вод, закони фільтрації, ємнісні властивості гірських порід, потоки підземних вод.
2. Вихідні диференціальні рівняння фільтрації, основні диференціальні рівняння планової фільтрації, методи розв'язання диференціальних рівнянь, аналітичні розрахунки усталених одномірних потоків.
3. Фільтрація в зоні впливу гідротехнічних споруд, фільтрація в зоні впливу горизонтальних водозаборів, фільтрація в зоні впливу одиночних вертикальних водозаборів, фільтрація в зоні впливу взаємодіючих свердловин.
4. Визначення гідрогеологічних параметрів за даними режимних спостережень, визначення гідрогеологічних параметрів за даними дослідно-фільтраційних робіт, особливості міграції підземних вод, основи переносу вологи в зоні аерації.

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.

1.3. Кількість кредитів – 6

1.4. Загальна кількість годин – 164

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3–4-й	4-й
Семестр	
6–7-й	7–8-й
Лекції	
56 год.	18 год.
Практичні, семінарські заняття	
30 год.	8 год.
Лабораторні заняття	
– год.	– год.
Самостійна робота	
114 год.	190 год.
Індивідуальні завдання	
16 год.	

Примітка. Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

- для денної форми навчання – 1,25
- для заочної форми навчання – 5,2

1.6. Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми студенти повинні досягти таких результатів:

знати: розрахункові формули для вирішення різних гідрогеологічних задач.

вміти: кожен студент повинен вміти використовувати розрахункові формули для вирішення різних гідрогеологічних задач без викривлення природних умов:

- в галузі водопостачання – визначення гідрогеологічних параметрів водоносних горизонтів, визначення ресурсів підземних вод, збільшення дебіту свердловин та їх взаємодія між собою;
- в галузі зрошення – визначення фільтраційних втрат із зрошувальних каналів, прогнозування режиму ґрунтових вод на зрошуваних землях;
- при осушенні – правильно застосовувати рівняння для розрахунків дренажних споруд.

1.7. Компетентності, якими повинні оволодіти студенти:

• мати уявлення про теорію руху підземних вод в гірських породах під впливом природних та штучних чинників для вирішення практичних задач з врахуванням особливостей гідрогеологічних умов;

• знати та використовувати на практиці розрахункові формули для вирішення різних гідрогеологічних задач.

2. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

РОЗДІЛ №1.

Вступ 2 год.

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., Лебедєва 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. 4 год.

Поняття, що вивчаються: гірська порода, пори і тріщини, підземні води. водяна пара, капілярні води, гравітаційні води, інфільтрація, фільтрація, коефіцієнт фільтрації, лінійний і нелінійний закони фільтрації.

Класифікація води в гірських породах. Вода в кристалічній решітці мінералів. Вода на поверхні часток породи. Вода в пористому середовищі та в тріщинах гірських порід (водяна пара, капілярні води, гравітаційні води). Рух різних видів води в гірських породах ненасичених водою (в зоні аерації).

Основні рівняння інфільтрації за Цункером. Теорія фільтрації води. Вплив капілярності та повітря в зоні аерації на процеси інфільтрації.

Рух підземних вод в породах, насичених водою. Основні закони руху підземних вод. Основні диференційні рівняння фільтрації. Лінійний закон фільтрації (закон Дарсі). Коефіцієнт фільтрації. Швидкість фільтрації і дійсна швидкість руху води в порах та тріщинах. Критична швидкість. Нелінійні закони фільтрації.

Навички, які отримуються: вірне розуміння природи підземних вод, теорії фільтрації і основних законів руху підземних вод.

Тема 2.

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

Поняття, що вивчаються: 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.

Навички, які отримуються: вірне розуміння природи руху підземних вод в гірських породах і використання методів визначення напрямку і дійсної швидкості руху підземних вод.

Тема 3.

Усталений (стаціонарний) рух підземних вод в однорідних водоносних горизонтах. 4 год.

Поняття, що вивчаються: однорідні і неоднорідні водоносні горизонти, усталений і неусталений рух підземних вод, напір і напірний градієнт, депресійна крива.

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.

Навички, які отримуються: вірно розуміння природи гідростатичного напору, правильне використання формул Бернуллі, Дюпюї і Павловського, вміння розраховувати витрати ґрунтових вод на горизонтальному водотриві і в міжрічковому масиві.

Тема 4.

Усталений (стаціонарний) рух підземних вод в неоднорідних водоносних горизонтах. 2 год.

Поняття, що вивчаються: шаруваті водоносні горизонти, зміна водопровідності порід, безнапірна і напірна фільтрація.

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.

Навички, які отримуються: вірно використання формул для визначення витрати ґрунтових вод в неоднорідних пластах.

Література: 1, 2, 3.

Питання до першого проміжного контролю

Вступ

1. Що вивчає динаміка підземних вод (ДПВ)?
2. Які природні сили викликають рух підземних вод?
3. Які властивості гірських порід дають можливість воді рухатися крізь породу?
4. Що таке пористість?
5. Що таке тріщинуватість?
6. Які гірські породи є пористими?
7. Яку розмірність має величина коефіцієнта пористості (тріщинуватості)?
8. Що таке розмірність?
9. Що таке витрата водного потоку взагалі?
10. Що таке витрата потоку підземних вод?
11. Яку розмірність має витрата потоку?
12. Що є основними характеристиками потоків підземних вод?
13. Що таке рівень підземних вод?
14. Що таке водоносний горизонт і водоносний комплекс?
15. Яким чином відображується рівень (напір) підземних вод на гідрогеологічній карті?
16. Що таке фільтрація підземних вод?
17. Що таке потоки та басейни підземних вод у ДПВ?

Основи динаміки водних потоків

18. Які поняття гідромеханіки використовуються при розгляді струменистої моделі рідини?
19. Що лежить в основі понять «суцільне середовище» та «гідростатичний тиск»?
20. Що таке «поле швидкостей» та «поле тисків»?
21. Що означає поняття «лінія течії», «поверхня течії» і «траєкторія»?
22. Що таке «струминка» та «трубка течії»?
23. Як визначається витрата та швидкість елементарної трубки течії (струминки)?
24. Що таке середня швидкість потоку підземних вод?
25. Як визначається загальна витрата потоку?
26. Які види руху рідини розглядаються в ДПВ?
27. Що таке рівномірний рух рідини?
28. Що таке нерівномірний рух рідини?

29. Що таке плавно змінний рух рідини?
30. Наведіть схему сил, що діють на струминку рідини під час руху.
31. Яке рівняння відображує рівновагу сил, що діють у напрямі руху струминки рідини?
32. Як визначається потенціал фільтрації?
33. Як визначається градієнт потенціалу фільтрації?
34. Як визначається висота тиску (п`ізометрична висота)?
35. Що таке гідростатичний напір?
36. Що таке швидкісний напір?
37. Що таке гідродинамічний напір?
38. Що таке ідеальна рідина?
39. Який вигляд має рівняння Бернуллі для ідеальної рідини?
40. Який вигляд має рівняння Бернуллі для реальної рідини?
41. Які режими руху розглядаються в ДПВ?
42. Що таке ламінарний режим руху рідини?
43. Що таке турбулентний режим руху рідини?
44. Для чого використовується число Рейнольдса?
45. Яку розмірність має число Рейнольдса?

Закони фільтрації

46. Що таке процес фільтрації?
47. Що являє собою процес фільтрації з позиції гідродинаміки?
48. Що таке швидкість фільтрації за Дюпюї?
49. Що таке дійсна швидкість фільтрації?
50. Що таке активна пористість?
51. Як співвідносяться швидкість фільтрації та дійсна швидкість фільтрації?
52. Яка залежність встановлена законом Дарсі?
53. Який вигляд має закон Дарсі у швидкісній формі?
54. Що характеризує коефіцієнт фільтрації (коефіцієнт пропорційності) в законі Дарсі?
55. Що таке градієнт напору та його розмірність?
56. Яку розмірність має коефіцієнт фільтрації?
57. У яких випадках у ДПВ використовується поняття коефіцієнт проникності?
58. Яке співвідношення між коефіцієнтом фільтрації та коефіцієнтом проникності?
59. В яких одиницях вимірюється коефіцієнт проникності?

60. Для яких порід отриманий закон турбулентної фільтрації (закон Краснопольського)?
61. Який вигляд має закон Краснопольського у витратній і швидкісній формі?
62. Як визначається швидкість турбулентного режиму руху водних потоків відповідно до закону Шезі?
63. За якої умови вирази законів Краснопольського та Шезі збігаються?
64. Що таке змішана фільтрація?
65. Для яких ділянок потоку може бути характерною змішана фільтрація?
66. Для яких порід може бути характерною змішана фільтрація?
67. Якими залежностями описується змішана фільтрація?
68. Чому для опису змішаної фільтрації краще підходить формула Проні?
69. Що являють собою коефіцієнти в формулі Проні?
70. Чи існують обмеження застосуванню закону Дарсі?
71. Чим обумовлена верхня межа застосування закону Дарсі?
72. Що таке число Рейнольдса?
73. Яку розмірність має число Рейнольдса?
74. Чим обумовлена нижня межа застосування закону Дарсі?

Ємнісні властивості гірських порід

75. Що означає поняття ємнісні властивості гірських порід?
76. Які види ємності (водовіддачі) гірських порід розглядаються в ДПВ?
77. Як визначається коефіцієнт гравітаційної водовіддачі гірських порід?
78. Як інакше можна визначити гравітаційну водовіддачу гірських порід?
79. Чому чисельно рівний коефіцієнт гравітаційної водовіддачі?
80. Що таке коефіцієнт недостаті насичення гірських порід?
81. Що означає пружна ємність гірських порід?
82. Що таке коефіцієнт пружної ємності гірської породи?
83. Чому чисельно дорівнює коефіцієнт пружної ємності гірської породи?
84. Що таке коефіцієнт пружної водовіддачі водоносного пласту?
85. Яку розмірність мають коефіцієнт гравітаційної водовіддачі гірської породи та коефіцієнт пружної водовіддачі водоносного пласту?
86. Яке співвідношення існує між коефіцієнтом пружної та гравітаційної водовіддачі гірських порід?
87. Що означає поняття середовище з подвійною ємністю?

Потоки підземних вод

88. Що являє собою поняття басейн у ДПВ?

89. Що означає поняття потік у ДПВ?
90. Як класифікуються потоки підземних вод за гідравлічними ознаками?
91. Що таке безнапірний потік підземних вод?
92. Що таке напірний потік підземних вод?
93. Що таке напірно-безнапірний потік підземних вод?
94. Як класифікуються потоки підземних вод за зміною їх елементів у просторі?
95. Що таке рівномірний потік підземних вод?
96. Що таке нерівномірний потік підземних вод?
97. Як класифікуються потоки підземних вод за зміною їх елементів у часі?
98. Що таке усталений потік підземних вод?
99. Що таке неусталений потік підземних вод?
100. Які межі потоків виділяються у ДПВ?
101. Що можна вважати верхньою межею потоків підземних вод?
102. Що являє собою нижня межа потоків підземних вод?
103. Що таке бокові межі потоків підземних вод?
104. Що таке внутрішня межа потоків підземних вод?
105. Яка схематизація меж потоків характеризує їх різновидності в плані?
106. Що таке необмежені потоки підземних вод?
107. Що таке напівобмежені потоки підземних вод?
108. Які потоки підземних вод називаються обмеженими?
109. Які види обмежених потоків виділяються у ДПВ?
110. Що таке гідродинамічні елементи потоку підземних вод?
111. Які існують гідродинамічні елементи потоку підземних вод?
112. Що таке гідродинамічний напір потоку?
113. Що таке градієнт напору?
114. Як можна визначити напрям руху потоку підземних вод?
115. Що таке швидкість фільтрації підземних вод?
116. Що таке фільтраційна витрата потоку підземних вод?
117. Що таке коефіцієнт водопровідності потоку?
118. Яку розмірність має коефіцієнт водопровідності?
119. Що таке гідродинамічна сітка фільтрації?
120. З яких елементів складається гідродинамічна сітка фільтрації?
121. За яким правилами будується гідродинамічна сітка фільтрації?
122. Що характеризує гідродинамічна сітка фільтрації?
123. Що таке властивість конформності гідродинамічної сітки фільтрації?

124. Що таке структура потоку підземних вод?
125. Які основні фактори впливають на формування структури потоку підземних вод?
126. Які основні типи потоків виділяють залежно від характеру водопроникності пластів?
127. Що таке однорідні і неоднорідні потоки підземних вод?
128. Що таке шматково-однорідні чи шматково-неоднорідні потоки підземних вод?
129. Які потоки підземних вод називаються однорідно-шаруватими?
130. Які потоки підземних вод називаються неоднорідно-шаруватими?
131. Яку мірність течії мають реальні потоки підземних вод?
132. Які потоки підземних вод по мірності течії розглядаються в ДПВ?
133. Які потоки підземних вод вважаються лінійними (одномірними)?
134. Які потоки підземних вод вважаються площинними (двомірними)?
135. Як класифікуються двомірні потоки підземних вод?
136. Що таке площинно-горизонтальний потік підземних вод?
137. Що таке площинно-вертикальний потік підземних вод?
138. Що таке планово-просторовий потік підземних вод?

Розділ №2.

Тема 5.

Неусталений (нестационарний) рух підземних вод. 2 год.

Поняття, що вивчаються: *неусталений рух, рівняння в кінцевих різностях.*

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

Навички, які отримуються: *вірне використання рівняння в кінцевих різностях.*

Тема 6.

Підпір ґрунтових вод. 2 год.

Поняття, що вивчаються: *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.

Навички, які отримуються: вірно визначення величини підпору ґрунтових вод в різних гідрогеологічних умовах.

Тема 7.

Усталений рух підземних вод різних за складом. . . . 2 год.

Поняття, що вивчаються: коефіцієнт проникнення, коефіцієнт п'єзопровідності, приведений тиск.

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.

Навички, які отримуються: вірно розуміння впливу щільності, в'язкості і газонасиченості на рух підземних вод.

Тема 8.

Рух підземних вод в районі гребель і водосховищ. . . . 2 год.

Поняття, що вивчаються: гідротехнічні споруди, греблі, водосховища, гідродинамічний тиск, критичний градієнт напору.

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.

Навички, які отримуються: вірно визначення фільтрації води із водосховища та із каналів, під греблею і в обхід греблі.

Література: [1, 2, 3].

Питання до другого проміжного контролю

Вихідні диференціальні рівняння фільтрації

1. Які природні сили обумовлюють явище фільтрації води крізь гірські породи?
2. Які сили протидіють процесу фільтрації води крізь гірські породи?
3. Що таке жорсткий режим фільтрації?
4. Що взято за основу виводу рівняння нерозривності?
5. Який вигляд має рівняння нерозривності?
6. В чому полягає зміст рівняння фільтрації?
7. Який вигляд має рівняння жорсткого режиму фільтрації?

8. Який вигляд має рівняння жорсткого режиму фільтрації для однорідно-ізотропних пластів?
9. Справедливі чи ні рівняння жорсткого режиму фільтрації для однорідно-анізотропних (шматково-однорідних) пластів?
10. Справедливі чи ні рівняння жорсткого режиму фільтрації для неусталених потоків підземних вод?
11. Як записується рівняння нерозривності для пружного потоку?
12. Як перейти від рівняння нерозривності до рівняння пружного режиму фільтрації?
13. Який вигляд має рівняння пружного режиму фільтрації для шматково-однорідних або однорідно-анізотропних пластів?
14. Який вигляд має рівняння пружного режиму фільтрації для однорідно-ізотропних або однорідно-анізотропних пластів?
15. Як у рівнянні пружного режиму фільтрації враховуються водопроникні властивості водовмісної породи?
16. Який вигляд має рівняння пружного режиму фільтрації при застосуванні коефіцієнта п'єзопровідності?

Основні диференціальні рівняння планової фільтрації

17. Що таке планова фільтрація?
18. У чому полягає суть передумови Дюпюї?
19. Які водоносні пласти розглядаються в теорії планової фільтрації?
20. Які особливості виникають при отриманні рівняння нерозривності для планової фільтрації в ізольованому напірному пласті?
21. Який вигляд має рівняння нерозривності для жорсткого режиму при плановій фільтрації?
22. Який вигляд має рівняння жорсткого режиму при плановій фільтрації в напірному ізольованому пласті?
23. Який вигляд має рівняння нерозривності для напірного потоку за наявності перетікання?
24. Що таке фактор перетікання та показник перетікання?
25. Які особливості слід враховувати при отриманні рівняння планової фільтрації для безнапірного пласта?
26. Як визначається об'єм рідини, що надходить за рахунок гравітаційної водовіддачі?
27. Який вигляд має рівняння нерозривності для безнапірного пласта?
28. Як перейти від рівняння нерозривності до рівняння фільтрації для умов

безнапірного пласта (до рівняння Буссінеска)?

29. В чому полягають особливості рівняння Буссінеска з позиції його розв'язання?

30. Що таке лінеаризація нелінійного рівняння?

31. Які існують способи (методи) лінеаризації рівняння Буссінеска?

32. Що таке коефіцієнт водопровідності?

33. Що таке коефіцієнт рівнепровідності?

Методи розв'язання диференціальних рівнянь фільтрації

34. Як з математичної позиції характеризуються рівняння фільтрації?

35. Які рівняння називаються лінійними і нелінійними?

36. Які існують групи методів для розв'язання диференціальних рівнянь фільтрації?

37. Що необхідно задати для розв'язання диференціального рівняння, що описує процес фільтрації?

38. Що практично означають поняття початкові умови та граничні умови фільтраційних потоків?

39. Що таке крайова задача для процесу фільтрації?

40. Що означає поняття гранична умова I-го роду?

41. Що означає поняття гранична умова II-го роду?

42. Що означає поняття гранична умова III-го роду?

43. Що означає поняття гранична умова IV-го роду?

44. Які граничні умови можуть існувати на нижній межі потоків?

45. Які граничні умови можуть існувати на верхній межі потоків?

46. Які граничні умови можуть існувати на внутрішніх межах потоків?

Аналітичні розрахунки усталених одномірних потоків підземних вод

47. В яких випадках допускається схематизація, що дозволяє розглядати потоки як одномірні?

48. Які основні розрахункові схеми усталених одномірних потоків існують?

49. Який вигляд має диференціальне рівняння фільтрації для одномірного напірного потоку із сталою водопровідністю?

50. Який вигляд має диференціальне рівняння фільтрації для одномірного однорідного безнапірного потоку на горизонтальному водотриві (для схеми Дюпюї)?

51. Який вигляд має диференціальне рівняння фільтрації для одномірного горизонтального однорідно-шаруватого потоку (для схеми Гірінського)?

52. Для чого використовується функція Гірінського?

53. Як визначається гідродинамічний напір у заданій точці одномірного потоку із сталою водопровідністю?

54. Як визначається питома витрата потоку в заданому перерізі та на межах одномірного потоку із сталою водопровідністю?

55. Як визначається гідродинамічний напір у заданій точці одномірного безнапірного однорідного потоку на горизонтальному водотриві?

56. Як визначається питома витрата потоку в заданому перерізі та на межах одномірного безнапірного однорідного потоку на горизонтальному водотриві?

57. В чому полягає суть методу фільтраційних опорів?

Розділ №3.

Тема 9.

Усталений рух підземних вод до водозабірних споруд (радіальний потік підземних вод).. 6 год.

Поняття, що вивчаються: *радіальний потік підземних вод, ґрунтова і артезіанська досконалі свердловини, радіус впливу, шахтний колодязь, взаємодія свердловин.*

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.

Навички, які отримуються: *вірне використання рівнянь для визначення дебіту ґрунтових і артезіанських свердловин і зниження рівнів в них, а також рівнянь Форхгеймера, Щелкачова і Альтовського.*

Тема 10.

Рух підземних вод в тріщинуватих породах. 2 год.

Поняття, що вивчаються: *тріщинуваті породи, поглинаючі свердловини.*

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

Навички, які отримуються: *визначення притоків води до свердловин в*

тріщинуватих породах, вірне визначення коефіцієнта фільтрації тріщинуватих порід.

Тема 11.

Неусталений рух води до свердловин (радіальний потік підземних вод). 8 год.

Поняття, що вивчаються: пружний режим фільтрації, неусталений 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.

Навички, які отримуються: вірне використання рівнянь Бусінеска і Тейса для визначення зниження рівня води в свердловинах в напірнім і безнапірнім водоносних горизонтах, використання рівняння Тейса для визначення гідрогеологічних параметрів водоносного горизонту.

Література: [1, 2, 3].

Питання до третього проміжного контролю

Фільтрація в зоні впливу горизонтальних водозаборів

1. Що називається горизонтальними водозаборами?
2. Які штучні споруди належать до горизонтальних водозаборів?
3. Які горизонтальні водозабори називаються досконалими?
4. Які горизонтальні водозабори називаються недосконалими?
5. Як класифікуються горизонтальні водозабори за умовами розкриття водоносних горизонтів?
6. Що таке дебіт водозабору?
7. Що таке динамічний рівень води в горизонтальному водозаборі?
8. Що таке депресійна поверхня?
9. Як відбувається процес розвитку депресійної поверхні в часі?
10. Що таке усталена межа впливу горизонтального водозабору?
11. Які залежності є придатними для розрахунку горизонтальних досконалих водозаборів в умовах усталеної фільтрації?

12. За якими залежностями розраховується усталений потік до дрени, якщо водоносний пласт має постійну водопровідність за умови відсутності інфільтраційного живлення?

13. За якими залежностями розраховується усталений потік до дрени, якщо водоносний пласт є безнапірним на горизонтальному водотриві?

14. Що таке ділянка витікання води (виточування) і чому вона виникає?

15. Як визначається величина впливу дрени у гідродинамічних розрахунках?

16. Які методи пропонуються для гідродинамічних розрахунків неусталених досконалих горизонтальних дрен?

17. В чому полягає суть методу С. Аверьянова для розрахунку недосконалих горизонтальних водозаборів?

18. В чому полягає суть методу Р. Чугаєва для розрахунку недосконалих горизонтальних водозаборів?

19. В чому полягає суть методу В. Шестакова для розрахунку недосконалих горизонтальних водозаборів?

20. Для яких умов розроблений метод В. Шестакова для розрахунку недосконалих горизонтальних водозаборів?

21. Як визначається загальний дебіт горизонтальної дрени з врахуванням скінченності її довжини?

22. Що таке систематичний горизонтальний дренаж?

23. В яких випадках є доцільним використання систематичного горизонтального дренажу?

Фільтрація в зоні впливу одиночних вертикальних водозаборів

24. Що називається вертикальними водозаборами?

25. Як класифікуються вертикальні водозабори за умовами розкриття водоносних пластів?

26. Що таке недосконалість за характером розкриття водоносного горизонту?

27. Які вертикальні водозабори є досконалими за ступенем розкриття водоносного горизонту?

28. Які вертикальні водозабори є недосконалими за ступенем розкриття водоносного горизонту?

29. Що таке дебіт свердловини (вертикального водозабору)?

30. Що таке статичний і динамічний рівні води у свердловині?

31. Що таке радіус впливу свердловини?

32. Що таке депресійна та п'єзометрична воронки?

33. Який вигляд має рівняння усталеної фільтрації до одиночної досконалої

свердловини, яка діє в ізольованому напірному пласті?

34. Як виконується розв'язання рівняння усталеної фільтрації до одиночної досконалої свердловини, яка діє в ізольованому напірному пласті?

35. Як виконується перехід від розрахунку гідродинамічних напорів до розрахунку зниження гідродинамічного напору в ізольованому напірному пласті при усталеній фільтрації під дією одиночної досконалої свердловини?

36. Який вигляд має формула Дюпюї для свердловини в умовах безнапірного потоку на горизонтальному водотриві при усталеному режимі фільтрації?

37. Який вигляд має формула Дюпюї для свердловини в умовах горизонтального однорідно-шаруватого потоку при усталеному режимі фільтрації?

38. Які фактори впливають на формування п'єзометричної поверхні при неусталеній фільтрації до свердловини в напірному водоносному пласті?

39. Назвіть основні режими відкачування води із свердловини, для яких виконуються гідродинамічні розрахунки?

40. Який вигляд має розв'язок рівняння неусталеної фільтрації до досконалої свердловини в ізольованому напірному пласті?

41. Що являє собою функція свердловини $W(u)$ (well – функція за Ч. Тейсом)?

42. Що означає поняття неусталеного радіуса впливу свердловини?

43. Що таке квазістаціонарний режим фільтрації?

44. Чому вирази, які отримані для необмеженого ізольованого напірного пласта при неусталеній фільтрації, не можна застосовувати для неоднорідно-шаруватих пластів?

45. В чому полягають принципи розрахунків одиночних свердловин при змінному в часі дебіті?

46. Які фактори впливають на процес формування депресійної воронки в безнапірних пластах?

47. Які періоди формування депресійної воронки спостерігаються в безнапірних пластах при неусталеному режимі фільтрації?

48. Яка гранична умова має місце у свердловині при відкачуванні з постійним дебітом?

49. Яка гранична умова має місце у свердловині при відкачуванні з постійним гідродинамічним напором у свердловині?

50. Як буде змінюватися динамічний рівень води в свердловині при відкачуванні з постійним дебітом?

51. Як буде змінюватися дебіт при відкачуванні з постійним динамічним рівнем у свердловині?

52. Чим обумовлено зростання гравітаційної водовіддачі в часі при відкачуванні із свердловини в безнапірному пласті?

53. Як проявляються різноманітні режими відкачування із свердловини в безнапірних водоносних горизонтах на графіках зниження гідродинамічних напорів?

Фільтрація в зоні впливу взаємодіючих свердловин (групових водозаборів)

54. Що таке взаємодіючі водозабори?

55. Що таке групові водозабори?

56. Який метод використовується при гідродинамічних розрахунках в зоні дії взаємодіючих свердловин?

57. Як виконуються розрахунки взаємодіючих свердловин у необмеженому пласті при постійному дебіті свердловин?

58. У чому полягає суть методу розрахунку дискретних свердловин?

59. У чому полягає суть методу великого колодязя?

60. Чому дорівнює дебіт великого колодязя?

61. Чи можна за методом великого колодязя визначити зниження гідродинамічного напору в окремій свердловині?

62. В чому полягає суть методу узагальненої системи свердловин?

63. Як виконується розрахунок водозаборів у необмеженому пласті при змінному дебіті свердловин?

64. Які причини можуть викликати зміну дебіту свердловин?

Розділ №4.

Тема 12.

Основи теорії міграції підземних вод. 4 год.

Поняття, що вивчаються: міграція підземних вод, конвективний і дифузійно-кондуктивний масо - і теплоперенос, дисперсія і макродисперсія.

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.

Навички, які отримуються: *вірно оцінювати міграцію підземних вод в різних гідрогеологічних умовах.*

Тема 13.

Визначення міграційних параметрів. 4 год.

Поняття, що вивчаються: *мікро дисперсія, міграційні параметри, індикатори.*

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

Навички, які отримуються: *вірно визначати міграційні параметри лабораторними і польовими методами.*

Тема 14.

Гідрогеологічні розрахунки забруднення підземних вод. 2 год.

Поняття, що вивчаються: *забруднення підземних вод, радіус захвату*

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

Навички, які отримуються: *вірно розраховувати радіус захвату і часу проникнення забруднених вод*

Література: [1, 2, 3].

Питання до четвертого проміжного контролю

Визначення гідрогеологічних параметрів за даними режимних спостережень

1. Що включає в себе поняття «параметр процесу фільтрації»?
2. Які гідрогеологічні параметри можна визначити за даними режимних спостережень?
3. Що таке прямі і обернені задачі фільтрації підземних вод?
4. Які режимні спостереження необхідно мати для визначення величини інтенсивності живлення ґрунтових вод по площі в умовах усталеної фільтрації?
5. Як визначається величина інтенсивності інфільтраційного живлення ґрунтових вод для схеми безнапірного потоку на горизонтальному водотриві в умовах усталеної фільтрації?
6. Як визначається величина інтенсивності інфільтраційного живлення

грунтових вод по площі для необмеженого пласта в умовах неусталеної фільтрації?

7. За яких умов можливе визначення коефіцієнта рівнепровідності?
8. Які способи існують для визначення коефіцієнту рівнепровідності?
9. Як можна визначити коефіцієнт гравітаційної ємності порід?
10. Як за даними режимних спостережень визначається опір лежа водоюми?
11. Які види гідрогеологічних робіт належать до дослідно-фільтраційних?
12. Які гідрогеологічні параметри можна визначити за даними дослідно-фільтраційних робіт?
13. Що таке відкачування?
14. Як поділяються відкачування залежно від їх цільового призначення?
15. Як поділяються відкачування залежно від наявності чи відсутності спостережних свердловин?
16. Що таке пробні відкачування?
17. Що таке дослідні одиночні відкачування?
18. Що таке дослідні кущові відкачування?
19. Що таке дослідно-експлуатаційні відкачування?
20. Що таке нагнітання в свердловини?
21. Що таке наливи в шурфи?
22. Які методи використовуються для визначення гідрогеологічних параметрів за даними відкачувань?
23. За яких умов можна застосовувати рівняння Тейса?
24. У чому полягає суть методу підбору?
25. У чому полягає суть методу еталонної кривої?
26. Які методи простеження використовуються для визначення гідрогеологічних параметрів?
27. Які головні умови застосування методів простеження?
28. Як практично застосовується метод простеження за часом?
29. У чому суть методу простеження по площі?
30. У чому суть методу комбінованого простеження?
31. Що таке «міграція підземних вод»?
32. Які види течії виділяють у ДПВ у зв'язку з розглядом процесу міграції підземних вод?
33. Що таке гравітаційні течії?
34. Що таке елізійонні течії?

35. Що таке змішані течії?
36. Які існують механізми міграції підземних вод?
37. Що таке конвекційний перенос?
38. Що таке кондуктивний перенос?
39. Що таке гідро дисперсія?
40. Які поняття розглядаються у зв'язку із застосуванням в розрахунках механізму конвекційного переносу?
41. Як оцінюється дифузійний перенос при розгляді процесів міграції?
42. Як визначається коефіцієнт молекулярної дифузії?
43. Для яких умов закон Фіка є справедливим?
44. Як оцінюється гідро дисперсія при розгляді процесів міграції?
45. Що таке зона аерації?
46. В якому стані може знаходитися повітря в зоні аерації?
47. В якому стані може знаходитися вода в зоні аерації?
48. Що таке коефіцієнт переносу вологи?
49. Які області розподілу вологи виділяють в зоні аерації?
50. Який стан ґрунту називають насиченим?
51. Який стан ґрунту називають ненасиченим?
52. Який стан ґрунту називають квазінасиченим?
53. Що таке повний термодинамічний потенціал вологи?
54. Що таке гравітаційний потенціал вологи?
55. Що таке потенціал тензометричного тиску?
56. Що означає поняття всмоктуючий тиск?
57. Що означає поняття всмоктуюча висота?
58. Як формулюється закон переносу вологи?
59. В чому суть поняття коефіцієнт переносу вологи?
60. Що таке основна гідрофізична характеристика ґрунту?

5. 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	ср		л	п	лаб	інд	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Розділ № 1												
Тема 1. Основи ди-наміки	16	4	4	–	8							

підземних вод												
Тема 2. Закони фільтрації	16	4	4	–	8							
Тема 3. Ємнісні влас-тивості гірських порід	12	2	2	–	8							
Тема 4. Потоки підземних вод	20	6	6	–	8							
Перший проміжний контроль (Третя декада березня)					2*							
Разом за розділом 1	64	16	16	–	34							
Розділ № 2												
Тема 5. Вихідні диференціальні рівняння фільтрації	16	4	4	–	8							
Тема 6. Основні диференціальні рівняння планової фільтрації	12	4	4	–	4							
Тема 7. Методи розв’язання диференціальних рівнянь	18	4	2	–	12							
Тема 8. Аналітичні розрахунки усталених одномірних потоків	22	4	6	–	12							
Другий проміжний контроль (Перша декада травня)					2*							
Разом за розділом 2	64	16	16	–	38							
Усього годин	128	32	32	–	72							

Розділ № 3												
Тема 9. Фільтрація в зоні впливу гідротехнічних споруд	16	4	4	–	8							
Тема 10. Фільтрація в зоні впливу горизонтальних водозаборів	28	8	6	–	14							
Тема 11. Фільтрація в зоні впливу одиночних вертикальних водозаборів	22	6	8	–	8							
Тема 12. Фільтрація в зоні впливу взаємодіючих свердловин	22	4	4	–	14							
Третій проміжний контроль (Перша декада листопада)					2*							
Індивідуальне науково-дослідне завдання: (див. пункт 9)	16	–	–	–	–							
Разом за розділом	94	22	22	–	46							
Розділ № 4												
Тема 13. Визначення гідрогеологічних параметрів за даними режимних спостережень	18	4	6	–	8							
Тема 14. Визначення гідрогеологічних параметрів за даними дослідно-фільтраційних робіт	18	4	6	–	8							
Тема 15. Особливості міграції підземних вод	22	6	4	–	12							
Тема 16. Основи переносу вологи в зоні аерації	8	2	2	–	4							
Четвертий проміжний контроль (Третя декада грудня)					2*							
Разом за розділом	64	16	18	–	34							
Усього годин	164	56	38	–	80							

* – Проміжний контроль проводиться в поза аудиторний час, під час самостійної роботи під керівництвом викладача.

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Струмениста модель руху рідини.	4
2	Закони фільтрації	4
3.	Ємнісні властивості гірських порід	2
4.	Потоки підземних вод	4
5.	Вихідні диференціальні рівняння фільтрації	4
6.	Основні диференціальні рівняння планової фільтрації	4
7.	Методи розв'язання диференціальних рівнянь фільтрації	2
8.	Аналітичні розрахунки одномірних потоків підземних вод	4
9.	Аналітичні розрахунки усталених одномірних потоків підземних вод	4
10.	Фільтрація в зоні впливу гідротехнічних споруд	2
11.	Фільтрація в зоні впливу горизонтальних водозаборів	6
12.	Фільтрація в зоні впливу вертикальних водозаборів	8
13.	Фільтрація в зоні впливу взаємодіючих свердловин	4
14.	Визначення гідрогеологічних параметрів за даними режимних спостережень	6
15.	Визначення гідрогеологічних параметрів за даними дослідно-фільтраційних робіт	6
16.	Особливості міграції підземних вод	4

6. Теми лабораторних занять – не має

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
...		

7. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Фізична природа сил опору при різних режимах руху рідини	8
2.	Реологічні моделі руху рідини. Початковий градієнт фільтрації	8
3.	Визначення коефіцієнту гравітаційної ємності гірських порід за допомогою емпіричних формул.	8
4.	Конформність гідродинамічної сітки фільтраційного потоку	8
5.	Класифікація вихідних диференційних рівнянь фільтрації з позиції рівнянь математичної фізики	8
6.	Коефіцієнт пористості гірських порід та пружне живлення напірного потоку підземних вод	4
7.	Сутність методу електрогідродинамічних аналогій (ЕГДА)	8
8.	Гідродинамічні розрахунки усталеного однорідного безнапірного потоку підземних вод за умови похилого залягання водотриву	6
9.	Гідродинамічні розрахунки усталеного однорідного безнапірного потоку підземних вод за умови горизонтального однорідно-шаруватого потоку підземних вод	6
10.	Основні випадки формування усталеного підпору підземних вод на вододільному масиві.	8
11.	Методи гідродинамічних розрахунків систематичного горизонтального дренажу	8
12.	Наближена оцінка неусталеної фільтрації до досконалої свердловини в безнапірному водоносному пласті	4
13.	Визначення радіусу впливу одиночної свердловини при неусталеному режимі фільтрації	4
14.	Гідродинамічні розрахунки взаємодіючих свердловин при усталеному режимі фільтрації	14
15.	Визначення фільтраційного опору ложа водойм та водотоків	4
16.	Визначення гідрогеологічних параметрів за допомогою методів простеження по площі та комбінованого простеження	4
17.	Визначення гідрогеологічних параметрів за даними відновлення рівня води у спостережній свердловині	4
18.	Застосування теорії міграції підземних вод для вирішення практичних задач.	8
	Разом	114

8. Індивідуальне навчально-дослідне завдання

1. За даними дослідно-фільтраційних робіт (табл. 1) методом підбору визначити гідрогеологічні параметри водоносного горизонту (T , a_n , μ). Дослідити залежність гідрогеологічних параметрів від зниження рівня.

Таблиця 1.

Дані дослідно-фільтраційних робіт

Варіант	S_1 , м	S_2 , м	t_1 , діб	t_2 , діб
1	1,13	1,24	8	10
2	1,1	1,16	8	9
3	1,35	1,48	8,5	10,5
4	1,15	1,21	9	10
5	0,75	0,83	8	10
6	0,95	1,04	8	10
7	0,96	1,05	9	11
8	1,08	1,18	8	10
9	1,25	1,42	8,5	10
10	1,15	1,21	9	10
11	0,75	0,83	8	10
12	1,17	1,28	7,5	10
13	1,1	1,21	8	9,5
14	0,9	1,0	8	10
15	0,96	1,15	9	11
16	1,18	1,38	8	10,5
17	1,08	1,18	8	10
18	1,35	1,48	8,5	10,5
19	1,25	1,41	9	11
20	0,7	0,8	8	9
21	1,13	1,24	8	10

Примітка: (S – зниження, t – час). Кожний студент повинен прорахувати мінімально три варіанти і побудувати графіки залежності гідрогеологічних параметрів від зниження рівня.

2. Визначити гідрогеологічні параметри водоносного горизонту (T , a_n , μ) за даними кушової відкачки методом простеження за часом і площею та порівняти результати. Загальні дані приведені в табл. 2.

Таблиця 2

Дані кущової відкачки

r	10	20	30	50
t , діб	S_1 , м	S_2 , м	S_3 , м	S_4 , м
0,5	1,34	0,7	0,3	0,11
1	1,67	1,03	0,65	0,28
1,5	1,84	1,18	0,8	0,4
2	2,02	1,34	0,96	0,52
2,5	2,12	1,44	1,05	0,6
3	2,22	1,53	1,15	0,68
3,5	2,29	1,6	1,22	0,74
4	2,36	1,68	1,29	0,81
4,5	2,41	1,73	1,34	0,86
5	2,46	1,79	1,39	0,91
5,5	2,52	1,87	1,45	0,96
6	2,58	1,93	1,51	1,03
6,5	2,64	1,98	1,56	1,08
7	2,7	2,03	1,62	1,13
7,5	2,76	2,1	1,67	1,18
8	2,82	2,16	1,73	1,24
8,5	2,86	2,2	1,77	1,27
9	2,91	2,24	1,81	1,3
9,5	2,95	2,27	1,86	1,33
10	2,99	2,31	1,9	1,36
10,5	3,02	2,34	2,0	1,37
11	3,05	2,37	2,02	1,39

Примітка: (S – зниження, t – час, r – відстань до спостережної свердловини).

Варіанти задачі приведені в табл. 3.

Таблиця 3

Варіанти задачі

Варіант	Q , м ³ /доб	r , м
1	1000	10
2	1350	20
3	1300	30
4	1200	50
5	1200	10
6	1000	20
7	1200	30
8	1300	50
9	1100	10
10	1350	20
11	1250	30
12	1150	50
13	1350	20
14	1300	40
15	1400	50
16	1200	20
17	1000	20
18	1230	30
19	1390	50
20	1240	10
21	1350	40

Примітка: (Q , – дебіт свердловини, м³/доб).

9. Методи навчання:

Лекції, практичні заняття, індивідуальна та самостійна робота.

10. Методи контролю

Контроль знань.

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою.

Оцінювання за формами контролю:

Поточний

- усне експрес-опитування під час лекцій – 17 балів;
- практичні заняття – 13 балів;
- 4 письмові контрольні роботи (проміжний контроль) – 30 балів;

Разом

60 балів;

Підсумковий

- комплексний підсумковий контроль (іспит) – 40 балів;

Всього

100 балів;

Мінімум залікових балів при яких студент допускається до іспиту:

Більше 36 балів;

Формули та порядок розрахунку оцінок змістовних модулів та підсумкової комплексної роботи (іспиту)

	Змістовний модуль 1 (ЗМ ₁)	Змістовний модуль 2 (ЗМ ₂)	Змістовний модуль 3 (ЗМ ₃)	Змістовний модуль 4 (ЗМ ₄)	Комплексний підсумковий модуль (КПМ) – іспит	Підсумкова оцінка (ПО)
Вагові коефіцієнти (%)	15% $k_1 = 0,15$	15% $k_2 = 0,15$	15% $k_{\text{зал}} = 0,15$	15% $k_{\text{зал}} = 0,15$	40% $k_{\text{ісп}} = 0,4$	100%
Максимальна оцінка в балах	100	100	100	100	100	100
Оцінка (бали)	15	15	15	15	40	100%

Підсумкова оцінка в балах з дисципліни (ПО) розраховується за накопичувальною системою як сума балів, отриманих студентом за змістовні модулі (ЗМ) та комплексний підсумковий модуль (КПМ) – іспит:

$$ПО = ЗМ_1 + ЗМ_2 + ЗМ_3 + ЗМ_4 + КПМ;$$

При цьому, кількість балів відповідає оцінці:
 1-49 – «незадовільно» з обов'язковим повторним вивченням дисципліни;

50-59 – «задовільно»;

60-69 – «задовільно» («достатньо»);

70-79 – «добре»;

80-89 – «добре»;

90-100 – «відмінно».

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену, курсової роботи (проекту), практики	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
80-89	добре	
70-79		
60-69	задовільно	
50-59		
1-49	незадовільно	не зараховано

Якщо за результатами модульно-рейтингового контролю студент отримав середнє арифметичне за три змістовні модуля, яке менше ніж 60 балів (тобто в сумі менше 36 підсумкових балів), то студент не допускається до іспиту і вважається таким, що не виконав всі види робіт, які передбачаються навчальним планом на семестр з дисципліни «Динаміка підземних вод»

11. Схема нарахування балів, які отримують студенти

Приклад для підсумкового семестрового контролю в формі заліку без виконання залікової роботи

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання							Сума
Розділ 1			Розділ 2		Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальне завдання	
T1	T2	T3	T4	T5			100

T1, T2 ... – теми розділів.

Приклад для підсумкового семестрового контролю при проведенні семестрового екзамену або залікової роботи

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання							Екзамен (заліков а робота)	Сума
Розділ 1		Розділ 2		Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальне завдання	Разом		
T1	T2	T3	T4				40	100

T1, T2 ... – теми розділів.

Приклад за виконання курсової роботи

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 60	до 20	до 20	100

12. Методичне забезпечення

1. Кошляков О. Є. Практикум з динаміки підземних вод. Навчальний посібник. / О. Є. Кошляков, В. І Мокієнко. // – К. : ВПЦ «Київський університет». 2005. – 76 с.
2. 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.
3. 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.
4. 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.

13. Рекомендована література

Базова

5. Климентов П. П. Динамика подземных вод. / П. П. Климентов, В. М. Кононов – М. : Недра, 1985, – 384 с.
6. Основы гидрогеологии. Гидрогеодинамика. // – Новосибирск : 1983. – 240 с.
7. Шестаков В. М. Динамика подземных вод. / В. М. Шестаков. // – М. : Изд-во. МГУ, 1979.

8. Жернов И. Е. Динамика подземных вод. / И. Е. Жернов. // – М. : Недра, 1983. – 324 с.
9. Гавич И. К. Гидрогеодинамика. Учеб. / И. К. Гавич. // – М. : Недра, 1988.
10. Мироненко В. А. Динамика подземных вод. Учеб. / В. А. Мироненко. // – М. : Недра, 1983.
11. Мандрик Б. М. Гідрогеологія. / Б. М. Мандрик, Д. Ф. Чомко, Ф. В. Чомко. // – К. : ВПЦ «Київський університет», 2005. – 197 с.
12. Шестаков В. М. Практикум по динамике подземных вод. / В. М. Шестаков, И. П. Кравченко, И. С. Пашковский. // – М. : Изд-во. МГУ, 1975.

Допоміжна

13. Гармонов И. В. Основные задачи по динамике подземных вод. / И. В. Гармонов, А. В. Лебедев. // – М. : Госгеолтехиздат, 1952.
14. Климентов П. П. Динамика подземных вод. / П. П. Климентов, Г. Б. Пыхачев. // М. : Госгортехиздат, 1961.
15. Климентов П. П. Динамика подземных вод. / П. П. Климентов, В. М. Кононов. // М. : Изд. «Высш. Шк.», 1973.
16. Скабалланович Б. А. Гидрогеологические расчеты. Изд. 2-е. / Б. А. Скабалланович. // – М. : Госгеолтехиздат, 1960.
17. Справочное руководство гидрогеолога. Т. 1–2. // – М. : Недра, 1979.

14. Інформаційні ресурси