

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Геологічний факультет
Кафедра гідрогеології та інженерної геології

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана
з навчальної роботи
ас. Демидов В.К.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
МЕЛІОРАТИВНА ГІДРОГЕОЛОГІЯ**

для студентів

напрямок підготовки 040103 «Геологія»

блок «гідрогеологія та інженерна геологія»

КИЇВ – 2014

Робоча програма **Меліоративна гідрогеологія**
для студентів напряму підготовки **040103 «Геологія»**
« ____ » _____ 2014 року – 94 с.

Розробники: **Шевченко Олексій Леонідович**, доцент, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

Робоча програма дисципліни **«Меліоративна гідрогеологія»**
затверджена на засіданні кафедри **гідрогеології та інженерної геології**

Протокол № 14 від «16» червня 2014 року
Завідувач кафедри _____

(Кошляков О.Є.)

« ____ » _____ 2014 року

Схвалено науково - методичною комісією геологічного факультету

Протокол від «23» червня 2014 року № 9

Голова науково-методичної комісії _____

(Павлов Г.Г.)

« ____ » _____ 2014 року

© Шевченко О.Л., 2014 рік
© _____, 20__ рік
© _____, 20__ рік

ВСТУП

Навчальна дисципліна **Меліоративна гідрогеологія** є складовою освітньо-професійної програми підготовки фахівців за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» галузі знань «Природничі науки» з напрямку підготовки 040103 «Геологія».

Дана дисципліна за вибором студента блоку «гідрогеологія та інженерна геологія».

Викладається у 8 семестрі 4 курсу бакалавратури в обсязі – **108 год.**

(3 кредити ECTS) зокрема: *лекції – 56 год., самостійна робота – 52 год.* У курсі передбачено **2 змістових модулі** та **3 модульні контрольні роботи**. Завершується дисципліна – **заліком** в письмово-усній формі.

Мета дисципліни – надати базові знання студентам про гідрогеологічні дослідження та закономірностей формування режиму і балансу ґрунтових вод при осушенні і зрошенні земель; ознайомити з методами гідрогеолого-меліоративної зйомки, визначення фільтраційних втрат, із принципами розрахунку дренажу, основами гідрогеолого-меліоративного моніторингу, способами, технологіями і методами управління та прогнозування меліоративної обстановки, в т.ч. водно-сольового режиму ґрунтів.

Завдання – сформувати практичні навички щодо визначення закономірностей формування режиму і балансу ґрунтових вод під впливом зрошення або осушення земель, оволодіти методами гідрогеолого-меліоративної зйомки, районування, прогнозування та регулювання режиму ґрунтових вод шляхом застосування дренажу, протифільтраційних заходів, тощо.

Предметом вивчення є гідрогеологічні умови меліорованих земель, технічні засоби регулювання режиму ґрунтових вод та методи їх вивчення.

Структура курсу: навчальна дисципліна складається з двох модулів. Перший модуль складається із семи тем. Перша тема передбачає дві лекції, друга тема – одну, третя дві, четверта – чотири, п'ята і шоста – по дві, сьома – три лекції. Другий модуль складається з п'яти тем (з 8-ї по 12-ту), перша із них містить чотири лекції, по другій передбачено одну лекцію, по трьом останнім – по дві лекції.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- способи зрошення та осушення земель;
- елементи меліоративних систем;
- характер змін режиму та балансу ґрунтових вод при зрошенні та осушенні;

- послідовність виконання, види робіт та методи гідрогеолого-меліоративної зйомки для проектування нових та реконструкції існуючих меліоративних систем;
- зміст еколого-меліоративного моніторингу;
- негативні прояви зрошення та осушення;
- задачі гідрогеолого-меліоративної служби;

вміти:

- визначати показники гідрогеолого-меліоративного стану земель;
- застосовувати методи гідрогеолого-меліоративної зйомки;
- проводити спостереження за режимом ґрунтових вод на меліоративних системах;
- виконувати гідрогеологічне та інженерно-геологічне районування для цілей меліорації;
- розрахувати баланс ґрунтових вод;
- прогнозувати меліоративну обстановку;
- розрахувати закритий дренаж.

Місце навчальної дисципліни в структурно-логічній схемі освітньо-професійної програми підготовки бакалавра геології блоку «гідрогеологія та інженерна геологія».

Навчальна дисципліна „Меліоративна гідрогеологія ” є складовою циклу професійної підготовки фахівців кваліфікаційного рівня «бакалавр» блоку «гідрогеологія та інженерна геологія». Вона формує розуміння: причин, що зобов’язують до проведення меліоративних заходів з регулювання режиму вологості ґрунтового шару; чинників формування гідрогеологічної обстановки на зрошуваних та осушуваних землях.

Зв’язок з іншими дисциплінами. Ця дисципліна безпосередньо пов’язана, продовжує і доповнює такі базові дисципліни, як „Методика гідрогеологічних досліджень”, „Динаміка підземних вод”, „Основи перенесення вологи в зоні аерації” і є основою для формування навичок польових, розрахункових та проектних робіт, якими володіють гідрогеологи, що працюють в гідрогеолого-меліоративних експедиціях, в проектних організаціях та наукових відомчих інститутах.

Контроль знань і розподіл балів, які отримують студенти.

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою.

У змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять теми 1 -7, а у змістовий модуль 2 (ЗМ2) – теми 8 -12.

Оцінювання за формами контролю:

	<i>ЗМ1</i>		<i>ЗМ2</i>	
	<i>Min. – 10 балів</i>	<i>Max. – 30 балів</i>	<i>Min. – 10 балів</i>	<i>Max. – 30 балів</i>
Усна відповідь	2	10	2	10
Модульна контрольна робота 1	8	20		
Модульна контрольна робота 2			8	20

Студенти, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж *критично-розрахунковий мінімум – 20 балів*, не допускаються до заліку і вважаються такими, що не виконали всі види робіт, які передбачені навчальним планом з даної навчальної дисципліни.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі МКР здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

При простому розрахунку отримаємо:

	Змістовий модуль1	Змістовий модуль2	Залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	10	10	15	35
Максимум	30	30	40	100

При цьому, кількість балів:

- **1-34** відповідає оцінці «незадовільно» з обов’язковим повторним вивченням дисципліни;
- **35-59** відповідає оцінці «незадовільно» з можливістю повторного складання;
- **60-64** відповідає оцінці «задовільно» («достатньо»);
- **65-74** відповідає оцінці «задовільно»;
- **75 - 84** відповідає оцінці «добре»;
- **85 - 89** відповідає оцінці «добре» («дуже добре»);
- **90 - 100** відповідає оцінці «відмінно».

Шкала відповідності (за умови заліку)

За 100 – бальною шкалою	За національною шкалою
90 – 100	Зараховано
85 – 89	
75 – 84	
65 – 74	
60 – 64	
1 – 59	не зараховано

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Меліоративна гідрогеологія зрошувального та осушувального землеробства

ТЕМА 1. Вступ. Передумови розвитку меліорації у світі та на Україні. Проблеми меліоративного освоєння земель. Задачі меліоративної гідрогеології (6 год.)

Зміст навчальної дисципліни “Меліоративна гідрогеологія” її задачі та методи. Об’єктивні передумови розвитку та стан меліорації земель у світі. Сучасні проблеми меліоративного освоєння земель. Меліорація на Україні. Природні зони України. Поняття коефіцієнта зволоження.

ТЕМА 2. Зрошувальні системи. Способи і режими зрошення (6 год.)

Поняття меліоративної системи. Зрошувальні системи. Способи зрошення. Режими зрошення. Оцінка якості води для зрошення та вибір джерела зрошення. Колекторно-дренажна система.

ТЕМА 3. Колекторно-дренажна система. (9 год.)

Складові частини та призначення дренажних систем. Експлуатаційний захисний та промивний або опріснювальний дренаж. Класифікації систем іригаційного дренажу за розташуванням дренажних споруд у плані, за конструктивними особливостями та типом дренажних споруд. Горизонтальні дренажі; їх типи, характеристики та умови застосування. Вертикальні дренажі. Комбіновані дренажі.

ТЕМА 4. Гідрогеологічні умови на зрошуваних масивах. Типізація зрошуваних земель. (8 год.)

Гідрогеологічні умови на богарних землях. Типи гідрогеологічних умов зрошуваних земель. Характер та інтенсивність дренажності території. Районування земель за рівнем залягання ґрунтових вод.

ТЕМА 5. Показники оцінки гідрогеолого-меліоративного стану зрошуваних земель. (8 год.)

Основна мета системи показників. Основні критерії при визначенні складу ґрунтово-меліоративних показників. Показники: глибина (рівень залягання), мінералізація та хімічний склад ґрунтових вод; засоленість та солонцюватість ґрунтів. Критична та допустима глибина залягання рівня ґрунтових вод. Головні фактори засолення ґрунтів. Оцінка якості води для зрошення.

Формування іригаційних вод. Зміни мінералізації та хімічного складу ґрунтових вод.

ТЕМА 6. Зміни гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов під впливом зрошення. (11 год.)

Інфільтраційне живлення. Закономірності змін гідрогеологічних умов. Режими рівня ґрунтових вод при поверхневому зрошенні. Режим рівня ґрунтових вод при дощуванні. Динаміка водно-сольового балансу на зрошуваних територіях. Режим мінералізації і хімічного складу ґрунтових вод на зрошуваних землях. Вплив зрошення на режим та баланс ґрунтових вод і генетичні типи режиму. Принципи регулювання режиму ґрунтових вод на зрошуваних землях. Вплив зрошення на інженерно-геологічні умови.

ТЕМА 7. Меліоративна гідрогеологія осушуваних земель. Осушувальні та осушувально-зволожуючі системи. Основні способи осушення, типи дренажу. (12 год.)

Основні чинники перезволоження земель Українського Полісся. Особливості умов формування режиму ґрунтових вод перезвожених земель (ГВ). Типи осушувальних систем та їх складові елементи. Вплив осушення на режим та баланс ГВ. Принципи регулювання режиму ГВ. Види дренажу та принципи його розрахунку.

Змістовий модуль 2. Гідрогеолого-меліоративна зйомка, природоохоронні заходи та методи прогнозу меліоративної обстановки

ТЕМА 8. Стадії проектування меліоративних систем. Методи гідрогеолого-меліоративних досліджень та прогнозів на стадії пошукових досліджень та проектування меліоративних систем. (16 год.)

Стадії проектування меліоративних систем. Методи гідрогеолого-меліоративних досліджень та прогнозів на стадії пошукових досліджень та проектування меліоративних систем. Методи та вимоги до гідрогеологічних та інженерно-геологічних досліджень на меліорованих землях. Питання охорони природи в програмах досліджень. Крупномасштабна г/г та інженерно-геологічна зйомка для цілей меліорації. Гідрогеолого-меліоративне та інженерно-геологічне районування.

ТЕМА 9. Процеси фільтрації та міграції солей в породах у зв'язку із прогнозом їх водного та сольового режиму. (6 год.)

Формування та режим меліоративно-гідрохімічної обстановки. Поняття дифузії, конвективного перенесення речовин, насичення вод солями. Поглинаючий комплекс ґрунту, катіонний обмін. Особливості формування іонно-сольового режиму іригаційно-ґрунтових вод. Особливості механізму солеперенесення в породах товщі активного водосолеобміну.

Особливості міграції та перерозподілу радіонуклідів на зрошуваних та осушуваних землях.

ТЕМА 10. Прогнозування зміни гідрогеологічних умов на зрошуваних територіях. (8 год.)

Методи математичного моделювання. Прогнозування підйому рівня ґрунтових вод на зрошуваних територіях. Прогноз утворення верховодки на слабопроникному шарі. Методика прогнозування інфільтраційного живлення. Прогнозування підпору від гідротехнічних споруд. Прогнозування сольового режиму ґрунтів на зрошуваних територіях.

ТЕМА 11. Гідродинамічні розрахунки дренажу. (8 год.)

Типи горизонтального дренажу. Горизонтальний систематичний дренаж. Формування стаціонарного притоку до дренажу. Урахування напірного живлення при обґрунтуванні навантаження на дренаж. Вертикальний дренаж та особливості його розрахунку.

ТЕМА 12. Гідрогеологічні спостереження на меліорованих землях та визначення гідрогеологічних параметрів. Поняття моніторингу. (10 год.)

Поняття моніторингу. Задачі гідрогеолого-меліоративної служби. Аналіз та оцінка гідрогеолого-меліоративного стану зрошуваних земель. Поняття меліоративного кадастру. Показники кадастру. Визначення гідрогеологічних параметрів. Методика визначення г/г параметрів за даними дослідно-фільтраційних робіт та режимних спостережень. Визначення гідродинамічної недосконалості каналів. Причини меліоративної несприятливості осушених земель. Еколого-меліоративний моніторинг зрошуваних земель. Організація і ведення еколого-меліоративного моніторингу на осушуваних землях. Закон України про меліорацію. Водний кодекс України. Програма розвитку меліорації. Структура Держводгоспу України.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

№ теми	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	сам. роб.
Змістовий модуль I				
Меліоративна гідрогеологія зрошувального та осушувального землеробства				
1	Тема 1. Вступ. Передумови розвитку меліорації у світі та на Україні. Проблеми меліоративного освоєння земель. Задачі меліоративної гідрогеології.	4	-	2
2	Тема 2. Зрошувальні системи. Способи і режими зрошення.	4	-	2
3	Тема 3. Колекторно-дренажна система.	4	-	5
4	Тема 4. Гідрогеологічні умови на зрошуваних масивах. Типізація зрошуваних земель.	4	-	4
5	Тема 5. Показники оцінки гідрогеолого-меліоративного стану зрошуваних земель.	4		4
6	Тема 6. Зміни гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов під впливом зрошення.	6	-	5
7	Тема 7. Меліоративна гідрогеологія осушуваних земель. Осушувальні та осушувально-зволожуючі системи. Основні способи осушення, типи дренажу.	6	-	6
Модульна контрольна робота 1			-	2**
Змістовий модуль II				
Гідрогеолого-меліоративні дослідження, розрахунки та природоохоронні заходи				
8	Тема 8. Стадії проектування меліоративних систем. Методи гідрогеолого-меліоративних досліджень та прогнозів на стадії пошукових досліджень та проектування меліоративних систем.	8	-	8
9	Тема 9. Процеси фільтрації та міграції солей в породах у зв'язку із прогнозом їх водного та сольового режиму.	2	-	4
10	Тема 10. Прогнозування водного та сольового режимів. Прогнозування зміни гідрогеологічних умов на зрошуваних територіях.	4	-	4
11	Тема 11. Гідродинамічні розрахунки меліоративного дренажу.	4	-	4
12	Тема 12. Гідрогеологічні спостереження на меліорованих землях та визначення гідрогеологічних параметрів. Поняття моніторингу.	6	-	4
Підсумкова модульна контрольна робота			-	2**
Всього		56	0	52

Загальний обсяг **108 год**, у тому числі :

Лекцій – **56 год.**,

Самостійна робота – **52 год.**

**Модульні контрольні роботи виконуються за рахунок годин, відведених на самостійну роботу.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

МЕЛІОРАТИВНА ГІДРОГЕОЛОГІЯ ЗРОШУВАЛЬНОГО ТА ОСУШУВАЛЬНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

**ТЕМА 1. Передумови розвитку меліорації у світі та на Україні.
Проблеми меліоративного освоєння земель. (4 год.)**

Лекція 1. Зміст навчальної дисципліни “Меліоративна гідрогеологія” її задачі та методи. – 2 години.

План лекції:

- **Визначення основних понять та термінів;**
- **Розвиток меліорації у світі**

Меліоративна гідрогеологія – прикладна галузь геологічних наук, що вивчає гідрогеологічні умови меліорованих та прилеглих до них земель. В її задачі також входить контроль, оцінка та прогноз змін цих умов при експлуатації гідромеліоративних систем, тобто моніторинг меліорованих та прилеглих земель.

Під *меліорацією земель* будемо розуміти докорінне поліпшення земель шляхом формування раціональної структури угідь, здійснення комплексу гідротехнічних, протиповеневих, протипаводкових, культуртехнічних, агролісомеліоративних, хімічних, протиерозійних, інших меліоративних заходів, а також і в тому числі шляхом створення меліоративних систем з метою регулювання водного, теплового, повітряного і поживного режиму ґрунтів, збереження і підвищення їх родючості;

гідротехнічна меліорація – комплекс заходів, спрямованих на забезпечення докорінного поліпшення земель з несприятливим водним режимом, а також еродованих та інших земель з метою поліпшення водного (на радіаційно забруднених землях – водно-радіаційного) режиму та захисту ґрунтів від шкідливої дії води (затоплення, підтоплення, ерозія тощо).

Меліоративна система – комплекс функціонально взаємопов'язаних гідротехнічних споруд на землях меліоративного фонду (включаючи і ці землі) для підтримання оптимального водно-повітряного режиму ґрунту.

За технічними особливостями, характером впливу на водний режим ґрунту та гідрогеологічні умови території виділяються чотири типи меліоративних систем: осушувальні, зрошувальні, системи двосторонньої дії (осушувально-зволожуючі з попереджувальним шлюзуванням, осушувально-зрошувальні, польдерні), колекторно-улоговинні.

Виникнення та розвиток меліорації пов'язаний з несприятливими кліматичними явищами і бажанням людей захистити врожаї від примх природи.

Площі суходолу Земної кулі характеризують за двома різними кліматичними показниками, які визначають необхідність та доцільність

проведення меліорацій. Це градація за сумою активних температур, що забезпечують вегетацію сільськогосподарських культур та районування за коефіцієнтом зволоження.

За забезпеченістю поверхні ґрунту сонячною енергією, а рослин – активною температурою виділяють *холодний пояс* Землі, він займає 16% суходолу, *помірний пояс* – 25,2 % суходолу, *теплий* (субтропічний) – 18,4 % та *жаркий* тобто *посушливий* пояс (тропічний) пояс – 40,4 %.

За значенням коефіцієнту зволоження до області достатнього зволоження ($K_{зв.} > 1$) належить 46,6% суходолу, недостатнього зволоження – ($K_{зв.}$ від 0,33 до 1,0) – 27,7%, незначного (пустелі напівпустелі, $K_{зв.} < 0,33$) – 25,7%.

Найбільш продуктивні землі лежать в помірному поясі та в жаркому, або тропічному поясі, але в першому річна сума активних температур, тобто сонячної енергії недостатня для їх оптимального використання ($\sum t = 2200-4000^\circ$), а в другому вона надмірна для провідних зернових культур при недостатній забезпеченості вологою.

За даними багаторічних спостережень США при сумі річних опадів 350-400 мм неможливо вести сільськогосподарське виробництво.

До початку XIX сторіччя площа зрошуваних земель на нашій планеті складала всього 8 млн. га, через 100 років вона зросла до 40 млн. га, а в середині 90-тих років XX сторіччя досягла 265 млн.га. При цьому поливні землі на Земному шарі займають близько 16% площі щорічно оброблюваних (орних) земель. Але у грошовому відношенні продукція з поливних земель складає більше половини вартості всієї сільськогосподарської продукції, а у валовому – забезпечує 40% світового виробництва продовольства.

Три чверті зрошуваних земель знаходиться в Азії, при цьому зрошувані землі Китаю та Індії складають більше половини всієї площі зрошення (табл. 1). В деяких країнах зрошується практично вся оброблювана земля (Об'єднані арабські емірати, Сингапур, Саудівська Аравія, Оман), в інших – майже половина або більше (Афганістан, В'єтнам, Іран, Лаос, Мадагаскар, Японія, Британська Гвінея, Перу). В багатьох країнах зрошують від 20 до 40% оброблюваних земель (Індія, Італія, Китай, Ізраїль, Кіпр, Індонезія, Ліван, Пакистан та інші).

Щорічні витрати води на зрошення у всьому світі дорівнюють приблизно 1000 км^3 , що складає всього близько 3% середнього річного сумарного стоку річок в океан (35560 км^3).

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

1. Ознайомитись із сучасним станом і тенденціями розвитку зрошувальних і осушувальних меліорацій в світі, в першу чергу – в країнах з близьким до України кліматом.

2. Вивчити інформацію щодо сучасного стану і тенденцій розвитку зрошувальних і осушувальних меліорацій на Україні.

Література:

1. Мисик Г.А., Куликівський Б.Б. Основи меліорації і ландшафтознавства. К.: Фірма «Інкос», 2005 – С. 4, 12,13.
2. Кац Д.М., Пашковский И.С. Мелиоративная гидрогеология. – М.: ВО «Агропромиздат», 1988. – С. 3-5.

Лекція 2. Передумови розвитку меліорації у світі та на Україні. Сучасні проблеми меліоративного освоєння земель. – 2 години.

План лекції:

- **Передумови розвитку іригації на Україні**
- **Коефіцієнт зволоження**
- **Розвиток осушувальних меліорацій на Україні**
- **Сучасні проблеми меліоративного освоєння земель та задачі меліоративної гідрогеології**

Природно-кліматичні умови є визначальним фактором, що обумовлює проведення меліорацій на Україні. Так, близько 2/3 території держави знаходиться в умовах незадовільного водного режиму. А на території, що залишилась недостатня сума активних температур. У межах України виділяється три природно-кліматичні зони: надлишково-зволожена та достатньо зволожена лісова (25% території), недостатньо зволожена лісостепова (35%) і посушлива степова (40%).

Більш повне уявлення про природну забезпеченість вологою різних регіонів України дає карта районування її території за середнім багаторічним коефіцієнтом зволоження.

Цей коефіцієнт (K_z) є відношенням суми атмосферних опадів за вегетаційний період ($\sum P$) та активних вологозапасів у метровому шарі ґрунту на його початок (W_0) до випаровування з водної поверхні за той самий період вегетації ($\sum E_0$), тобто

$$K_z = \frac{\sum P + W_0}{\sum E_0}, \text{ мм}$$

Дефіцит природного зволоження у поєднанні з високою сонячною радіацією і як наслідок - забезпеченістю тепловими ресурсами та родючими ґрунтами значної території України (близько 65%) є тією об'єктивною природною передумовою розвитку зрошення земель на Україні. При цьому зрошування слід розглядати як фактор істотного підвищення продуктивності землеробства і зменшення залежності його від несприятливих кліматичних умов.

Передумовами осушувальних меліорацій на Поліссі є висока потенційна родючість заболочених та перезволожених ґрунтів, відносно сприятливий температурний режим для основних видів зернових, кормових культур, коренеплодів, але дещо надмірна кількість атмосферних опадів в умовах слабкої природної дренажності території. Найбільш високу потенційну

родючість мають торф'яно-болотні ґрунти, дернові заболочені і дерново-карбонатні заболочені ґрунти.

Найбільша ефективність гідротехнічних меліорацій спостерігається на осушувально-зволожуючих системах, тобто при зволоженні земель в межінь.

Сучасні наукові розробки в меліоративній гідрогеології, у зв'язку з відсутністю меліоративного будівництва, пов'язані переважно з екологічним напрямком і боротьбою з підтопленням.

Загальна тенденція до зменшення зрошуваних площ, занепаду осушувальних систем, пов'язана з деградацією технічного обладнання та практичною відсутністю централізованої експлуатації систем, позначається і через «згортання» наукових розробок в меліоративній галузі.

Ефективне використання зрошуваних земель на всій наявній площі в Україні можливо лише за умови якнайшвидшого відновлення виробництва та забезпечення поставок нових дощувальних машин господарствам.

Для всіх меліоративних заходів повинно передувати глибоке наукове техніко-економічне та екологічне обґрунтування. Без нього, після проведення таких заходів, в тому числі введення в дію та тривалої експлуатації меліоративних гідротехнічних систем, на зрошуваних та навіть осушуваних землях виникають процеси засолення, на осушуваних – деградації торф'яних ґрунтів, їх вітрового розвівання, аридизації земель і зменшення їх родючості.

Основним науковим змістом меліоративної гідрогеології на сучасному етапі її розвитку є:

- розробка теорії формування режиму ґрунтових вод в умовах різкого зменшення експлуатаційних заходів на меліоративних системах в різних природних зонах країни для обґрунтування доцільності регулювання цього режиму, попередження забруднення та раціонального використання підземних вод;

- вдосконалення існуючих і розробка нових методів гідрогеолого-меліоративних досліджень, які використовують сучасні досягнення фундаментальних наук, для гідрогеологічного обґрунтування реконструкції діючих гідромеліоративних систем, поновлення роботи закритого дренажу в умовах підтоплення;

- вдосконалення методів еколого-меліоративного моніторингу на зрошуваних і осушуваних землях, в т.ч. методів контролю та гідрогеологічних прогнозів; впровадження геоінформаційних технологій та дистанційних регіональних досліджень.

Меліоративна гідрогеологія використовує наступні *методи досліджень*:

- польові гідрогеологічні, еколого-меліоративні, в т.ч. радіоекологічні, що включають: натурні визначення фільтраційних параметрів ґрунтів до глибини закладання дренажу; спостереження за впливом меліоративних систем на режим і баланс підземних вод, на інтенсивність вертикального та латерального перенесення солей, забруднюючих речовин то що, а також аналогічні спостереження на немеліорованих, тобто фонових ділянках;

- вивчення впливу різних гідрогеолого-меліоративних та гідротехнічних чинників, в тому числі технічного стану систем, на надходження різних

токсичних речовин в сільськогосподарські рослини кореневим та некореневим шляхами;

- лабораторні гідрохімічні, гідрофізичні методи, в тому числі такі, що імітують зрошення й осушення і забезпечують вхідними значеннями параметрів прогнозні математичні моделі; вивчення процесів волого- і солепереносу на меліорованих землях;

- математичне моделювання процесів волого- і солепереносу;

- локальне та регіональне прогнозування режиму рівня та хімічного складу ґрунтових і дренажних вод гідромеліоративних систем, що виконується методами математичної статистики, моделювання геофільтрації та ін.), розробка та підтримання постійнодіючих гідрогеологічних моделей;

- дистанційні методи оцінки стану меліорованих земель, ГІС технології; районування земель за станом гідрогеолого-меліоративної та екологічної обстановки для визначення доцільності подальшої експлуатації або реконструкції систем з приводу відновлення природних біоценозів, збереження земельних та водних ресурсів, в тому числі торфовищ.

Література:

1. Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення. Під ред-ю П.І. Коваленка, К: Аграрна наука, 2001. – С. 3-10, 20-28, 50-54.
2. Мисик Г.А., Куликівський Б.Б. Основи меліорації і ландшафтознавства. К.: Фірма «Інкос», 2005 – С. 4-22.
3. Ромащенко М.І., Балюк С.А. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення. – К.: Світ, 2000. – С. 6-16.
4. Кац Д.М., Пашковский И.С. Мелиоративная гидрогеология. – М.: ВО “Агропромиздат”, 1988. – С. 3-5.

Контрольні запитання до теми:

1. Що вивчає меліоративна гідрогеологія?
2. Що таке меліорація земель?
3. Що являють собою гідротехнічні меліорації (визначення поняття) ?
4. Назвіть основні типи меліоративних систем.
5. Назвіть кліматичні передумови розвитку меліорації у світі.
6. Градація суходолу планети за сумою активних температур
7. Які кліматичні пояси та області (або зони) виділяються на території України, як це визначає застосування того чи іншого типу меліоративних систем?
8. Що означає “помірний кліматичний пояс”, за яким критерієм його виділяють?
9. Поняття та формула визначення середнього багаторічного коефіцієнту зволоження.
10. Наведіть градацію земель за коефіцієнтом зволоження.

ТЕМА 2. Зрошувальні системи та їх складові елементи. Способи і режими зрошення. (4 год.)

Лекції 3-4. Характеристика зрошувальних систем. Способи зрошення. Режими зрошення та види поливів. – 4 години.

План лекції:

- **Типи зрошувальних систем;**
- **Складові елементи зрошувальних систем;**
- **Конструкція каналів;**
- **Способи зрошення, поверхневе зрошення;**
- **Полив напуском по смугах та полив по борознах;**
- **Полив затопленням та лиманне зрошення;**
- **Дощування;**
- **Підґрунтове зрошення;**
- **Мікрозрошення;**
- **Зрошення стічними водами;**
- **Режими зрошення та види поливів.**

Головне функціональне призначення зрошувальних систем – доставляти воду (в необхідний термін та необхідній кількості) із джерела зрошення на зрошувані землі і правильно розподіляючи її, створювати на полях оптимальну для даної фази розвитку рослин вологість ґрунту.

Залежно від джерела живлення, кліматичних умов і виду зрошуваних культур зрошення може бути *регулярним* або *разовим*. Регулярно діюче зрошення характеризується можливістю подачі необхідної кількості води на зрошувані землі всякий раз, як в цьому виникає потреба. Системи регулярного зрошення за способом забору і подачі води на поле поділяються на:

- а) самопливні – з доставкою і розподілом води самопливом;*
- б) з механічною подачею або підйомом води на зрошувану територію.*

При разовому зрошенні використовується паводкове затоплення земель річковими або талими поверхневими водами.

Виділяють також *удобрювальне зрошення*, основною метою якого є подача одночасно з водою поживних речовин або кисню.

До складу як самопливних так і механізованих зрошувальних систем входять наступні *головні складові елементи*:

- джерело зрошення,
- зрошувальна мережа, яка поділяється на провідну - магістральний канал (включаючи холосту його частину), і розподільчу мережу каналів та тимчасових зрошувачів (в ґрунтовому необлицьованому руслі),
- колекторно-дренажна мережа.

Для систем з механічним підйомом води однією з основних складових частин є головна насосна станція. Крім того, такі системи обладнуються іншими спорудами та засобами своєчасного забору води, подачі та рівномірного розподілу її по полю.

Конструкція каналів. Поперечні профілі каналів мають форму трапеції. В міру віддалення від головної споруди розміри трапеції звичайно зменшуються.

Кут закладання укосу каналу має чітко виражену залежність від складу ґрунтів: чим більш пухкі і сипучі ґрунти, тим більш пологі укоси. Кут нахилу укосу виражається поняттям «закладання» укосу.

Способи зрошення.

Виходячи із природних умов, що визначаються рельєфом, рівнями ґрунтових вод, ступенем дренажності, відстанню до джерела зрошення, типом ґрунтів, а також, керуючись економічними передумовами та видом культури, що буде вирощуватись, застосовують наступні способи поливу: поверхневий (напуском по смугах, полив по борознах, затопленням рисових чеків, лиманне зрошення), дощування, мікрозрошення, аерозольний або підґрунтовий спосіб (напірне підґрунтове зрошення, адсорбційне). До специфічних видів поливу, що розраховані переважно на підґрунтовий спосіб, відноситься зрошення стічними водами. Із перелічених способів зрошення на Україні залишається найбільш поширеним дощування. Хоча, з розвитком фермерських та дрібноділянкових приватних господарств, все більшого поширення набувають підґрунтове зволоження та мікрозрошення.

1. Поверхнєве зрошення:

а) Полив напуском по смугах являє собою зрошення суцільним шаром води по похилій поверхні ґрунтово-рослинного шару до його насичення. Проводиться в межах інтервалу ухилів 0,02-0,0005. Перед поливом зрошувані землі розділяють на смуги розмежовані невеликими земляними валами. Висота валів 15-20 см, ширина внизу 45-60 см. Ширина смуг 4-12 м, а довжина – 50-150 м. Вода на смугу подається з тимчасового зрошувача по проміжній канаві, яка називається вивідною борозною. До переваг цього способу відноситься можливість його застосування на землях де можливе засолення. До недоліків слід віднести руйнування структури ґрунтово-рослинного шару та утворення кірки на поверхні після поливу.

б) Полив по борознах застосовують на ділянках із більш складним рельєфом. До переваг цього способу над попереднім відноситься значно менша, або відсутність руйнації структури ґрунту поливу по борознах, ніж при поливі по смугах, полив можна провадити у всьому інтервалі уклонів, при яких можливе зрошення. Найкращими є середні уклони (0,001 – 0,005).

в) Полив затопленням використовують під час вирощування рису, на ґрунтах невисокої водопроникності при малих ухилах місцевості (0,0002 – 0,002). Серед негативів – погіршення санітарних умов місцевості (сприяє поширенню малярії), можливість повторного засолення та заболочення прилеглих земель, великі втрати води на фільтрацію.

г) *Лиманне зрошення* – це однократне весняне затоплення ґрунтів зрошуваної території невеликим шаром води (0,5-1,0 м). За характером розподілу води цей спосіб безперечно відноситься до поверхневих (дещо нагадує напуск по смугах), але відрізняється від вищезначених саме разовим характером (крім лиманів наповнення з водосховищ) і залежністю від фізико-географічних факторів (відстані до джерела зрошення, забезпеченості

повеневого стоку, кількості опадів). Найпридатніші для цього виду зрошення поверхні рівних схилів з ухилом не більше як 0,005, а також заплави невеликих річок.

Залежно від характеру живлення водою розрізняють лимани безпосереднього наповнення – затоплюються водами, що стікають з водозбору і затримуються дамбою; заплавні лимани – затоплюються водами річок під час весняної повені; такі що затоплюються водою з водосховищ або водотоків.

Переваги лиманного зрошення.– низька вартість; простота будівництва та експлуатації; невелика кількість споруд і проста їх конструкція; можливість зрошення ділянок, розташованих на високих відмітках місцевості без механічного підйому води. Весняний стік використовують для зволоження ґрунту, зменшуючи тим самим ерозію ґрунтово-рослинного шару та збільшуючи внутрішній вологообіг. Недоліки лиманного зрошення: тісна залежність від режиму джерела зрошення (річки, водосховища) – можливість зволоження ґрунту тільки під час повені (крім лиманів наповнення з водосховищ); від ухилу місцевості – споруджуються тільки на ділянках з ухилом $< 0,005$; нерівномірність зволоження ґрунту і визрівання культур.

2. *Дощуванням* називається механізований спосіб поливу, при якому зрошувальна вода із зрошувального каналу забирається і подається насосною установкою по трубопроводах до дощувальних апаратів, з яких розбризкується у вигляді штучного дощу над зрошуваною площею. Переваги перед поверхневим зрошенням та іншими способами поливу: дає можливість проводити поливи на ділянках з великими ухилами і складним мікрорельєфом; механізований спосіб подачі води, що дозволяє забирати воду з каналів, які проходять у виїмці, можна використовувати для розприскування пестицидів та гербіцидів. До позитивних ефектів від застосування цього способу відноситься краще засвоєння вологи рослинами. Дощування дає змогу регулювати розміри поливних норм, одержувати високу якість дощу і рівномірність його розподілу по площі. Серед недоліків дощування – його висока енерго- і матеріалоємність, а також деякі відносно невеликі втрати води на випаровування з дощової хмари.

Виділяють рухомі, стаціонарні та напівстаціонарні системи дощування.

3. При *підґрунтовому зрошенні*, завдяки всмоктувальній силі ґрунту, вода по закладених у ґрунті трубах розподіляється у його кореневмісному шарі на глибині 30-60 см. Можна виділити два різновиди цього способу – напірне підґрунтове зрошення і адсорбційне зволоження. Під час першого вода подається під напором або самопливом у труби, що прокладаються на глибині 0,5-0,7 м. Ухил труб 0,002-0,004. Розвиток цього способу поливу в сучасних умовах сільськогосподарського виробництва пов'язаний з впровадженням труб "мікропор", які виготовляють з акрилонітрилового дивінілстиролу. Діаметр таких труб – 13,7 мм. Вода під тиском до 1,5 атм. просочується через мікроскопічні отвори в стінках труб.

Підґрунтове зрошення має ряд цінних властивостей:

1) капілярне зволоження не руйнує структуру ґрунту;

2) у ґрунтово-рослинному шарі завжди висока аерація, що поліпшує життєдіяльність бактерій;

3) відносно малі норми поливу;

4) немає перешкод, які ускладнюють рух машин по полю;

5) малі затрати ручної праці під час проведення зрошувальних робіт.

Основні недоліки: можливість засолення поверхневого шару ґрунту; замулювання підземних зрошувачів; висока вартість будівництва системи зрошення, часто нерівномірне зволоження ґрунту за рахунок нерівномірності гідростатичного тиску по довжині труб.

4. *Мікрозрошення* об'єднує в собі краплинне зрошення та мікродощування. Зародився цей спосіб у США в 1969-1970 рр. Забезпечує економічну подачу води, особливо цінний для легких ґрунтів аридних районів. Істотні переваги мікрозрошення забезпечуються дозованою, маловитратною подачею води в поєднанні з локальним, як правило, характером зволоження ґрунтів при поливах (зволожується переважно кореневмісний шар), економією електроенергії, екологічною безпечністю та істотним підвищенням продуктивності.

5. Зрошення стічними водами є типом удобрювального поверхневого зрошення. Полив може здійснюватись поверхневим способом, дощуванням або підґрунтовим способом. У санітарному відношенні кращим є підґрунтовий спосіб. За рахунок заглиблення дрен і кротовин на 50...60 см уникають контакту сільськогосподарських культур і людей із стічною водою. В 1 м³ стічної води міститься близько 900 г розчинених і завислих як поживних так і шкідливих для рослин речовин.

Якщо використовується поверхневий спосіб поливу, то при проходженні стічних вод через зону аерації (не менше 1,2-1,5 м) вони очищуються від бактерій (на 99,8%) і у вигляді ґрунтового потоку, придатного для повторного використання, потрапляють у водоприймачі. Перед подачею на поля стічні води проходять грубе очищення від твердих речовин, жирів, нафти, тощо. Забороняється зрошувати стічними водами овочі, які споживаються в сирому вигляді, а також баштанні культури. Не дозволяється використовувати їх для зрошення заплавл, що затоплюються при повенях, а також способами дощування та затоплення. Серед зрошуваних ґрунтів перевагу віддають легкосуглинистим і піщаним.

На 2004 рік в Україні стічними водами зрошувалось близько 60 тис. га сільськогосподарських земель. Хоча для поливу цих площ використовується лише близько 5% усієї кількості стічних вод і тваринницьких стоків, це є найкращим серед країн СНД показником із застосування стічних вод у сільському господарстві.

Режими зрошення та види поливів.

Під режимом зрошення розуміють правильне встановлення і розподілення у часі кількості і норм поливів культури, що забезпечує оптимальний водний режим ґрунту протягом вегетаційного періоду. Це найважливіший елемент технології зрошування сільськогосподарських культур. Режим зрошення повинен відповідати потребам культури у воді в усі періоди росту і розвитку,

сприяти покращенню поживного, сольового і теплового режимів ґрунту, попередженню іригаційної ерозії, заболочування і засолення ґрунтів, збереженню і підвищенню їх родючості, найбільш ефективному використанню земельних і водних ресурсів.

Під поливами розуміють забезпечення рослин достатньою кількістю вологи за рахунок створення в ґрунті необхідних її запасів для використання їх в процесі вегетації.

Розрізняють види поливів: вологозарядкові; предпосівні та предпосадочні; післяпосівні та післяпосадочні, вегетаційні. Крім цього застосовують спеціальні поливи, які безпосередньо не призначені для забезпечення рослин вологою. Це невегетаційні промивні поливи.

Складовими частинами режиму зрошення є поливні норми та норми зрошення.

Поливна норма – разова кількість води (частина зрошувальної норми), яка подається на поле ($\text{м}^3/\text{га}$) для ліквідації дефіциту вологи, необхідної для споживання рослинами.

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

1. *Ознайомитись із гідрогеологічними умовами застосування мікрозрошення та імпульсного дощування на Україні.*

Література:

1. Жернов І.Є., Солдак А.Г., Куц П.Ю., Гриза О.О. Меліоративна гідрогеологія. К.: Вища школа, 1972. – С. 63-98.
2. Мисик Г.А., Куликівський Б.Б. Основи меліорації і ландшафтознавства. К.: Фірма «Інкос», 2005 – С. 46-67.

Контрольні питання до теми 2:

1. Перерахуйте відомі способи поливу (зрошення).
2. Які три способи поливу виділяють при поверхневому зрошенні?
3. Що являє собою полив затопленням? Основні негативні ефекти від його застосування.
4. Дощування як спосіб поливу, основні переваги та недоліки.
5. Переваги підґрунтового зрошення над іншими способами поливу.
6. Як ви уявляєте собі мікрозрошення? Його переваги над іншими способами поливу.
7. Що таке норма поливу і чим вона відрізняється від зрошувальної норми?
8. Дайте визначення режиму зрошення.
9. Які є види поливів (на протязі року), дайте визначення кожного?
10. Що таке вологозарядковий полив?
11. Намалюйте чотири типи конструкцій каналів (в поперечному перерізі) та можливі лінії току фільтраційних втрат з каналів; з яких каналів фільтраційні втрати будуть найбільші.

ТЕМА 3. Колекторно-дренажна система. (4 год.)

Лекція 5. Складові частини, призначення та класифікації дренажу на зрошувальних системах. – 2 години.

План лекції:

- **Складові елементи колекторно-дренажної системи;**
- **Скидні канали;**
- **Закритий дренаж, його призначення і вимоги до будівництва;**
- **Призначення дренажу;**
- **Розташування дренажів у плані;**
- **Конструктивні особливості дренажів.**

Колекторно-дренажна система на зрошуваних землях складається з відкритих скидних каналів і різних за конструктивним виконанням дренажних споруд, призначених, головним чином, для зниження рівня підземних вод і їх відведення за межі зрошуваного масиву. В загальному розумінні колекторно-дренажна мережа це система підземних трубопроводів і споруд на них, що обладнується на зрошуваних або осушуваних землях для збору зайвої ґрунтової вологи і відведення вод у відкриту мережу або водоприймачі.

Мережа скидних каналів призначена для відведення, головним чином, зайвих поверхневих вод. Траси скидних каналів розміщують переважно на межах землекористувань та пов'язують з розміщенням розподільчої сітки каналів. Головні скиди розміщуються у природних зниженнях місцевості і відводять воду у відповідні водоприймачі. Скидні канали здебільшого відкриті, причому найменші відстані між ними становлять 1000 – 1200, а при двобічному командуванні розподільних каналів – 2000 – 2400 м.

Скидні канали дренують також ґрунтово-іригаційні води, але дія їх обмежується порівняно вузькими смугами території і не охоплює всього простору між суміжними скидами. Якщо виникає потреба дронування підземних вод, сама скидна мережа не може з цим справитися і треба споруджувати спеціальні дренажні споруди.

Особливий випадок складає перехоплюючий дренаж, який застосовується при поверхневому поливі і призначений для перехоплення та повернення скидних поверхневих та підґрунтових вод на поле для повторного поливу.

Дренажна частина системи призначена знижувати рівень ґрунтових вод на всій або на частині зрошуваної території.

Дренаж використовують під час зрошення як інженерний захід, призначений для штучного зниження рівня підземних вод, який піднімається внаслідок втрат води при зрошенні, та для регулювання сольового балансу. Дренаж обладнують тоді, коли одні тільки експлуатаційні й агротехнічні заходи не забезпечують регулювання режиму ґрунтових вод і не здатні уповільнити або припинити процес засолення, підтоплення або заболочення земель.

Найчастіше дренаж використовують для забезпечення сприятливого водно-сольового режиму там, де може розвиватися вторинне засолення на фоні первісного солевмісту та дії зрошувальних вод, що живлять іригаційно-грунтові води. Основна вимога до такого дренажу полягає в тому, щоб знижений в результаті його дії рівень іригаційно-грунтових вод розміщувався не вище певної глибини від поверхні землі, що називається *нормою осушення*; у цьому разі нормою осушення буде критична глибина.

Призначення дренажів. За призначенням, залежно від природних умов, іригаційні дренажі поділяються на три групи:

- а) експлуатаційний дренаж,
- б) захисний дренаж,
- в) промивний або опріснювальний дренаж.

1. Експлуатаційний дренаж призначений для підтримання рівня ґрунтових вод на зрошуваних територіях на глибині, яка б не допускала підтоплення і вторинного засолення ґрунтів.

2. Захисний дренаж призначений для захисту від підтоплення здебільшого тих територій, які не зрошуються, але безпосередньо прилягають до зрошуваних територій або гідротехнічних споруд зрошувальних систем. В окремих випадках береговий дренаж використовується для захисту від надмірного підтоплення саме зрошуваних територій.

Для прісних ґрунтових вод (з урахуванням загальносанітарних норм в умовах промислової та селищної забудови) мінімальна норма осушення становить 1,5 м; якщо є підвали, багатопверхові будинки з глибокими фундаментами, норму осушення збільшують до 3 – 3,5 м; для промислових підприємств та будов, що мають дуже заглиблені підземні частини, норму осушення визначають індивідуально.

3. Промивний або опріснювальний дренаж призначений для відведення промивних вод, у яких розчинилися солі, що були накопичені у покривних відкладах. Дренаж відводить воду з якомога більшої глибини, щоб опріснювати покривні відклади на кілька метрів.

Класифікують системи іригаційного дренажу також за розташуванням дренажних споруд у плані, за конструктивними особливостями та типом дренажних споруд.

Розташування дренажів у плані. Залежно від розташування дренажних споруд у плані відносно території, що захищається, а також джерел надходження до них дренажних вод можна виділити такі системи дренажів:

а) головний дренаж, призначений для перехоплення підземних вод, які надходять ззовні. Виділяють такі різновиди цього дренажу: приканальний, - призначений для перехоплення потоку підземних вод з боку каналів; береговий, розташований вздовж берегової лінії водосховища і призначений обмежувати або усувати поширення підпору з боку водосховища; відсічний, розміщений поблизу об'єкта захисту і призначений для обмеження руху підземних потоків з боку області живлення (природної чи штучної).

Головний дренаж може бути одно- або дволінійним (наприклад, по одній горизонтальній дрени з обох боків великого магістрального каналу);

б) контурний дренаж, розміщений по периметру ділянки, яку захищають, призначений відгороджувати певну площу і захищати її від недопустимого підйому рівня ґрунтових вод.

Контурний дренаж має дві форми:

- контурні дрени оточують локальну ділянку, в межах якої спостерігається значний підйом рівня ґрунтових вод, і відмежовують навколишні площі від поширення підпору (дренаж ділянок рисосіяння);

- контурні дрени розміщені на межі території, яку захищають від ґрунтових вод, що надходять з боку зрошуваних масивів;

в) площинний, або систематичний, дренаж розміщений більш менш рівномірно по площі, яку він захищає від підземних вод. Дренажні споруди розміщені у вигляді багатьох приблизно паралельних ліній (багатолінійна система). Може бути також вибірковий дренаж, розміщений осередками, що приурочені до заболочених, підтоплених ділянок, понижень в рельєфі, то що.

Конструктивні особливості дренажів. Типи дренажів за конструкцією:

а) горизонтальні дренажі, в яких використовуються горизонтальні дрени – канави, траншеї, галереї, труби. Захватна частина таких дрен здебільшого значно менша повної потужності водоносного пласта, тобто вони недосконалі за характером розкриття водоносного пласта (гідродинамічно недосконалі);

б) для вертикальних дренажів використовують дрени, які мають невеликі (порівняно до їх глибини) розміри в плані. В іригації використовують звичайно трубчасті вертикальні дрени різних конструкцій, які можуть бути гідродинамічно досконалі або недосконалі. Їх можна розділяти за способом відведення води на вбирні та з примусовим видаленням води – насосні, вакуумні, сифонні;

в) комбіновані дренажі, в яких використані одночасно елементи горизонтальних і вертикальних дрен.

Завдання для самостійної роботи (1,5 год.):

1. *Розрахувати параметри відкритого горизонтального дренажу (каналу) за індивідуальним завданням.*

Література:

1. Жернов І.Є., Солдак А.Г., Куш П.Ю., Гриза О.О. Меліоративна гідрогеологія. К.: Вища школа, 1972. – С. 112-115.
2. Мисик Г.А., Куликівський Б.Б. Основи меліорації і ландшафтознавства. К.: Фірма «Інкос», 2005 – С. 165-166.

Лекція 6. Види та особливості горизонтального і вертикального дренажу. Комбіновані дренажі. – 2 години.

План лекції:

- **Відкритий горизонтальний дренаж;**
- **Закритий дренаж з фільтруючим матеріалом;**
- **Трубчастий дренаж та умови його застосування;**
- **Вертикальні дренажі (експлуатаційний та захисний);**

- **Види комбінованого дренажу (поверхневий, підземний, вогнищевий).**

Для *горизонтального* іригаційного дренажу використовують *відкриті дрени (канави), закриті дрени і трубчасті дрени*.

На зрошуваних землях глибина закладки дрен становить не менше 2,0-2,5 м, що пояснюється необхідністю знизити рівень ґрунтових вод на критичну глибину, а також економією матеріальних і трудових затрат (збільшується відстань між окремими дренами і відповідно зменшується їх кількість).

Відкриті дрени представляють собою горизонтальний дренаж найпростішого типу, мають вигляд канав трапецієвидного перерізу і використовують здебільшого в якості колекторів скидної мережі. Мінімальна ширина канав по дну становить 0,2-0,4 м, закладання укосів залежить від характеру ґрунтів, у яких прокладена канава, та від її глибини. Найбільший недолік цього виду горизонтальних дрен в тому, що вони відбирають корисну площу і створюють утруднення під час сільськогосподарських робіт та поливу земель.

Закриті дрени являють собою траншеї, заповнені фільтруючим матеріалом – фашинами, кам'яною накидкою із зворотним фільтром або піщано-гравійною засипкою. В умовах іригації майже не використовуються, з тих причин, що важко перевіряти їх роботу, вони швидко запливають і засмічуються.

Трубчасті дрени є основним конструктивним типом горизонтального іригаційного дренажу, представляють собою пластмасові, гончарні, бетонні, керамічні, рідше азбоцементні труби, закладені в заповнені фільтруючим матеріалом траншеї. По них вільно стікають дренажні води. В суглинистих ґрунтах в сухих умовах траншея має прямокутну форму, якщо дренаж закладений нижче рівня ґрунтових вод, траншеї повинні мати трапецоїдальний переріз. Діаметри труб становлять не менш як 10-15 см залежно від умов прочистки. Щоб труби щонайменше замулювалися дрени слід укласти з уклоном не менш як 0,001-0,002; швидкість води повинна бути у межах 0,3-0,8 м/сек. Переваги над іншими видами дренажу: закриті труби не займають корисну площу, забезпечується безперервний стік води, в разі замулення труб вони можуть бути промиті.

Горизонтальний дренаж завжди використовують для приканального дренажу.

Горизонтальний дренаж ефективний у суглинистих ґрунтах з коефіцієнтами фільтрації 0,4 м/добу і менше, а особливо при невеликій глибині покривних суглинків, підстелених пісками, коли піски розкриваються дренаю.

Вертикальні дренажі ґрунтуються на використанні вертикальних трубчастих колодязів (свердловин). Свердловина складається з водоприймальної частини – фільтра, крізь який з водоносного пласта надходить вода; експлуатаційної частини в якій розміщені водопідйомні труби та глибинний насос; оголовка.

На експлуатаційну конструкцію впливають: спосіб буріння, умови й глибина залягання неводонасичених і водоносних пластів, тип

водопідйомника. Найважливіша частина – водоприймальна частина або фільтр; тип і конструкція залежать від гідрогеологічних умов.

Вертикальний експлуатаційний дренаж на зрошуваних землях полягає у тому, що свердловини розміщені по сітці на площі зрошення так, кожна з них відводила іригаційні втрати з тієї ділянки, у центрі якої вона розміщена.

Режим відкачування регулюється водно-сольовим балансом. Найкращий режим – оборотний, коли іригаційні втрати повертаються на поля у вегетаційний період.

Якщо покривні відклади відокремлені від сильно водопроникного шару роздільним або слабопроникним шаром, система вертикального дренажу ускладнюється. В цьому разі відкачування води із сильно водопроникного шару забезпечує потрібний дренажний ефект лише тоді, коли є вибірні свердловини, призначені перепускати воду з верхніх водоносних горизонтів до нижнього, звідки її відкачують.

Вертикальний *захисний дренаж* характерний тим, що дренажні свердловини розміщені в один лінійний або контурний ряд, у межах якого відстані між окремими свердловинами становлять сотні, а то й десятки метрів. У такому разі доцільно обладнувати централізовану систему відкачування води, а не встановлювати у кожній свердловині насосний агрегат.

Висоту всмоктування до 7 – 7,5 м забезпечують сифонні системи, у яких всмоктувальний трубопровід являє собою великий сифон.

Якщо треба відкачувати воду з великої глибини, використовують ерліфтні системи.

Недоліки вертикального дренажу із залізних труб та дротяним фільтром: Дротяний каркас фільтрів з невеликими отворами в умовах ерліфтного водовідбору при інтенсивній аерації кольматується осадом, що виділяється із води в результаті руйнації залізних труб та дротяного каркасу під впливом залізобактерій. Так само інтенсивно кольматується, або «заростає», гравійна обсіпка. Так, більшість свердловин берегових вертикальних дренажів на Каховському водосховищі (94% свердловин обладнані каркасно-стрижньовими фільтрами з обмоткою дротом із нержавіючої сталі діаметром 1,8 - 2,0 мм з кроком 1,5 – 2 мм та з обсіпкою гравієм із Самборського кар'єру), що побудовані в 60-70-ті роки минулого сторіччя в якості протифільтраційних завіс, працюють незадовільно, із зменшеними дебітами, які складали в 1999-2000 рр. 25-85% від проектних. Це призвело до погіршення гідрогеологічного стану території та підтоплення окремих ділянок населених пунктів.

Комбіновані дренажі являють собою поєднання горизонтальних і вертикальних дрен. Такий дренаж використовують здебільшого для захисту населених пунктів або інших територій.

Інколи комбінований дренаж застосовують і на ділянках зрошення.

Поверхневий комбінований дренаж являє собою горизонтальну відкриту дренажну систему з рядом трубчастих колодязів (свердловин). Горизонтальна дренаж закладається на звичайній глибині, а свердловина – з її дна чи укусу. Кожна свердловина працює як самовиливна, оскільки її устя, що знаходиться в

горизонтальній дрени, розміщене нижче рівня підземних вод, який встановлюється під впливом дії горизонтальної дрени.

Підземний комбінований дренаж складається з підземної галереї, яку закладають у малопроникному шарі, та вертикальних наскрізних фільтрів. Наскрізні фільтри являють собою свердловини, пробурені з поверхні; устя їх розміщені в галереї. Такий фільтр дренує підземну воду з одного або двох горизонтів і зливає її в галерею, що сама дренує той шар, у якому прокладена, крізь спеціальні дренажні елементи, встановлені у верхній частині.

Дренаж такого типу використовують в таких самих умовах, як і для поверхневого, якщо з якихось міркувань поверхневий дренаж недоцільно обладнувати.

Вогнищевий комбінований дренаж складається із вбирних свердловин для дренування піщаних покривних відкладів та вогнищевих водозаборів для відкачування дренажних вод.

Така складна система дренажу може бути використана тоді, коли покривні відклади слабопроникні (коефіцієнт фільтрації 0,1 м/добу та менше), що створює умови, несприятливі для застосування горизонтального дренажу, а підстилаючі їх піщані породи характеризуються коефіцієнтом фільтрації порядку 3 – 5 м/добу, що створює несприятливі умови для застосування вертикального дренажу; якщо при цьому нижче залягає потужний горизонт сильно водопроникних галечників або закарстованих вапняків, відділений від пісків роздільним малопроникним шаром (коефіцієнт фільтрації $< 0,0001$ м/добу), доцільно використовувати саме комбінований дренаж.

Ефективність роботи дренажу відображається на врожайності культур та меліоративному стані земель, який кількісно і якісно оцінюють по гідрогеолого-меліоративних та ґрунтово-меліоративних показниках. Оцінюється ефективність дренажу шляхом порівняння проектного та фактичного модулів дренажного стоку, або за якістю відведення надлишкових вод, що знову ж таки відображається на рівнях ґрунтових вод, розвитку несприятливих ґрунтових та інженерно-геологічних процесів.

Завдання для самостійної роботи (3,5 год.):

1. *Замалювати всі види вертикального та комбінованого дренажу в розрізі та вивчити умови їх застосування.*
2. *Розрахувати кількість свердловин для поливу підземними водами.*

Література:

1. Жернов І.Є., Солдак А.Г., Куш П.Ю., Гриза О.О. Меліоративна гідрогеологія. К.: Вища школа, 1972. – С. 115-130.
2. Решеткина Н.С., Якубов Х.И. Вертикальный дренаж. М.: Колос, 1978. – С. 3-32.
3. Мисик Г.А., Куликівський Б.Б. Основи меліорації і ландшафтознавства. К.: Фірма «Інкос», 2005 – С. 233-237.

Контрольні питання до теми 3:

1. Колекторно-дренажна мережа зрошуваних земель.
2. Групи систем іригаційного дренажу за призначенням.
3. Розташування систем дренажів у плані.
4. Конструктивні типи горизонтальних дренажів.
5. Умови застосування горизонтального дренажу на зрошуваних землях.
6. Види вертикального дренажу та умови його застосування на зрошуваних землях.
7. Комбіновані дренажі, умови їх застосування.

ТЕМА 4. Гідрогеологічні умови на зрошуваних масивах. Типізація зрошуваних земель. (4 год.)

Лекція 7. Природні та іригаційні режими ґрунтових вод. – 2 години.

План лекції:

- **Поняття режиму ґрунтових вод, види неперушеного режиму;**
- **Ознаки іригаційного режиму;**
- **Групи штучно змінених режимів за кількісним співвідношенням джерел живлення ґрунтових вод.**

Під *режимом ґрунтових вод* будемо розуміти короткострокові, сезонні, багаторічні і вікові зміни якісних та кількісних показників ґрунтових вод, основні з яких рівень, хімічний склад та температура.

В залежності від факторів, що викликають зміни цих параметрів в природних, не порушених умовах, виділяють *кліматичний, гідрологічний, режим підземного притоку та комплексний або змішаний*, що формується під сумарним впливом всіх вищеперерахованих факторів.

Коливання рівня ґрунтових вод на зрошуваних землях змінює потребу сільськогосподарських культур у зрошувальній воді, посилює або послаблює засолення ґрунтів (якщо сольовий режим ґрунтів штучно не зарегульований). Знання закономірностей режиму ґрунтових вод дозволяє скласти достовірні прогнози рівня.

Зрошення досить суттєво змінює гідрогеологічні умови (інтенсивність живлення, глибину залягання, хімічний склад, напрямки руху та характер розвантаження, структуру водного та сольового балансу, взаємозв'язок ґрунтових і міжпластових вод та ін., змінюються також водно-фізичні, фільтраційні та інші властивості порід зони аерації і водонасичених відкладів).

Вплив зрошення об'єднується із впливом колекторно-дренажної мережі і свердловин вертикального дренажу. В результаті природні режими ґрунтових вод переходять до *іригаційних режимів*.

Основні зміни балансу ґрунтових вод при зрошенні земель обумовлені збільшенням запасу цих вод в результаті фільтрації води із зрошувальних каналів і поливів і збільшенням витрат ґрунтових вод в зону аерації на випаровування і транспірацію при підйомі рівня, а також на відток в дренажну

мережу. При цьому відбувається збільшення прибуткових складових водно-сольового балансу та зміни показників режиму: рівні ґрунтових вод піднімаються, збільшуються напори підземних вод, змінюється хімічний склад підземних вод. Таким чином *коливання рівня ґрунтових вод є наслідком та інтегральним відображенням змін балансу ґрунтових вод.*

Зміни в режимі ґрунтових вод під впливом зрошення тим сильніші, чим більше їх іригаційне живлення і чим менша природна і штучна дренажізованість зрошуваних земель. Інтенсивність іригаційного живлення ґрунтових вод знаходиться в прямій залежності від способів зрошення і техніки поливу.

Генетичні типи режиму ґрунтових вод зрошуваних територій.

Виділяють наступні групи штучно змінених режимів за кількісним співвідношенням джерел живлення ґрунтових вод:

1) власне іригаційний режим (характерний для більшості зрошувальних масивів, які знаходяться в пустельній і напівпустельній зонах); багаторічний режим цілком визначається іригаційно-господарськими факторами;

2) іригаційний з підвищеною роллю атмосферних опадів (степова зона); багаторічний режим визначається іригаційно-господарськими факторами і динамікою атмосферних опадів;

3) іригаційний з підвищеною роллю фільтраційних річкових вод (привершинні частини конусів виносу рік та ін.); багаторічний режим визначається іригаційно-господарськими факторами і змінами водності річок;

4) іригаційний з підвищеною роллю підземного притоку (зони виклинювання підземних вод на конусах виносу рік і периферії передгірських шлейфів, високі тераси рік та ін.); багаторічний режим залежить від іригаційно-господарських факторів і динаміки підземного притоку;

5) група змішаних або комплексних режимів характеризується приблизно рівним співвідношенням різних джерел живлення; зустрічається у різних кліматичних, геоморфологічних і гідрогеологічних умовах; багаторічний режим залежить від іригаційно-господарських та інших факторів.

Виділяють різні *типи режимів* і в залежності від ступеню дренажізованості території: в зоні природно інтенсивно дренажізованій – глибокостанурені потоки ґрунтових вод, в дренажізованій – потоки ґрунтових вод, які рухаються зі значною швидкістю, в слабодренажізованій – повільні потоки, у дуже слабодренажізованій – дуже повільні потоки і в безстічній зоні – тип режиму басейнів ґрунтових вод.

Серед техногенних режимів ґрунтових вод, пов'язаних із зрошенням, крім іригаційних, слід виділяти режими, які властиві ґрунтовим водам в зоні впливу водосховищ, експлуатаційних водозаборів підземних вод, а також комплексні, що формуються в результаті взаємодії кількох техногенних і природних факторів.

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

1. Повторити з курсу «Дослідно-фільтраційні спостереження» та вивчити за рекомендованою літературою питання, пов'язані з кліматичною циклічністю режиму ґрунтових вод, закономірностями сезонних, річних та багаторічних

змін кліматичного, гідрологічного, напірного та комплексного типів режиму ґрунтових вод.

Література:

1. Кац Д.М., Пашковский И.С. Мелиоративная гидрогеология. – М.: ВО “Агропромиздат”, 1988. – С. 20-22, 30-49, 54-55.

Лекція 8. Типізація зрошуваних земель за гідрологічними умовами. – 2 години.

План лекції:

- **Типізація зрошуваних земель за гідрологічними умовами;**
- **Типи зрошуваних територій в залежності від взаємозв'язку іригаційно-ґрунтових вод з нижніми напірними водами;**
- **Чотири групи зрошуваних земель за складністю гідрологічних умов.**

Типізація зрошуваних земель за гідрологічними умовами.

Природні та порушені режими ґрунтових вод та загалом гідрологічні умови на меліорованих землях досить різноманітні. Різноманіття гідрологічних умов території відображається при гідрологічно-меліоративному районуванні і типізації меліорованих земель.

Під *типом гідрологічних умов* меліорованих земель слід розуміти комплекс показників, в тому числі показників режиму, що характеризують умови і закономірності формування підземних вод в природних умовах, очікувану зміну цих умов під впливом меліорації і склад необхідних заходів, що забезпечують прийнятні гідрологічні умови при експлуатації гідромеліоративних систем.

При типізації г/г умов враховують: склад водомістких ґрунтів та ґрунтові зони аерації, джерела живлення і шляхи розвантаження ґрунтових вод, умови розповсюдження і глибину їх залягання, їх зв'язок з міжпластовими водоносними горизонтами, мінералізацію і хімічний склад, режим, баланс і т.ін.

Початкова глибина залягання ґрунтових вод і прогнозована її зміна мають особливе значення при типізації земель, що намічені для зрошення і потребують вибору природоохоронних заходів. В залежності від початкового рівня (РГВ) виділяють наступні типи гідрологічних умов:

- 1) природно інтенсивно дреновані райони, де після зрошення ґрунтові води залишаються на великій глибині;
- 2) ґрунтові води до зрошення можуть залягати глибоко, а після – піднімаються до 3...4 м. - слід будувати дренаж в сухих умовах;
- 3) початкова глибина РГВ невелика і дренаж слід будувати одночасно із зрошувальною мережею, звичайно у водонасичених ґрунтах.

За характером взаємозв'язку іригаційно-ґрунтових вод з нижніми напірними водами виділяють наступні чотири типи зрошуваних територій: 1)

рівень іригаційно-грунтових вод перевищує п'єзометричну поверхню напірних вод; 2) рівні практично збігаються; 3) рівень іригаційно-грунтових вод тимчасово (в період поливів та інфільтрації опадів) перевищує рівень напірних вод; 4) рівень напірних вод перевищує рівень іригаційно-грунтових вод.

Зрошувані землі за складністю гідрогеологічних умов поділяють на чотири групи: 1) райони із порівняно простими умовами; 2) з умовами середньої складності; 3) із складними умовами; 4) із дуже складними умовами.

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

1. *Замалювати характерні варіанти розрізів для всіх чотирьох груп зрошуваних земель за складністю гідрогеологічних умов.*

Література:

1. Кац Д.М., Пашковский И.С. Мелиоративная гидрогеология. – М.: ВО “Агропромиздат”, 1988. – С. 22-26.

Контрольні питання до теми 4:

1. Дайте визначення режиму ґрунтових вод.
2. Типи природних режимів ґрунтових вод.
3. Прості гідрогеологічні умови на масивах зрошення.
4. Гідрогеологічні умови середньої складності.
5. Охарактеризуйте складні гідрогеологічні умови зрошуваних земель.
6. Охарактеризуйте дуже складні гідрогеологічні умови зрошуваних земель.
7. Класифікація земель за інтенсивністю дренаваності.
8. Типи природних режимів ґрунтових вод.

ТЕМА 5. Показники оцінки гідрогеолого-меліоративного стану зрошуваних земель. (4 год.)

Лекція 9. Гідрогеолого-меліоративні показники оцінки стану зрошуваних земель – 2 години.

План лекції:

- **Групи показників меліоративного стану зрошуваних земель та вимоги до них;**
- **Гідрогеолого-меліоративні показники;**
- **Глибина залягання рівня ґрунтових вод, критичний та допустимий рівні;**
- **Мінералізація ґрунтових вод.**

Показники меліоративного стану земель поділяються на дві групи: гідрогеолого-меліоративні і ґрунтово-меліоративні. Основна мета системи показників – оцінка меліоративного стану зрошуваних угідь за головним критерієм – рівнем родючості ґрунтів. Основними критеріями при визначенні складу ґрунтово-меліоративних показників є встановлення стійкого достовірного кореляційного зв'язку обраного показника з врожаєм

сільськогосподарських культур і його мінливість під впливом зрошення. Крім того, показники повинні задовольняти наступним вимогам:

- бути інтегральними;
- такими, що не дублюють одне одного;
- такими, що легко визначаються;
- кількість повинна бути мінімальна.

Роботи пов'язані із спостереженнями за станом зрошуваних земель мають особливу значимість як з точки зору своєчасного виявлення проявів негативних процесів та явищ, так і для визначення фактичного еколого-меліоративного стану зрошуваних земель. Перш за все, слід зосереджувати увагу на змінах *рівнів ґрунтових вод*, їх сольового складу та мінералізації, а також на вторинному засоленні ґрунтів, змінах вмісту гумусу та динаміці врожайності культур.

Стан зрошених земель, який носить назву меліоративного оцінюють *за 5 показниками*: глибиною та мінералізацією ґрунтових вод; засоленістю та солонцюватістю ґрунтів, за якісним складом поливної води.

У формуванні сольового складу зрошуваних ґрунтів і ґрунтів зони аерації головну роль відіграють водний режим ґрунтів, мінералізація та іонний склад ґрунтової та поливної води.

Вторинне засолення відбувається на площах з різною глибиною залягання ґрунтових вод при мінералізації поливної води 2 – 3 г/л і більше; або при глибині ґрунтових вод менше 1,5 – 3,0 м і їх мінералізації більше 3 – 6 г/л; або в місцях виклинювання ґрунтових вод на поверхню.

Гідрогеолого-меліоративні показники: глибина залягання, мінералізація та хімічний склад ґрунтових вод.

Підйом РГВ є головним гідрогеологічним процесом на зрошуваних територіях, який багато в чому визначає протікання ґрунтово-меліоративних процесів і являється провідним у формуванні водно-сольового режиму кореневмісного шару.

Саме виходячи з небезпеки засолення ґрунту таку глибину ґрунтових вод, з якої починається інтенсивне їх випаровування, що призводить до підвищення мінералізації ґрунтових вод і концентрування солей (соленакопичення) у родючому покривному шарі ґрунту називають *критичною* глибиною. А глибину більшу, або ту при якій процес засолення не відбувається називають *допустимою*. Для жарких південних областей звичайно приймається в межах – 3...3,5 м, для північних 1,3...1,5 м і для перехідних 2...2,5 м.

Критичний рівень є одним з *критеріїв оцінки* гідрогеолого-меліоративного стану зрошуваних територій.

Площі з близьким від поверхні заляганням РГВ (< 2 м) загалом характерні для заплавл, низьких надзаплавних терас, узбереж морів та лиманів, окремих ділянок старозрошуваних масивів, приурочених до каналів або понижень. З посиленням гідроморфізму пов'язаний розвиток у зрошуваних ґрунтах процесів *оглеєння*.

Мінералізація ґрунтових вод – параметр, який визначає мінералізацію ґрунтового розчину як інтегрального показника засолення кореневмісного

шару ґрунту. Крім цього, цей параметр необхідний для визначення гранично допустимих (критичних) глибин залягання ґрунтових вод, при яких відбувається накопичення водорозчинних солей в кореневмісному шарі ґрунту в токсичній для рослин кількості.

З початком зрошення значно посилюється промивний режим, що призводить до порушення природної сольової рівноваги і переходу легкорозчинних солей із поглинаючого комплексу в розчин. Завдяки цьому мінералізація іригаційно-ґрунтових вод збільшується порівняно з мінералізацією природних ґрунтових вод. З підвищенням рівня іригаційно-ґрунтових вод посилюється випаровування, що зумовлює підвищення їх мінералізації і пересування солей у верхні шари ґрунтів.

Характер зміни хімізму іригаційно-ґрунтових вод в значній мірі залежить від культур, які знаходяться у сівозміні та способу зрошення. Мінералізація ґрунтових вод біля рисових чеків у вегетаційний період зменшується в 1,5-3 рази. В той же час на полях із суходільними культурами, при поливі дощуванням, суттєвих змін мінералізації та хімічного складу за один сезон здебільшого не відбувається.

Мінералізація ґрунтових вод залежить звичайно і від терміну зрошувальних меліорацій. Помічено, що на тривало зрошуваних угіддях частка мінералізованих (>1 г/дм³) ґрунтових вод більша ніж на нещодавно залучених до зрошення.

За хімічним складом виділяється кілька класів ґрунтових вод – від гідрокарбонатного і сульфатно-гідрокарбонатного магнієво-натрієвого (мінералізація менше 2 г/дм³) до сульфатного і змішаного за катіонним складом (мінералізація > 2 г/дм³).

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

- 1. Вивчити величини критичної та допустимої глибини залягання ґрунтових вод для різних типів ґрунтів в лісостеповій та степовій зонах України.*
- 2. Вивчити категоризацію зрошуваних земель України за рівнем ґрунтових вод.*
- 3. Проаналізувати тенденції змін відносної площі зрошуваних земель України несприятливих за рівнем ґрунтових вод та їх мінералізацією починаючи з 1991 року (згідно Кадастру зрошуваних земель України).*

Література:

1. Кац Д.М., Пашковский И.С. Мелиоративная гидрогеология. – М.: ВО “Агропромиздат”, 1988. – С. 49-52.
2. Ромащенко М.І., Балюк С.А. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення. – К.: Світ, 2000. – С. 36-42.
3. Шевченко О.Л. Еколого-геологічні проблеми регіонів землеробства // Екогеологія України: навч. посібник.// Відпов. редактор академік НАН України В.М. Шестопалов. – К.: ВПЦ «Київський університет». – 2011. - С. 477-478.

4. Горєв Л.Н., Пелешенко В.І. Меліоративна гідрохімія. К.: Вища школа, 1984. – С. 108-148.

Лекція 10. Грунтово-меліоративні показники оцінки стану зрошуваних земель та якість поливної води – 2 години.

План лекції:

- **Грунтово-меліоративні показники.**
- **Засолення зрошуваних земель;**
- **Головні чинники засолення ґрунтів;**
- **Осолонцювання ґрунтів;**
- **Оцінка якості води для зрошення.**

Грунтово-меліоративні показники поділяються на три групи:

- агрофізичні (водопроникність, мм/га; щільність складення, г/см³; найменша вологоємність, %, структурно-агрегатний склад);
- агрохімічні (загальний гумус, %, ємнісний об'єм);
- меліоративні (ступінь засолення, ступінь солонцюватості).

Засолення – це збагачення ґрунту легкорозчинними солями в результаті постійного або періодично висхідного току мінералізованих ґрунтових вод.

Ступінь засолення порід зони аерації віднесена до ґрунтово-меліоративних показників. За вмістом водорозчинних солей у верхньому метровому шарі ґрунтів виділяють наступні категорії засолення: *незасолені, слабозасолені, середньозасолені та сильнозасолені*. У міжнародній класифікації засолених ґрунтів використовується нова таксономічна одиниця «дуже слабке засолення», що відповідає 0,06-0,1% токсичних солей у водній витяжці.

Кількісним показником *засоленості* можна вважати *загальний вміст солей*, який становить або перевищує 0,25% ваги сухого ґрунту. За ступенем засолення, як природного так і антропогенного, виділяють солончаки – 2-30% солей від загальної маси ґрунту; солончакуваті ґрунти – 0,3-1%.

Засолені ґрунти в основному розташовані у межах морських терас, дельт, заплавл та низових терас річок.

Головні фактори засолення ґрунтів

До недавнього часу енергетичні та ресурсні втрати були пов'язані з переполивами, які привели до підвищення рівнів ґрунтових вод на 3 – 7 метрів та засолення ґрунтів. Тому бажано, щоб поливи незасолених ґрунтів були лише зволожувальними, або додатковими до рівня польової вологоємності.

При землекористуванні із зрошенням розрізняють наступні форми вторинного засолення ґрунтів:

- 1) утворення заболочених та засолених ґрунтів вздовж необлицьованих каналів внаслідок просочування води, підйому ґрунтових вод та випаровування;

2) утворення на полях плям засолених ґрунтів, а далі і суцільного засолення полів через кілька років (5...15) зрошення (при поливі водами 1-го класу);

3) невірне застосування для поливу солонуватих вод, які отримано з мінералізованих річкових, морських, лиманних, або з колодязів чи свердловин, внаслідок надлишкової відкачки підземних вод і підтягування морської (лиманної) води;

4) внаслідок підтоплення при організації поверхневого зрошення та ін.

Осолонцювання – найбільш поширений процес на зрошуваних землях, який настає при промивці натрієвих солончаків і солончакуватих ґрунтів (природній або при зрошенні). При цьому катіон натрію залишається в поглинаючому колоїдному комплексі ґрунту і викликає диспергацію твердої фази, збільшує її рухомість, погіршує фізичні властивості. При цьому слід відрізняти природну та вторинну (іригаційну) солонцюватість, яка є наслідком збільшення вмісту увібраних натрію та калію в складі ґрунтового вбирного комплексу. Зрошення призводить до підвищення вмісту увібраного натрію з 0,6-1,0 до 1,5-2,0% суми обмінних катіонів при використанні прісних поливних вод і до 3-8% - при використанні мінералізованих поливних вод.

Оцінка якості води для зрошення

За мінералізацією виділяються прісні (< 1 г/л) солонуваті (1-10 г/л), солоні води (10-35 г/л) та розсоли (> 35 г/л).

Норми складу і властивостей природних вод, які використовуються для поливу всіх сільськогосподарських культур в степовій і лісостеповій зонах України, визначаються «Інструкцією з іригаційної оцінки природних вод України» КДІ 0497055-01-92.

Відповідно до ГОСТ 17.1.2.03-90 (Критерії і показники якості води для зрошення) оцінка якості поливних вод проводиться за агрохімічними критеріями, які повинні визначати якість води для зрошення за її впливом на урожайність сільськогосподарських культур, на якість продукції і на ґрунти з метою попередження їх деградації і підвищення родючості. Показники якості води за агрохімічними критеріями включають:

- загальну мінералізацію;
- концентрацію токсичних іонів, виражених в еквівалентах хлору;
- відношення суми лужних катіонів до суми всіх катіонів;
- співвідношення катіонів магнію і кальцію;
- вміст аніонів хлору;
- вміст лужності;
- величину рН;
- температуру води;
- вміст макроелементів живлення (азоту).

Оцінку якості поливної води і її придатності для зрошення за агрономічними критеріями виконують відповідно до вимог державного стандарту України ДСТУ 2730-94, розробленого Інститутом ґрунтознавства і агрохімії УААН. Така оцінка включає визначення небезпеки розвитку деструктивних процесів у зрошуваних ґрунтах, а саме:

- вторинного засолення ґрунтів за сумою токсичних солей (здійснюється на основі показників загальної мінералізації та загальної концентрації токсичних іонів, виражених в еквівалентах хлору);

- залуження ґрунтів за рівнем водневого показника рН, вмістом іону CO_3^{-2} і токсичною лужністю; або підкислення ґрунту;

- осолонцювання ґрунтів за відношенням вмісту лужних катіонів натрію і калію до суми усіх катіонів з урахуванням буферності і гранулометричного складу ґрунтів.

З підвищеною мінералізацією поливної води пов'язано як мінімум 3 проблеми :

1) небезпека засолення ґрунтів і створення умов, що пригнічують розвиток рослин через нагромадження солей у ґрунтових розчинах (перевищення порогів токсичності);

2) токсична дія окремих іонів, що присутні у зрошувальній воді;

3) зміна водопроникності ґрунтів, розвиток процесів елювіювання чи осолонцювання.

Механізм зростання величини рН пов'язаний з порушенням карбонатно-кальцієвої рівноваги у результаті інтенсивних процесів фотосинтезу при зрошенні і температурної трансформації води.

Важливим критерієм іригаційної оцінки води є співвідношення вмісту кальцію і натрію. У водах з мінералізацією до 1,0 г/л це співвідношення становить 1,6-1,9, а з підвищенням мінералізації воно зменшується до 0,4-1,0, і це вже (як і висока лужність) викликає небезпеку розвитку процесів осолонцювання зрошуваних ґрунтів. При оцінці вод з точки зору небезпеки осолонцювання ґрунтів і зниження водопроникності враховується склад катіонів в водах і мінералогічний склад ґрунтів. Співвідношення катіонів у воді впливає на активність іону натрію та на його здатність проникати в ґрунтово поглинаючий комплекс, що враховується натрієво-адсорбційним показником (SAR):

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{(Ca + Mg)/2}}, \quad \text{мг-екв/дм}^3$$

При визначенні придатності води для зрошення в умовах півдня України використовують значення співвідношення Na^+ і Ca^{2+} , або $\text{Na}^+ / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$. Якщо ці значення відповідно не більші 1 та 0,7, то вода вважається придатною для зрошення.

Можливість токсичної дії на рослини оцінюється за небезпекою опалення листя і коренів сільськогосподарських культур, а саме – за вмістом загальної токсичної лужності від нормальних карбонатів, а також за вмістом хлору.

Таким чином, за комплексом агрохімічних та агрономічних критеріїв зрошувальні води поділяють на класи:

1-й – придатна. Поливи цією водою супроводжуються деякими змінами іонно-солевого складу ґрунтів, але ці зміни не призводять до значущого збільшення вмісту солей, суми обмінного натрію і калію та лужності;

2-й – обмежено придатна. Використання такої води викликає класифікаційно значущі зміни властивостей ґрунтів, у тому числі процеси засолення, осолонцювання, залуження і внаслідок зниження родючості. Поливати такою водою можна лише за умови постійного контролю за напрямками ґрунтових процесів та при застосуванні диференційованого комплексу агроеліоративних заходів;

3-й – непридатна для регулярного зрошення без попереднього поліпшення. Застосування запобіжного комплексу агроеліоративних заходів у цьому випадку економічно і екологічно не виправдане.

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

1. Ознайомитись із підпорядкованістю змін фізико-хімічних показників поливної води, що приводять до порушення карбонатно-кальцієвої рівноваги та збільшення рН.
2. Проаналізувати тенденції змін відносної площі засолених зрошуваних земель та таких що зазнають осолонцювання з 1991 року (згідно Кадастру зрошуваних земель України).

Література:

1. Ромашенко М.І., Балюк С.А. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення. – К.: Світ, 2000. – С. 17-30.
2. Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення. Під ред-ю П.І. Коваленка, К: Аграрна наука, 2001. – С. 13-20, 34-50.
3. Защита орошаемых земель от эрозии, подтопления и засоления. Под ред-ей Т.Н. Хруслевой, К.: Урожай, 1991. – С. 12-41.
4. Шевченко О.Л. Еколого-геологічні проблеми регіонів землеробства // Екогеологія України: навч. посібник.// Відпов. редактор академік НАН України В.М. Шестопалов. – К.: ВПЦ «Київський університет». – 2011. - С. 479-483.
5. Жернов І.Є., Солдак А.Г., Куц П.Ю., Гриза О.О. Меліоративна гідрогеологія. К.: Вища школа, 1972. – С. 130-133.

Контрольні питання до теми 5:

1. Основні показники меліоративного стану зрошуваних земель.
2. Дайте визначення такому процесу, як засолення ґрунтів, що його може викликати.
3. Що являє собою осолонцювання ?
4. Що таке SAR? В яких одиницях визначається?
5. Вимоги до поливної води.
6. За рахунок яких процесів у поливній воді зростає рН і вміст «соди».
7. Які проблеми виникають при застосуванні для зрошення вод з підвищеною мінералізацією?

ТЕМА 6. Зміни гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов під впливом зрошення. Оцінка та протидія негативним явищам і процесам (6 год.)

Лекція 11. Закономірності змін гідрогеологічних умов. Режим мінералізації і хімічного складу ґрунтових вод на зрошуваних землях. – 2 години.

План лекції:

- **Інфільтраційне живлення ґрунтових вод;**
- **Витрата ґрунтових вод в зону аерації;**
- **Режим мінералізації і хімічного складу ґрунтових вод на зрошуваних землях.**

Інфільтраційне живлення ґрунтових вод і їх витрата в зону аерації. При невеликій глибині залягання ґрунтові води отримують інтенсивне іригаційне живлення в результаті фільтрації із земляних каналів (бокове) і зрошувальних вод (по площі, в більшій мірі – при поверхневому способі поливу, менше – при дощуванні), а також атмосферних опадів (стєпова зона). Одночасно ґрунтові води інтенсивно витрачаються в зону аерації. Утворюється своєрідний “вертикальний водообмін” ґрунтових вод з зоною аерації, який переважає у районах низької природної дренажності.

Живлення ґрунтових вод прийнято оцінювати за абсолютною і відносною величиною. Для відносної оцінки використовують *коефіцієнт інфільтрації*, що дорівнює відношенню води, яка просочилася до рівня ґрунтових вод, до водонадходження на поверхню ґрунту. Коефіцієнт інфільтрації виражають в долях одиниці або у процентах. Його доцільно визначати на основі натурних спостережень (вивчаючи вологоперенесення лізіметричним методом ті ін.).

Під *витратою ґрунтових вод в зону аерації* розуміють витрачання їх на поповнення вологозапасів порід цієї зони, на транспірацію рослинним покривом і на фізичне випаровування з поверхні ґрунту. Витрату, як і інфільтрацію, виражають в мм, см, м³/га (за добу, за місяць, за період вегетації, за рік).

Інфільтраційне живлення залежить від водонадходження на поверхню ґрунту і його розподілу по сезонах року, від сумарного випаровування і в значному ступені – від фільтраційних властивостей зони аерації та її потужності.

Умови інфільтрації опадів і зрошувальних вод у невегетаційний період сприятливі, так як послаблено випаровування, підвищується вологість і відповідно зменшується нестача насичення вологою зони аерації. Це сприяє просочуванню вологи, коефіцієнт інфільтрації підвищується. В період вегетації коефіцієнт інфільтрації зменшується, але тим не менше іригаційне живлення ґрунтових вод при поверхневому зрошенні залишається значним і кожний полив спричиняє підвищення їх рівня.

Витрати ґрунтових вод в зону аерації залежать від: кліматичних факторів, характеру рослинного покриву, глибини залягання рівня ґрунтових вод (зі збільшенням глибини витрата зменшується), капілярних властивостей порід зони аерації, зрошувальної норми, ступеня їх мінералізації.

Співвідношення між транспірацією рослинами і випаровуванням з ґрунту змінюється для різних видів від 2 до 25 (максимальне для люцерни).

З підвищенням мінералізації витрати зменшуються.

Режим мінералізації і хімічного складу ґрунтових вод на зрошуваних землях. Природний сольовий баланс створюється протягом тривалого часу. При інтенсивному низхідному русі води у зоні аерації порушується природна сольова рівновага : легкорозчинні солі з порід переходять у воду. Мінералізація іригаційно-ґрунтових вод збільшується порівняно з мінералізацією природних ґрунтових вод.

Режим мінералізації і хімічного складу ґрунтових вод найбільше значення має для районів низької природної дренажності. У формуванні взаємозв'язку сольового режиму ґрунтових вод і порід зони аерації можна виділити дві фази (за Н.І. Парфьоновою):

1) *перша фаза* – підйому рівня ґрунтових вод. Вона характеризується активним впливом первинного вмісту солей в породах зони аерації; розчинення і обмінні реакції сприяють підвищенню мінералізації ґрунтових вод в зоні підйому їх рівня і в глибше залягаючих водоносних шарах. Сольовий режим у породах зони аерації не залежить від хімічного складу ґрунтових вод, він визначається співвідношенням швидкостей інфільтрації і сумарного випаровування.

При комплексному ґрунтовому покриві з наявністю солонців в перші роки зрошення солі з верхньої двохметрової товщі не вимиваються. Припинення зрошення може викликати значний приріст солей, особливо в важких суглинистих і глинистих породах.

2) у *другу фазу* (після підйому і відносної стабілізації рівня) хімічний склад ґрунтових вод активно впливає на сольовий режим порід зони аерації: сольовий режим в них не залежить від початкового типу ґрунтів і ступеня їх засолення, він визначається співвідношенням швидкостей інфільтрації і сумарного випаровування ґрунтових вод. Вторинне засолення розвивається, якщо переважає сумарне випаровування.

В зрошуваних районах при високому заляганні ґрунтових вод (1...2 м) і підвищеній мінералізації відбувається накопичення солей в породах зони аерації хлоридно-сульфатного і сульфатного типів з переважанням в катіонному складі іонів магнію і натрію.

Зміни мінералізації і хімічного складу ґрунтових вод при зрошенні відбуваються в декілька стадій, характерних для гідроморфних умов ґрунтоутворення.

В межах районів з низькою природною дренажністю з підвищенням засоленості порід зони аерації в перші роки зрошення спостерігається збільшення мінералізації ґрунтових вод одночасно з підйомом їх рівня. *На першій стадії* переважаючими факторами росту мінералізації являються розчинення солей і реакції обміну. *На другій стадії*, після переходу в розчин основної кількості легкорозчинних солей в породах зони аерації, мінералізація знижується так як починається розведення ґрунтових вод прісними зрошувальними водами.

Третя стадія починається, якщо рівень ґрунтових вод знаходиться неглибоко від поверхні землі (менше 1,5..2 м): мінералізація їх збільшується

під впливом випаровування, солі концентруються в порових розчинах порід зони аерації і переміщуються в ґрунтові води під впливом інфільтрації поливних вод. *Наступне зниження мінералізації* можливе лише за допомогою штучного дренажу, посилення швидкості конвективного перенесення солей фільтраційним потоком (*четверта стадія*). Потім може наступити відносна стабілізація гідрохімічного режиму. Іноді, якщо швидкість руху ґрунтових вод дуже слабка, третя стадія наступає зразу ж після першої. Друга стадія зниження мінералізації розвивається з перших років зрошення у природних незасолених районах.

На зрошуваних землях з низькою природною дренажістю в зонах впливу зрошувальних каналів, колекторів (дрен), на поливних і неполивних ділянках, тобто на площах формування різних видів іригаційного режиму ґрунтових вод, зміни їх мінералізації і хімічного складу мають ряд особливостей. Звичайно чітко виражена мікрозональність мінералізації і хімічного складу. Мінералізація зростає від каналу до дрени.

На зрошуваних землях, дренажених горизонтальним дренажем, сезонні зміни мінералізації відбуваються на глибину, яка в три - п'ять разів перевищує глибину дрени.

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

1. Повторити з курсу «*Основи вологоперенесення в зоні аерації*» механізм процесу інфільтрації та його математичне представлення.
2. Вивчити особливості процесів інфільтрації та втрат вологи в зону аерації при дощуванні та поверхневому зрошенні. Замалювати діаграму (схему), що виражає співвідношення інфільтраційного живлення та втрат вологи, а також зміни коефіцієнта інфільтрації при дощуванні та поверхневому поливі.

Література:

1. Кац Д.М., Пашковский И.С. Мелиоративная гидрогеология. – М.: ВО «Агропромиздат», 1988. – С. 31-34, 49-52.

Лекція 12. Заходи з відновлення родючості засоленних ґрунтів. Оцінка ефективності експлуатації іригаційних систем за обсягами фільтраційних втрат – 2 години.

План лекції:

- **Заходи з відновлення родючості засоленних ґрунтів;**
- **Заходи з відновлення придатності води до поливу;**
- **Спрямоване регулювання режиму ґрунтових вод, як основне завдання експлуатації іригаційних систем;**
- **Оцінка ефективності експлуатації іригаційних систем, основні критерії стану й роботи іригаційних систем;**
- **Втрати води при зрошенні.**

Для запобігання та боротьби із засоленням ґрунтів застосовують комплекс агрохімічних та гідротехнічних заходів: вносять органічні речовини, виконують невегетаційні промивні поливи на фоні глибокого дренажу.

У сильно засолених ґрунтах іони соляних розчинів, гідратуючись, скорочують товщину водних плівок на мінеральних частинках. Пухкозв'язана вода у таких ґрунтах відсутня і міцнозв'язана вода може безпосередньо контактувати з капілярною. Звідси – скорочення кількості вологи, що може бути спожита рослинами і, відповідно, зменшення врожайності.

Внесені в ґрунт органічні речовини підвищують, на відміну від легкорозчинних солей, величину максимальної молекулярної вологемності збільшуючи корисні вологозапаси ґрунту.

Підготовка поливної води полягає у застосуванні різних способів зниження мінералізації та лужності поливної води.

Наприклад, підземні води повинні бути підігріті на сонці до температури 18-20 °С, для чого застосовують закриті резервуари або відкриті ставки.

Якщо немає альтернативи, поливні мінералізовані води опріснюють, переважно шляхом розведення, або додаванням реагентів. Опріснення поливних вод є не єдиним способом попередження процесів засолення та осолонцювання. Часто демінералізація пов'язана з високими фінансовими витратами. У таких випадках, шляхом застосування комплексу агротехнічних, агро меліоративних і гідромеліоративних заходів досягають прийняттого результату. Так, відомі численні випадки, коли при обмежених поливах і застосуванні хімічних добавок величини гранично допустимих концентрацій солей і загальної мінералізації були підвищені. При гарному дренажі представляється можливим використовувати води з мінералізацією 5-8 г/л. В Алжирі і Тунісі задовільні результати отримані при використанні для поливу вод з мінералізацією 10-12 г/дм³. Є ряд успішних експериментів по зрошенню деяких культур морськими водами (34-36 г/дм³) чи підземними з такою ж мінералізацією. У таких випадках, насамперед, варто визначитися з пріоритетними видами вирощуваних культур у сівозміні. До числа найбільш солестійких відносяться бавовна, ячмінь, цукровий буряк. Вони витримують (без втрат для врожаю) концентрацію солей у водяній витяжці з ґрунту до 4,5-5,1 г/дм³. Пшениця ярова, кормовий буряк, капуста, соя, люцерна відносяться до середніх за солестійкістю культур і починають пригнічуватися при вмісті солей 1,3-3,2 г/дм³ і вище.

У випадках, коли зниження мінералізації зрошувальної води – єдино можливий шлях її використання, застосовують реагентні і мембранні способи опріснення. Є досвід, у тому числі і сумний, використання мінералізованої хлоридно-сульфатної натрієвої води з водоймища Сасик. Для підготовки до поливу таку воду необхідно насичувати кальцієвими солями і нейтралізувати лужність сірчаною кислотою. До найбільш розповсюджених способів хімічної меліорації і реагентної підготовки води в таких випадках відносяться:

- внесення фосфогіпсу на поверхню ґрунту (близько 5 т/га);

- нейтралізація лужності сірчаною кислотою (20-30 г/м³) і внесення фосфогіпсу (CaSO₄·2H₂O) чи інших не утримуючих Na і Cl нетоксичних солей (Ca(HCO₃)₂) у поливну воду;

- внесення фосфогіпсу в поливну воду дозою 1,5-1,8 кг/м³.

Завдяки даним заходам загальна мінералізація води знижується з 1,5-3 г/л до 0,8-1,0 г/л, співвідношення натрію до кальцію – до одиниці, значення водневого показника з 8,3-8,8 до 6,5-8,0, цілком нейтралізується сода, істотно знижується процес осолонцювання ґрунтів, родючість ґрунтів і врожайність підвищуються.

Експлуатація іригаційних систем є одним з головних меліоративно-гідрогеологічних заходів щодо впливу на гідрогеологічні умови зрошуваних районів, який забезпечує спрямоване регулювання режиму ґрунтових вод і високу продуктивність сільськогосподарських земель. Експлуатація іригаційних систем крім іншого включає здійснення планового водокористування, дренажування неглибоко залягаючих або мінералізованих ґрунтових вод. Правильна експлуатація систем відвертає поверхневе заболочення і пов'язані з підвищення рівня ґрунтових вод підтоплення та вторинне засолення, бо усуваються причини, що викликають ці явища.

Неодмінною умовою правильного призначення меліоративно-гідрогеологічних заходів є оцінка природної гідрогеологічної обстановки зрошуваних масивів. Для визначення плану водокористування на основі режимних гідрогеологічних спостережень складають карти глибин залягання і мінералізації ґрунтових вод на початок вегетаційного періоду, а також графіки коливання рівня ґрунтових вод, за якими знаходять характер і амплітуду сезонних змін рівня. Користуючись графіками, призначають відповідний режим зрошення залежно від первинної фактичної глибини залягання ґрунтових вод.

На основі спостережень за режимом ґрунтових вод можна корегувати планові строки відкриття каналів для поливів і сумарні витрати води в системі.

При експлуатації іригаційних систем неминуcho відбуваються втрати води на фільтрацію, випаровування. Великі втрати води в системах, які свідчать про низьку технічну культуру будівництва й експлуатації цих систем, стають причиною підвищення рівня ґрунтових вод і несприятливого меліоративно-гідрогеологічного стану сільськогосподарських земель.

Основними критеріями стану й роботи іригаційних систем є коефіцієнти корисної дії мережі і використання води в системі, що визначаються обсягом непродуктивних втрат.

Втрати води при зрошенні можна поділити на три основних види: фізичне випаровування, фільтрацію (інфільтрацію), поверхневий стік (скиди). Кожен з видів втрат має за своїм походженням декілька різновидів.

Фізичне випаровування можна віднести до категорії неминучих, а деякі його різновиди є корисними, тому що створюють сприятливий мікроклімат на зрошуваних землях.

Втрати зрошувальної води на фільтрацію значною мірою неминучі як і фізичне випаровування, але вони набагато більші. Є два основних різновиди

фільтраційних втрат - у зрошувальних каналах та на зрошуваних полях. Абсолютна та відносна величина фільтрації на полях збільшується з сумарним надходженням на їх поверхню поливних та дощових вод, причому спостерігається критична величина сумарного водонадходження, при перевищенні якої фільтрація зростає у декілька разів, що пов'язано з перевищенням найменшої вологості ґрунтів всієї товщі зони аерації.

Скиди із каналів зумовлені невідповідністю режимів водоподачі та водозабору при малих руслових резервних ємностях. Стік із зрошуваних територій виникає в результаті штучного та природного дренажу ґрунтових вод, поверхневого відведення частини поливних та дощових вод.

Фільтраційні втрати відбуваються по-перше під час транзиту води від джерел зрошення по магістральних каналах;

по друге – під час розподілу води на зрошуваних ділянках, оскільки при використанні таких способів поливу як поверхневий, лиманне зрошення, неможливо точно дозувати кількість води;

по третє – за рахунок скидів.

Фільтрація з каналів. Перша стадія – насичення ґрунтів, що складають ложе каналу. Вода з каналу в ґрунт рухається під впливом гравітаційних сил і енергії, що виникає на межі поділу системи ґрунт – вода – повітря. Вода в ґрунті прямує вниз, хоч деяке місце належить боковому розтіканню; характер руху – струменистий. Ця стадія триває доти, поки фільтраційна вода рухається прямовисно, не наблизиться до верхньої межі капілярної кайми ґрунтових вод.

Друга стадія починається з моменту зімкнення фільтраційного потоку з капілярною каймою ґрунтових вод. Тут починає діяти “капілярний скид” (ефект Лебедева), завдяки якому відбувається живлення ґрунтових вод. Їх рівень починає підніматися, утворюючи горб на поверхні ґрунтових вод. Але між їх рівнем і фронтом просочування фільтраційного потоку з каналу залишається зона неповного насичення, що характеризується від’ємним тиском (зона вакууму). Внаслідок зближення двох зон повного насичення (низхідний рух фільтраційного потоку з каналу і зростання горба на поверхні ґрунтових вод) зона вакууму зникає і настає наступна стадія.

Третя стадія характеризується утворенням суцільного ґрунтового потоку. Тут мають місце три види витрат води: на підвищення рівня ґрунтових вод навколо каналу; на підземний стік до дренажних меж; на випаровування і транспірацію.

Перша і друга стадії фільтрації відбуваються без впливу ґрунтових вод, тому звичайно їх поєднують назвою вільної фільтрації; за часом вони значно коротші від третьої стадії.

Протягом третьої стадії рух води зазнає впливу підпору ґрунтових вод, а тому дістав назву підпертої фільтрації.

Живлення ґрунтових вод за рахунок фільтраційних втрат з каналу Дніпро-Кривий Ріг в перші роки його експлуатації складало 0,3-0,4 м/рік, при початковій глибині залягання рівня 3-10 м. Впродовж перших п’яти років після наповнення каналу утворився купол розтікання шириною 3 км. В зоні

впливу Північно-Кримського магістрального каналу та прилеглих до нього масивів зрошення рівень ґрунтових вод зріс за перші десять років на 0,7 -5 м.

Непродуктивні втрати води при поверхневому поливі за рахунок стоку, випаровування і глибокого просачування складають 27-43%.

Втрати з розподільчої мережі каналів залежать від характеру її одягу (облицьовки), періодичності роботи, виду ґрунтів, в яких закладено мережу, і від ступеню мутності зрошувальної води. В залежності від співвідношення цих факторів ККД змінюється в широких межах – від 0,4 до 0,9.

Якщо загальна кількість вологи, що надійшла в ґрунт перевищує певну межу, що визначається найменшою вологоємністю (або граничною польовою вологоємністю), то зайва вода інфільтрує крізь товщу зони аерації до ґрунтових вод, утворюючи *іригаційні втрати* і складаючи додаткове джерело живлення ґрунтових вод. Досягаючи природного рівня ґрунтових вод, інфільтраційна волога утворює *іригаційно-ґрунтові води*.

Наближення рівня іригаційно-ґрунтових вод до земної поверхні на певну глибину, яку називають **критичною**, зумовлює *різке збільшення випаровування з рівня ґрунтових вод*. Внаслідок цього зростання рівня уповільнюється або припиняється, але виникає процес відкладення солей у ґрунтово-рослинному шарі, що зумовлює **розвиток вторинного засолення**, - далі утворення солончаків і солонців. При продовженні підняття рівня (водний баланс залишається позитивним) відбувається заболочення земель. На зрошуваних землях засолення і заболочування відбувається майже одночасно, лише іноді заболочування випереджає засолення.

В зонах впливу каналів, ширина яких може досягати кількох кілометрів і більше, процеси заболочення та засолення ґрунтів виникають в першу чергу, особливо якщо не проводити необхідних меліоративних заходів. За даними спостережень, приріст рівня ґрунтових вод на зрошуваних територіях залежно від конкретних умов становить 0,5-1,5 і більше м на рік. Максимальною є швидкість підйому рівня в смузі впливу каналів на землях нового освоєння, звичайно 2,5...3 м і більше на рік.

Великі зрошувальні канали в земляних руслах, крім живлення ґрунтових вод, виконують також роль і **джерел їх місцевого напору**, оскільки підтримують їх рівень на високих позначках. Внаслідок цього амплітуди коливань рівня ґрунтових вод в зоні впливу каналів дуже значні.

Втрати на фільтрацію залежать також від характеру фільтрації: за умов вільної фільтрації вони зростають в кілька разів порівняно з підпертою.

Найбільша величина фільтраційних втрат має місце в земляних руслах в початковий період роботи каналів при утворенні куполів насичення або приканальних куполів ґрунтових вод. По мірі стабілізації приканального куполу, ущільнення русла каналу, природної його кольматації і за іншими причинами втрати води можуть значно знижуватися. А через деякий час після початку формування підпору від каналу настає рівновага у нових гідродинамічних умовах. Підпір, який буде мати місце у таких умовах має назву усталеного граничного підпору. Умови формування підпору залежить від рівня води в каналі та початкового середнього (природного) рівня ґрунтових

вод поблизу нього. Але при збільшенні рівня води в каналі, або весняному його наповненні знову виникають тимчасові фільтраційні втрати в береги. Постійні втрати на фільтрацію спостерігаються також поблизу гребель. Вони складаються з втрат через тіло греблі, під фундаментом та поза плечима греблі.

Завдання для самостійної роботи (1,5 год.):

1. *Розрахувати фільтраційні втрати з каналу на поповнення ґрунтових вод при підпертій фільтрації (за 4-ма варіантами завдань).*

Література:

1. Жернов І.Є., Солдак А.Г., Куш П.Ю., Гриза О.О. Меліоративна гідрогеологія. К.: Вища школа, 1972. – С. 30-31; 40-46, 98-111, 133-146.
2. Кац Д.М., Пашковский И.С. Мелиоративная гидрогеология. – М.: ВО «Агропромиздат», 1988. – С. 29-30.
3. Шевченко О.Л. Еколого-геологічні проблеми регіонів землеробства // Екогеологія України: навч. посібник.// Відпов. редактор академік НАН України В.М. Шестопапов. – К.: ВПЦ «Київський університет». – 2011. - С. 483-484.

Лекція 13. Принципи регулювання режиму ґрунтових вод на зрошуваних землях. Вплив зрошення на інженерно-геологічні умови території. – 2 години.

План лекції:

- **Принципи регулювання режиму ґрунтових вод;**
- **Вплив зрошення на інженерно-геологічні умови території;**
- **Іригаційна ерозія;**
- **Просадки;**
- **Іригаційні зсуви;**
- **Суфозійно-карстові процеси;**
- **Підтоплення.**

Регулювання режиму ґрунтових вод на зрошуваних землях повинне бути елементом загального комплексу меліоративних заходів, направлених на досягнення раціональної структури водного та сольового балансу. Тобто:

1. Регулювання режиму ґрунтових вод на зрошуваних землях викликане необхідністю створення сприятливого водного та сольового балансу, який забезпечуватиме мінімальний ризик підйому рівня ГВ та виникнення пов'язаних із цим негативних процесів (засолення, інженерно-геологічних процесів, зміни інженерно-геологічних властивостей ґрунтів).

2. Регулювання режиму ГВ зрошуваних територій базується на детальній характеристиці гідрогеологічних умов, на спостереженнях за природними рівнями та складом ґрунтових вод, що склалися до початку зрошення, на

розрахунках існуючого балансу та прогнозах найбільш можливих змін балансу іригаційно-грунтових вод.

3. Початку всіх способів поливу передує *оцінка території за ступенем дренаваності*, тобто за інтенсивністю бокового відтоку ґрунтових вод. Виходячи з неї, виконується *забезпечення площ дренажем*; лише для масивів з високою природною дренаваністю дренаж не потрібен.

4. Регулювання режиму ґрунтових вод на зрошуваних землях викликане *необхідністю зменшення непродуктивних втрат води*, тому скорочення іригаційного живлення ГВ необхідне при всіх гідрогеологічних умовах та всіх типах режиму ґрунтових вод.

5. Необхідність посилення відтоку ґрунтових вод *дренажем зберігається і після досягнення корінної меліорації земель* – розсолення ґрунтів і ґрунтових вод. В задачі дренажу входить попередження солонцюватості, підвищення лужності і накопичення нормальної соди в ґрунтах та ґрунтових водах.

6. Використання ґрунтових вод для зрошення дозволяє підвищити водозабезпеченість маловодних систем і знизити рівень ГВ.

7. Необхідний постійний контроль режиму і балансу ґрунтових вод та сольового режиму ґрунтів, а також контроль водоподачі та роботи дренажу, що забезпечується комплексом моніторингових досліджень.

Вплив зрошення на інженерно-геологічні умови території

Крім позитивних змін, пов'язаних із підвищенням родючості зрошуваних ґрунтів, під впливом окремих способів зрошення виникають несприятливі та загрозливі для роботи гідромеліоративних систем і навколишнього природного середовища зміни стану ґрунтів та інженерно-геологічні процеси. Вони обумовлюються трьома основними чинниками: *поверхневим стіканням, просочуванням поливної води, підйомом рівня ґрунтових вод*. Деякі зміни обумовлені комплексною дією цих факторів.

До несприятливих та небезпечних інженерно-геологічних процесів відносяться:

- іригаційна ерозія;
- просадки;
- суфозійно-карстові процеси;
- іригаційні зсуви;
- підтоплення зрошуваних та прилеглих земель.

Під впливом зрошення можуть відбуватись також *зміни мінералогічного складу глинистих ґрунтів* – утворення монтморилоніту з гідролюд внаслідок *гідратації*.

Іригаційна ерозія проявляється у вигляді площинного змиву та лінійної (яружної) ерозії. Найбільш інтенсивно цей процес розвивається в районах поширення лесових ґрунтів при значних нахилах поверхні, неправильному виборі способів поливу. Нерідко ерозія проявляється у комплексі з просадками.

Просадки на лесових ґрунтах досягають 2,5 – 3 м і більше. Основним заходом боротьби з осіданнями (для зменшення робіт з планування) є *попереднє замочування ґрунтів*. Для попередження просадок слід

застосовувати досконалу техніку поливу, та певну технологію планування поверхні.

Іригаційні зсуви виникають на природних схилах, складених переважно лесовими та глинистими породами. Зсуви розподіляються на опливини, опливи, зсуви-потоки, (результат підйому РГВ) і зсуви складної будови. Найбільш поширені зсуви-потоки, що утворюються в результаті просочування зрошувальних вод та підйому РГВ. Східчасті зсуви – результат підйому рівня ґрунтових вод. Основною причиною іригаційних зсувів є фільтрація з земляних каналів, надлишкова водоподача на поля, неприпустиме наближення границь зрошування до схилів та ін. Основні способи боротьби з цим явищем.

Суфозійно-карстові процеси виникають в лесових та інших ґрунтах в результаті розчинення солей водою, що фільтрується із земляних каналів і водосховищ та втрачається при поливах. В результаті утворюються пустоти, що на поверхні проявляються через конусоподібні воронки діаметром і завглибшки до 10-15 м. Методи попередження.

Підтоплення – це підвищення рівня ґрунтових вод і зволоження ґрунтів зони аерації, що призводить до порушення господарської діяльності на даній території, до змін ґрунтоутворчих процесів, фізико-хімічних властивостей ґрунтових вод, видового складу, структури і продуктивності рослинного покриву.

Загалом зони підтоплення підрозділяють на 3 підзони:

- сильного підтоплення з заляганням рівня ґрунтових вод, що наближається до поверхні і супроводжується процесом заболочування і засолення верхніх горизонтів ґрунту;
- помірного підтоплення із РГВ в межах від 0,3...0,7 до 1,2...2,0 м;
- слабого підтоплення із заляганням РГВ в межах від 1,2...2,0 до 2,0...3,0 м в гумідній та до 5,0 м в арідній зоні з процесами оглеювання і засолення нижніх горизонтів.

Попереджають підтоплення будівництвом дренажу, запровадженням протифільтраційних та інших заходів.

Завдання для самостійної роботи (1,5 год.):

1. Вивчити види та причини фільтраційних втрат.
2. Чим характеризується ефективність роботи зрошувальної системи?
3. Ознайомитись із методами визначення фільтраційних втрат.
4. Переглянути заходи щодо попередження та зменшення фільтраційних втрат з каналів.

Література:

1. Кац Д.М., Пашковський І.С. Меліоративна гідрогеологія. – М.: ВО “Агропромиздат”, 1988. – С. 55-62.
2. Защита орошаемых земель от эрозии, подтопления и засоления. Под ред. ей Т.Н. Хрусовой, К.: Урожай, 1991. – С. 3-102.
3. Шевченко О.Л. Еколого-геологічні проблеми регіонів землеробства // Екогеологія України: навч. посібник.// Відпов. редактор академік НАН

України В.М. Шестопалов. – К.: ВПЦ «Київський університет». – 2011. - С. 468-470, 476-493.

Контрольні питання до теми 6:

1. Вплив зрошення на інженерно-геологічні умови території.
2. Принципи керування водним режимом при зрошенні.
3. Які заходи включає експлуатація іригаційних систем?
4. Формування іригаційно-грунтових вод.
5. Назвіть види іригаційних зсувів.
6. Які виділяються рівні (підзони) підтоплення?
7. Назвіть основні чинники виникнення інженерно-геологічних процесів на зрошуваних площах.
8. Назвіть принципи регулювання режиму ґрунтових вод.

ТЕМА 7. Меліоративна гідрогеологія осушуваних земель. Осушувальні та осушувально-зволожуючі системи. Способи осушення і типи дренажу (6 год.)

Лекція 14. Осушувальні системи та системи двобічної дії. – 2 години.

План лекції:

- **Причини перезволоження земель;**
- **Норма осушення;**
- **Основні елементи осушувальних систем;**
- **Види осушувальних систем;**
- **Колекторно-улоговинні системи;**
- **Польдерні системи;**
- **Склад колекторно-дренажної мережі;**
- **Види закритого дренажу за розміщенням в плані;**
- **Комбінований дренаж;**
- **Безтраншейний дренаж.**

Головною причиною перезволоження земель є атмосферні опади. Більше половини опадів випадає в теплий період року, інколи у вигляді злив, що викликає надлишкове зволоження ґрунту. Для зони періодично перезволожуваних земель характерна велика різноманітність ґрунтового покриву - від сірих лісних ґрунтів і чорноземів опідзолених до дерново-карбонатних і торф'яно-болотних. До умов, що викликають перезволоження, крім атмосферних опадів, додається *слабка дренажність території*, нерівномірний розподіл поверхневого стоку по елементах рельєфу.

Виконання осушувальних робіт тісно пов'язано з визначенням **норми осушення**, під якою розуміють найбільш вигідні для тієї чи іншої культури межі коливання рівня ґрунтових вод, що забезпечують оптимальну вологість ґрунту, а також можливість проведення польових робіт. Норми осушення

встановлюються звичайно для окремих характерних періодів або фаз розвитку певної культури.

Осушувальна система складається з наступних основних елементів:

- 1) регулюючої мережі відкритих каналів та закритих дрен;
- 2) провідної мережі (водовідвідні й магістральні канали);
- 3) огорожуючої мережі – нагірні та ловчі канали;
- 4) водоприймача;
- 5) водорегулюючих споруд та пристроїв (шлюзи-регулятори, дюкери, насосні станції та ін.);
- 6) площі осушуваних земель.

Види осушувальних систем:

Осушувальні системи поділяються на такі види:

I. За характером дії на водний режим ґрунту:

- осушувальні системи односторонньої дії;
- осушувальні системи з попереднім шлюзуванням;
- осушувально-зволожувальні системи двосторонньої дії.

II. За способом відведення надлишкових вод з осушуваної території у водоприймач:

- самопливні;
- з машинним водопідйомом (польдерні системи);
- змішані.

III. За конструкцією:

- відкриті системи;
- закриті системи;
- комбіновані.

IV. За розміщенням, конструкцією і характером дії дренажних споруд на ґрунтові води:

- з горизонтальним дренажем;
- з вертикальним дренажем;
- комбіновані.

Серед сучасних меліоративних систем за характером дії на водний режим ґрунтів значно переважають осушувально-зволожувальні двосторонньої дії, за конструкцією – комбіновані.

Колекторно-улоговинні системи – меліоративні системи з улоговинами-колекторами, які відводять надлишкову воду переважно поверхневим стоком. Застосовується на важких ґрунтах, що перезволожуються головним чином поверхневими водами. Включає улоговини, що складаються з окремих відрізків-ланок з протилежними нахилами і прокладені під їх дном закриті трубчаті колектори, які сполучаються з улоговинами через поглинаючі колодязі. Для кращого відтоку води з площі між улоговинами, вона забезпечується поперечними до улоговин борознами. Надлишкові поверхневі води стікають в роз'ємні борозни та улоговини і через колодязі-поглиначі потрапляють в колектори і далі у водопровідну мережу.

До осушувально-зволожувальних систем відносяться *польдерні системи*. Польдери – це осушувані ділянки низьких узбережь морів, річок, захищені

дамбами від затоплення. Ці ділянки не обов'язково використовуються лише для сільськогосподарського виробництва. Пільдерні системи – території огорожені дамбами для попередження затоплення водами прилеглої річки і для акумуляції поверхневих вод розрахункової забезпеченості. На них виконується механізоване відведення води з осушуваної площі.

За конструкцією та впливом на гідрологічний режим меліорованої території пільдерні системи поділяються на *незатоплювані* (зимові) та *затоплювані* (літні). На незатоплюваних системах поверхневий і ґрунтовий стік з водозбірної площі, під час весняних повеней та літніх паводків, надходить через осушувачі, колектори і магістральний канал до насосної станції і перекачується у ставок, або за дамбу у скидний канал. Аналогічно відводиться надлишкова вода з пільдеру протягом всього вегетаційного періоду. В посушливий період року вода із ставка самопливом надходить у водопідвідний канал, далі, через регулятори в колектори і осушувачі, звідки фільтрує в ґрунт.

Затоплювані пільдери облаштовують в заплавах, де природня тривалість затоплення дуже велика і для вирощування культур необхідне її регулювання. Коливання рівня води в природному режимі відбуваються на пільдер і до тих пір, поки на спаді повені гребні дамб не вийдуть з під води, після чого насосна станція послідовно скидає поверхневу воду з окремих чеків, виділених на пільдери дамбами. На пільдери ах цього типу вирощують кормові трави.

Застосування пільдерів підвищує продуктивність заплавлених земель в 7-10 разів (з 0,5 до 5 т/га кормових одиниць).

Колекторно-дренажна мережа на осушуваних землях включає регулюючу і провідну відкриту і закриту мережу.

Регулююча відкрита мережа складається з каналів, закриті – виконується у вигляді закритих дрен-осушувачів або збирачів, кротового дренажу, щілинного дренажу. Як відкрита, так і закриті мережі збирають та відводять зайву воду до провідної мережі і призначені для управління водним режимом ґрунтів. Провідна мережа, що складається з магістральних каналів і закритих колекторів призначена для видалення або приймання води з дрен та їх скидання у водоприймач.

Види закритого дренажу за розміщенням у плані:

Систематичний (суцільний) дренаж представляє собою мережу паралельних дрен-осушувачів або збирачів, які закладені на порівняно однакових глибинах і рівних відстанях один від одного, без посилення їх дії агромеліоративними заходами. В залежності від трасування відносно горизонталей, дренаж може бути *поперечним* або *повздовжнім*.

Розріджений дренаж застосовується переважно для ділянок з досить випуклою поверхнею міждренних відстаней і представляє собою систему закритих паралельних дрен, відстань між якими перевищує звичайну нормативну відстань між осушувачами в систематичному дренажі. Часто використовується в комплексі із кротовим дренажем та агромеліоративними заходами.

Вибірковий дренаж, на відміну від розрідженого трасується по окремих пониженнях з надлишковою вологістю і в місцях виклинювання ґрунтових вод на поверхню. Застосовують в тих випадках коли масив, за виключенням окремих ділянок (западин, тальвегів і т.ін.) не вимагає осушення. Виконують у вигляді повздовжнього дренажу.

Для осушення надлишково зволених важких ґрунтів ефективним та маловитратним вважається застосування комбінованого дренажу з комплексом агро меліоративних заходів.

Комбінований дренаж представляє собою поєднання системи розріджених, а іноді і нормальних за густиною ліній трубчатих дрен з кротовим дренажем або кротуванням на меншій глибині, що сприяє підвищенню ефективності дії збирачів вологи.

Кротовий дренаж – мережа паралельних порожнин, які прокладено в товщі ґрунту на глибині більше 0,6-0,7 м з певним штучним або природнім нахилом. *Кротування* відноситься до числа агро меліоративних заходів і відрізняється глибиною закладання (0,3-0,4 м), меншим перерізом кротовин і відсутністю строго виражених нахилів.

Безтраншейний дренаж є одним з видів горизонтального трубчатого дренажу. Закладається у продавлені в ґрунті круглі порожнини або щілини за допомогою безтраншейних дрепоукладчиків. В залежності від технології закладання, а саме від типів робочих органів дрепоукладчиків, розрізняють кротовий, щілинний, щілинний з фільтруючою засипкою, v- подібний.

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

1. Вивчити (пригадати) типи боліт за характером живлення;
2. Розглянути принципи роботи систем з двобічним регулюванням водного режиму та їх складові частини. Замалювати схеми типових осушувальних систем.

Література:

1. Жернов І.Є., Солдак А.Г., Куц П.Ю., Гриза О.О. Меліоративна гідрогеологія. К.: Вища школа, 1972 – С. 199-233.
2. Мисик Г.А., Куликівський Б.Б. Основи меліорації і ландшафтознавства. К.: Фірма «Інкос», 2005 – С. 238-334.

Лекція 15. Зміни гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов перезволожених земель при осушенні. – 2 години.

План лекції:

- Особливості водного режиму порід зони аерації в гумідній зоні;
- Загальні риси змін режиму та балансу ґрунтових вод під впливом осушення;
- Основні критерії вибору ефективних методів і способів меліорації болотних масивів;
- Варіанти участі підземних вод у перезволоженні земель;

- **Режими ґрунтових вод в залежності від способу осушення територій;**
- **Категорії осушуваних земель за складністю гідрогеологічних умов.**

Для гумідної зони характерний тісний зв'язок режиму вологи з кліматичними факторами. Ґрунтам властивий промивний тип водного режиму, що визначає *значне інфільтраційне живлення* ґрунтових вод.

Найважливіші чинники, що визначають водний режим – атмосферні опади, сумарне випаровування, підживлення ґрунтовими водами. Умови інфільтрації визначає тепловий режим порід.

Загальні риси змін режиму та балансу ґрунтових вод під впливом осушення:

- збільшення РГВ;
- зміна вологообміну ґрунтових вод із зоною аерації внаслідок зниження РГВ і збільшення регулюючої ємності зони аерації;
- збільшення інфільтраційного живлення (внаслідок зменшення поверхневого стоку);
- збільшення стоку ґрунтових вод і зменшення поверхневого стоку;
- зростання швидкості спаду рівня ґрунтових вод після випадіння опадів і проходження паводків;
- збільшення підземного притоку до осушуваного масиву з боку прилеглих земель і як наслідок – зниження рівня ґрунтових вод на цих землях;
- збільшення притоку субнапірних, або напірних вод до ґрунтових вод (за наявності перетікання) внаслідок зниження рівня ґрунтових вод, поступове зниження п'єзометричних рівнів;
- зменшення витрат ГВ на випаровування та зміна витрат на транспірацію (змінюється сумарне випаровування);
- змінюється характер сезонних коливань рівня ґрунтових вод під впливом комплексу наведених причин при загальному збільшенні амплітуди сезонних та річних коливань РГВ.

При інтенсивному ґрунтово-напірному живленні, за рахунок збільшення ґрунтового стоку на 10% збільшується річковий стік.

В піщаних відкладах *ширина зони впливу на прилеглі землі* за різної інтенсивності осушення звичайно не перевищує 2...4 км.

При осушенні збільшується загальна мінералізація ґрунтових вод (в 2 рази). Можливе збільшення мінералізації ГВ і за рахунок збільшення перетоку напірних вод.

Вибір ефективних методів і способів меліорації болотних масивів, а також характер наступного освоєння меліорованих земель обумовлені *типом їх водного живлення* (напірно-ґрунтове, ґрунтове безнапірне, ґрунтове схилове, атмосферне, змішане, паводкове), *властивостями підстилаючих ґрунтів*, *якісними властивостями торфу* та його потужністю в осушеному стані, *розташуванням на місцевості* (вододіл, верхня, середня або нижня частина схилу, долина річки), *мінералізацією ґрунтових вод*, *ступенем заростання*, та ін.

Участь підземних вод у перезволоженні земель можна узагальнити до трьох типів схем:

- 1) підземні води не приймають участі у водному живленні земель;
- 2) в перезволоженні приймають участь лише ґрунтові води, що формуються в межах цих земель або на найближчій периферії;
- 3) в перезволоженні земель приймають участь міжпластові води і водоносні горизонти корінних порід, області живлення яких знаходяться за межами перезволожених масивів.

Способи осушення в свою чергу впливають на режим ґрунтових вод осушених земель. Розрізняють наступні режими ГВ в залежності від способу осушення територій:

- осушувальних самоплинних систем (коливання РГВ подібні з коливаннями РГВ на прилеглих землях, але з більшою амплітудою та більшої глибини);
- осушувально-зволожувальних систем із самоплинним відведенням води (періодичні підвищення рівня за рахунок поливів чи шлюзування);
- осушувальних або осушувально-зволожувальних систем з механічною відкачкою води (польдерні системи) (менша амплітуда коливань РГВ).

За складністю гідрогеологічних умов виділяють три категорії осушуваних земель: прості, середньої складності, складні (табл. 7.1).

Таблиця 7.1. – Категорії осушуваних земель за складністю гідрогеологічних умов (за Масловим Б.С.):

Оцінка складності умов	Геоморфологічні умови	Основні схеми геологічної будови	Характер підземних вод
Прості	Заболочені землі і болота на вододілах і схилах, на озерних і флювіогляціальних рівнинах	Однорідні породи	Верховодка
Середньої складності	Кінцево-моренний ландшафт, конуси винесення, западини на флювіогляціальних та моренних рівнинах	Двошарова будова розрізу	Ґрунтові
Складні	Заплави і дельти річок, кінцево-моренний ландшафт, болота в глибоких депресіях і в древніх улоговинах стоку	Багатшарова будова розрізу	Ґрунтові і напірні

За рахунок зниження рівня ГВ можливі просадки (на 1-2 м). Осушення мінеральних ґрунтів веде, як правило, до покращання їх фільтраційних властивостей за рахунок поліпшення аерації і активізації біологічних процесів. Збільшуються в 7...15 разів коефіцієнти фільтрації дренажних глинистих, суглинистих, дернових, дерново-глейових вилужених супіщаних та деяких інших ґрунтів внаслідок збільшення кількості великих вологопровідних пор. Зменшуються коефіцієнти фільтрації дерново-карбонатних, дерново-

підзолистих, торф'яних ґрунтів. Об'ємна вага торфу під впливом дренажу підвищується в 1,5-1,8 рази.

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

1. Яким чином можна визначити ширину зони впливу осушувальної системи на прилеглі землі;
2. Вивчити загальні риси змін режиму рівня та балансу ґрунтових вод під впливом осушення.
3. Вивчити характерні зміни хімічного складу ґрунтових вод під впливом осушення.

Література:

1. Кац Д.М., Пашковський І.С. Меліоративна гідрогеологія. – М.: ВО “Агропромиздат”, 1988. – С. 62-69.
2. Бут Ю.С., Наседкин І.Ю. Формирование баланса ґрунтових вод Полесья. К.: Наукова думка, 1981. – С. 3-45.
3. Козловський Б.І. Наукові основи моніторингу осушених земель. – Львів, 1995. – 184-188.

Лекція 16. Принципи регулювання режиму ґрунтових вод осушуваних земель. – 2 години.

План лекції

- **Принципи регулювання режиму ґрунтових вод осушуваних земель;**
- **Принципи розрахунку горизонтального дренажу.**

Принципи регулювання режиму ґрунтових вод осушуваних земель

1. Осушення не повинне призводити до значного порушення екологічних умов і в першу чергу до переосушення.

2. Режим ґрунтових вод осушуваних земель повинен базуватись на детальних г/г та інженерно-геологічних дослідженнях і прогнозах, результати яких визначають способи осушення.

Рекомендації регулювання режиму ГВ перезволожених земель:

1) Способи меліорації повинні бути диференційовані стосовно до різних гідрогеолого–меліоративних районів та генетичних типів режиму ГВ, що виділяються на основі водно-балансових та режимних досліджень. Особливо детального обґрунтування вимагають проекти осушення важких глинистих ґрунтів.

2) Комплекс меліоративних заходів повинен забезпечити норму осушення, що встановлюється для різних ґрунтово-кліматичних умов та видів культур. Для цього застосовують осушувально-зволожуючі системи.

3) Ефективність меліорацій перезволожених ґрунтів зростає при посиленні відтоку ГВ дренажем та одночасному скороченні їх живлення за рахунок прискорення відтоку атмосферних опадів, перехоплення та відведенням поверхневого стоку.

- 4) Застосування крім горизонтального дренажу комбінованого та вертикального дренажу.
- 5) Осушення перезволожених земель на вододілах недоцільне.
- 6) Експлуатація повинна спиратися на постійний контроль режиму рівня і хімічного складу ГВ, водного режиму ґрунтів та ін.
- 7) Контроль режиму ГВ необхідний і на прилеглих землях.
- 8) Проектування заходів та наступна експлуатація базуються на прогнозах:
 - а) впливу зниження РГВ на режим ГВ прилеглих масивів;
 - б) на стік річок;
 - в) зміни мінералізації;
 - г) вплив осушення на динамічні ресурси ПВ;
 - д) на взаємозв'язок з горизонтами що залягають нижче;
 - е) зміни фільтраційних та інженерно-геологічних властивостей торфовищ і мінеральних ґрунтів;
 - ж) інженерно-геологічних процесів;
 - з) на тепловий режим ґрунтів;
 - і) зміни РГВ і мінералізації в залежності від можливих річних змін кліматичних факторів для обґрунтування оперативних заходів;
 - к) змін мінералізації, хімічного складу дренажних вод.

Параметри дренажу гідромеліоративних систем потрібно призначати на основі фільтраційних та гідравлічних розрахунків дренажу та гідравлічних розрахунків руху води в дренах. В *результаті фільтраційних розрахунків* визначаються глибина закладання дрен і віддалі між дренами. На *основі гідравлічних розрахунків* руху води в дренах визначаються довжина дрен та їх ухил.

Гідравлічні розрахунки дренажних труб виконують вважаючи їх безнапірними при суцільному заповненні всього перерізу. При цьому приймається, що рух води в трубах рівномірний. Розрахунок може бути виконаний за формулою Шезі.

Критерієм для вибору відстані між дренами є час відведення (t , доба) певної кількості вологи (опадів), або, іншими словами, швидкість зниження рівня ґрунтових вод в середині між дренами

$$g_0 = \frac{P}{\mu t}, \text{ де } P - \text{річна кількість опадів, мм; } \mu - \text{коефіцієнт водовіддачі, } \%$$

д.о.

Кількість води, що відводиться за добу визначається співвідношенням:

$$P = 8,64 \cdot q, \text{ де } q - \text{модуль дренажного стоку.}$$

Модуль дренажного стоку є показником ефективності роботи закритого дренажу.

Питомий дренажний стік або модуль дренажного стоку може бути визначений трьома способами:

- 1) емпіричним;
- 2) з використання об'єктів аналогів;

3) розрахунковим.

Емпірична формула для визначення дренажного стоку має наступний вигляд:

$$q_e = \frac{hT}{26,8 + 1,5T}, \text{ (м}^3\text{/добу} \cdot \text{м)};$$

де h – діючий напір – різниця між рівнем ґрунтових вод в дрені та рівнем ґрунтових вод на міждренні, м;

T – водопровідність ґрунтів водоносної товщі, м²/добу.

Ефективність дії дренажу забезпечується густиною дренажу, що виражається через міждренну відстань. Найбільш ефективним буде водо пониження, якщо дрена досконала за характером розкриття шару.

Для досконалих дрен (розташованих на водотриві) застосовується формула:

$$B = H \sqrt{\frac{k}{\alpha P}}, \text{ де } B \text{ – половина відстані між дренами } \frac{L}{2}, \text{ м; } H \text{ – рівень}$$

ґрунтових вод у міждренному просторі, м; k – коефіцієнт фільтрації; P – шар опадів, мм/рік; α – параметр, що враховує вплив зазорів у стиках дрен на рівень ґрунтових вод між дренами, $\alpha=1$ для суцільно пористої дрени. Цей параметр характеризує підйом рівня ґрунтових вод при збільшенні відстані між стиками дрен і зменшенні зазорів в них.

$$P = \frac{2kH^2}{\alpha L^2}$$

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

1. Розглянути принципи формування балансу та основні елементи живлення ґрунтових вод Полісся.

2. Визначити міждренну відстань згідно наданих вхідних даних.

Література:

1. Кац Д.М., Пашковский И.С. Мелиоративная гидрогеология. – М.: ВО “Агропромиздат”, 1988. – С. 69-71.
2. Мисик Г.А., Куликівський Б.Б. Основи меліорації і ландшафтознавства. К.: Фірма «Інкос», 2005 – С. 260-275.

Контрольні питання до теми 7:

1. Осушувальні системи та основні способи осушення земель.
2. Види та складові елементи осушувальних систем. Основні способи осушення земель.
3. Види горизонтального дренажу на осушувальних системах. Принципи розрахунку горизонтального дренажу.
4. Розрахунки горизонтального дренажу (міждренних відстаней).
5. Осушувально-зволожуючі системи (в т.ч. польдерні).
6. Колекторно-улоговинні системи.
7. Типи режимів ґрунтових вод на осушуваних територіях.

8. Загальні риси змін режиму та балансу ґрунтових вод під впливом осушення.
9. Оцінка складності гідрогеологічних умов осушуваних земель.
10. Принципи керування водним режимом при осушенні земель.

Типове завдання модульної контрольної роботи № 1

Варіант 5

- 1 Кліматичні передумови розвитку меліорації в світі.
- 2 Перерахуйте відомі способи поливу (зрошення).
- 3 Охарактеризуйте процес засолення, за якою ознакою відрізняють солонці та солончакуваті ґрунти.
- 4 Типи природних режимів ґрунтових вод.

Контрольні запитання до змістового модуля I

- 1 Що вивчає меліоративна гідрогеологія?
- 2 Що таке меліорація земель?
- 3 Що таке меліоративна система? Основні типи меліоративних систем.
- 4 Що являють собою гідротехнічні меліорації (визначення поняття) ?
- 5 Визначення поняття “зрошувальна система”
- 6 Кліматичні передумови розвитку меліорації в світі.
- 7 Дайте визначення режиму зрошення.
- 8 Що таке вологозарядковий полив?
- 9 Що таке вологозарядковий полив та вегетаційний полив? Як визначається їх норма?
- 10 Що означає “помірний кліматичний пояс”, за яким критерієм його виділяють?
- 11 Переваги підґрунтового зрошення над іншими способами поливу
- 12 Дощування як спосіб поливу, його основні переваги та недоліки.
- 13 Що таке норма поливу і чим вона відрізняється від зрошувальної норми?
- 14 Типи гідрогеологічних умов за первинним положенням рівня ґрунтових вод на зрошуваних землях.
- 15 Які є види поливів (на протязі року), дайте визначення кожного?
- 16 Перерахуйте відомі способи поливу (зрошення).
- 17 За яким показником виділяють області (або зони) достатнього, недостатнього та незначного зволоження, як цей показник визначається?
- 18 Градація земель за коефіцієнтом зволоження.
- 19 Поняття та формула визначення середнього багаторічного коефіцієнту зволоження.
- 20 Градація суходолу планети за сумою активних температур
- 21 Охарактеризуйте складні гідрогеологічні умови зрошуваних земель.
- 22 Дайте визначення такому процесу, як засолення ґрунтів, що його може викликати
- 23 Об’єктивна природна передумова розвитку зрошення на Україні.

- 24 Які бувають фільтраційні втрати за характером (джерелами) надходження в ґрунтові води.
- 25 Як ви уявляєте собі мікрозрошення? Його переваги над іншими способами поливу.
- 26 Намалюйте чотири типи конструкцій каналів (в поперечному перерізі) та можливі лінії току фільтраційних втрат з каналів; з яких каналів фільтраційні втрати будуть найбільші.
- 27 Що таке полив затопленням? Основні негативні ефекти від його застосування.
- 28 Гідрогеологічні умови середньої складності.
- 29 Прості гідрогеологічні умови на масивах зрошення.
- 30 Дайте визначення режиму ґрунтових вод.
- 31 Полив по борознах, позитивні та негативні побічні ефекти його застосування.
- 32 Що таке вегетаційні поливи, наведіть формулу визначення норми вегетаційного поливу.
- 33 Вимоги до поливної води.
- 34 Дайте визначення іригаційно-ґрунтових вод. Які фактори визначають їх режим?
- 35 Охарактеризуйте процес засолення, за якою ознакою відрізняють солонці та солончакуваті ґрунти.
- 36 Типи природних режимів ґрунтових вод.
- 37 Класифікація земель за інтенсивністю дренажності.
- 38 Які три способи поливу виділяють при поверхневому зрошенні?
- 39 Категорії зрошуваних земель за рівнем залягання ґрунтових вод.
- 40 Охарактеризуйте дуже складні гідрогеологічні умови зрошуваних земель.
- 41 Полив напуском по смугах, позитивні та негативні ознаки
- 42 Науковий зміст меліоративної гідрогеології.
- 43 Дайте характеристику підґрунтовому зрошенню
- 44 Полив по борознах, позитивні та негативні побічні ефекти його застосування
- 45 Що таке вегетаційні поливи, наведіть формулу визначення норми вегетаційного поливу
- 46 Які кліматичні пояси та області (або зони) виділяються на території України, як це визначає застосування того чи іншого типу меліоративних систем?
- 47 Охарактеризуйте складні гідрогеологічні умови зрошуваних земель.
- 48 Основні показники меліоративного стану зрошуваних земель.
- 49 Класи води за мінералізацією і придатністю до зрошення.
- 50 Прості гідрогеологічні умови на масивах зрошення.
- 51 Дайте визначення осолонцюванню ґрунту.
- 52 За рахунок яких процесів у поливній воді зростає рН і вміст «соди».
- 53 Що таке SAR? В яких одиницях визначається?
- 54 Гідрогеологічні умови середньої складності.
- 55 Що таке лиманне зрошення, його переваги над іншими способами поливу?

- 56 Які проблеми виникають при застосуванні для зрошення вод з підвищеною мінералізацією?
- 57 Наведіть класифікацію земель за інтенсивністю дренаваності (за Кацом Д.С.)
- 58 Охарактеризуйте дуже складні гідрогеологічні умови зрошуваних земель.
- 59 Що таке критична і допустима глибина ґрунтових вод.
- 60 Що являє собою осолонцювання ?
- 61 Основні методи досліджень в меліоративній гідрогеології
- 62 Що значить “обмежено придатна” для зрошення вода
- 63 Колекторно-дренажна мережа зрошуваних земель.
- 64 Групи систем іригаційного дренажу за призначенням.
- 65 Розташування систем дренажів у плані.
- 66 Конструктивні типи горизонтальних дренажів.
- 67 Умови застосування горизонтального дренажу на зрошуваних землях.
- 68 Види вертикального дренажу та умови його застосування на зрошуваних землях.
- 69 Комбіновані дренажі, умови їх застосування.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. «ГІДРОГЕОЛОГО-МЕЛІОРАТИВНА ЗЙОМКА, ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ ТА МЕТОДИ ПРОГНОЗУ МЕЛІОРАТИВНОЇ ОБСТАНОВКИ»

Тема 8. Стадії проектування меліоративних систем. Методи гідрогеолого-меліоративних досліджень та прогнозів на стадії пошукових досліджень та проектування меліоративних систем (8 год.)

Лекція 17. Стадії проектування меліоративних систем. – 2 години.

План лекції:

- **Передпроектна стадія та стадії проектування;**
- **Склад пошукових робіт при зрошенні;**
- **Склад пошукових робіт при осушенні;**
- **Основні складові частини проекту меліоративної системи.**

Обґрунтування доцільності проведення меліоративних заходів виконується на передпроектних стадіях, а обґрунтування технічного типу та розробка проекту меліоративної системи – на стадіях проектування.

До робіт що передують проектуванню відносяться “Схеми комплексного використання земельних та водних ресурсів басейнів або інших територій” (вирішують загальні водогосподарські питання по районах або басейнах), техніко-економічні обґрунтування (ТЕО) та техніко-економічні розрахунки (ТЕР).

ТЕО складають для планування проектних робіт. В ньому дають порівняльну оцінку різних варіантів освоєння земель, економічну доцільність і

господарську необхідність проектування і будівництва інженерних споруд. Проводяться оглядові пошукові роботи.

В залежності від масштабів меліорованого масиву та технічної складності об'єкту проектування меліоративних систем та споруд здійснюється або в дві стадії – *технічний проект та робочі креслення*; або в одну (одностадійний проект) – *техно-робочий проект*.

В одну стадію складають проекти на будівництво або реконструкцію наступних об'єктів:

- меліоративних систем площею до 1500 га, що будуються у порівняно простих умовах;
- меліоративних систем площею до 300 га, що будуються в складних умовах;
- окремих каналів і гідротехнічних споруд з витратами води до 25 м³/с;
- ставків при висоті гребель до 8 м.

У всіх інших випадках проектування меліоративного будівництва проводиться у 2 стадії.

Склад пошукових робіт при зрошенні.

Передпроектна стадія – Схема (ТЕО). Уточнення планово-висотних даних місцевості, з'ясування загальних гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов масивів можливого зрошення для обґрунтування трас каналів і майданчиків споруд, вивчення фізико-механічних і фільтраційних властивостей порід і складання попереднього прогнозу режиму підземних вод і водно-сольового балансу, а також інженерно-геологічних процесів у зв'язку із зрошенням земель. На основі усіх цих даних складають гідрогеологічне та інженерно-геологічне районування територій в масштабі 1:500000.

Технічний проект. Дослідження виконуються на масивах, зрошення яких визнане доцільним в результаті попередніх досліджень на стадії ТЕО. Уточнюються гідрогеологічні та інженерно-геологічні умови земель і параметри порід, вивчається режим і баланс підземних вод, виконується необхідний комплекс польових і лабораторних досліджень. Уточнюється прогноз режиму підземних вод, водно-сольового балансу та інженерно-геологічних процесів. Складаються крупномасштабні карти (1:50000- 1:25000) гідрогеологічного та інженерно-геологічного районування. Виділяють площі, що не потребують дренажу. Виконуються розрахунки дренажу. Уточнюються ресурси підземних вод. Вивчаються інженерно-геологічні умови вибраних трас каналів і споруд.

Робочі креслення. Дослідження проводяться переважно для уточнення окремих питань гідрогеології та інженерної геології, пов'язаних з уточненням розташування і конструкції споруд і вирішенням інших питань, що виникають.

Одностадійний проект. Дослідження виконуються один раз і повинні представляти всі необхідні для проектування дані.

Склад пошукових робіт при осушенні.

Передпроектна стадія – Схема (або ТЕО) Дослідження повинні виявити г/геологічні та інж-геологічні умови перезволоження земель і типи їх водного

живлення. Складається дрібно або середньомасштабне районування (1:500000 – 1:200000), на основі якого вибираються масиви першочергового осушення.

Технічний проект. Пошукові дослідження проводяться на вибраних масивах першочергового осушення. Повинні бути детально охарактеризовані гідрогеологічні та інженерно-геологічні умови перезволоження земель, уточнені типи водного живлення їх і складені крупномасштабні карти районування. Складають прогноз змін режиму підземних вод на осушуваних і прилеглих землях. Виконуються розрахунки дренажу. Детально вивчаються інженерно-геологічні умови осушувальних каналів, колекторів, річок – водоприймачів, майданчиків споруд.

На стадії *Робочих креслень* в результаті додаткових досліджень уточнюються ті чи інші елементи гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов.

Сучасний проект меліоративної системи являє собою синтез трьох взаємопов'язаних частин :

1) меліоративно-водогосподарської, що включає в себе питання конструктивних рішень системи, меліоративно-водогосподарського будівництва, управління системою та її експлуатації;

2) екологічної, в якій розглянуто зв'язок технічної системи, що проектується з природною системою басейну, обґрунтовано питання охорони навколишнього середовища і природокористування в умовах експлуатації системи;

3) економічної, де викладено питання найбільш ефективного використання меліорованих земель і організації сільськогосподарського виробництва.

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

1. Для яких об'єктів проекти на будівництво або реконструкцію складають в одну стадію?
2. Чим відрізняються стадії технічного проекту при проектуванні зрошувальних і осушувальних систем?

Література:

11. Жернов І.Є., Солдак А.Г., Куш П.Ю., Гриза О.О. Меліоративна гідрогеологія. К.: Вища школа, 1972. – С. 160-172.
12. Кац Д.М., Пашковский И.С. Мелиоративная гидрогеология. – М.: ВО “Агропромиздат”, 1988. – С. 72-76.

Лекції 18, 19. Методи гідрогеологічних та інженерно-геологічних досліджень на меліорованих землях. – 4 години.

План лекції:

- Організація і проведення гідрогеолого-меліоративних досліджень;
- Гідрогеолого-меліоративна зйомка в степовій зоні – в районах перспективного та існуючого зрошення;
- Геоморфологічні дослідження;
- Гідрогеологічні спостереження;

- **Інженерно-гідрогеологічні спостереження;**
- **Розвідувальні роботи;**
- **Дослідні роботи;**
- **Вивчення водного балансу;**
- **Вивчення сольового балансу;**
- **Особливості гідрогеолого-меліоративної зйомки на масивах осушення.**

Гідрогеолого-меліоративні дослідження різної детальності проводять на стадіях ТЕО та Технічного проекту (техно-робочого проекту) з метою з'ясування природних умов, вибору перспективних для освоєння земель, обґрунтування меліоративних заходів та складання прогнозу змін гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов під впливом іригації або осушення земель.

Гідрогеолого-меліоративні дослідження складаються з комплексної гідрогеолого-меліоративної зйомки (дрібномасштабної при ТЕО і крупномасштабної на стадії Технічного проекту), розвідувальних та дослідних робіт, спостережень за режимом підземних вод, вивчення водного і сольового балансів, проведення лабораторних робіт (переважно на стадії Технічного проекту), а також з районування та гідрогеологічного і інженерно-геологічного прогнозування. Дослідження мають комплексний характер.

Основою досліджень *для проектування іригаційного будівництва* є меліоративно-гідрогеологічна зйомка, тобто комплексна гідрогеологічна зйомка з елементами інженерно-геологічного картування.

Підготовчі роботи. Збір картографічного матеріалу. Зібрати усі відомості про раніше зрошувані території в даному районі.

Мета зйомки полягає в геоморфологічному, геологічному та інженерно-геологічному вивченні території з точки зору будівництва й експлуатації зрошувальних систем, у складанні прогнозу зміни природних умов під впливом зрошення, а також в одержанні даних для раціонального проведення інших видів досліджень – розвідувальних, дослідно-фільтраційних, балансових і т.д.

Гідрогеолого-меліоративну зйомку проводять в масштабах 1: 200 000, 1 : 100 000, 1 : 25 000. Вибір масштабу зйомки обумовлюється стадією проектування і спрямованістю зйомки. Враховують також ступінь вивченості і складності району та розмір території. Проводять зйомку на топографічних картах більш детальних, ніж масштаб зйомки.

Гідрогеолого-меліоративна зйомка, залежно від її цілеспрямованості і природних особливостей території, яка підлягає картуванню, має деякі *особливості*: під час зйомки широко використовують *методи зйомки четвертинних утворень*.

На основі гідрогеолого-меліоративної зйомки складають: карту фактичного матеріалу; геоморфологічну і геологічну карти; літологічні карти поверхневих відкладів з поділом на товщі 0-2, 2-5, 5-10 м і глибше;

гідрогеологічні карти (гідроізогіпс і глибин залягання ґрунтових вод, гідроізоп'єз напірних вод та ін.); гідрохімічні карти (загальної мінералізації і хімічного складу); карти засоленості порід (для різних глибин); карти фільтраційних властивостей порід зони аерації і водонасичення.

Після аналізу й узагальнення матеріалів досліджень складають карту меліоративно-гідрогеологічного або гідрогеолого-меліоративного районування.

Геоморфологічні дослідження можуть мати такі завдання:

1) визначення морфогенетичного типу рельєфу, до якого приурочений масив зрошення (плато, річкова тераса, конус виносу, тощо);

2) опис і картування окремих форм рельєфу, які є в цьому морфогенетичному утворенні (яри; карстові воронки, поди та ін.)

3) характеристика сучасних рельєфоутворюючих процесів.

Гідрогеологічні спостереження. Під час гідрогеолого-меліоративної зйомки треба охарактеризувати такі питання, які мають принципово важливе значення для оцінки перспективного зрошення територій. До цих питань належать: умови залягання ґрунтових вод; умови живлення і розвантаження; напрям підземного стоку і форма вільної поверхні ґрунтових вод; умови відтоку за межі зрошуваної території; взаємозв'язок ґрунтових вод з поверхневими і глибокими підземними водами; хімічний склад ґрунтових вод і зміна його по вертикалі; режим ґрунтових вод. Особливого значення набувають спостереження за режимом ґрунтових вод. Для цього треба ще на початку закласти мережу свердловин.

Інженерно-гідрогеологічні спостереження, які проводяться під час меліоративно-гідрогеологічної зйомки, передбачають вивчення фізико-геологічних процесів і проявів, поширених на дослідній території.

Основними видами *розвідувальних робіт*, які проводять під час меліоративно-гідрогеологічних досліджень, є: проходка шурфів, розчистки та бурові роботи.

Гідрогеологічні свердловини призначені для визначення глибини і умов залягання ґрунтових вод. Їх заглиблюють у водоносну товщу настільки, щоб можна було вивчити склад водовмісних порід до регіонального водотриву.

Розташування розвідувальних виробок треба підпорядковувати розв'язанню конкретних задач. Розміщуючи свердловини, незалежно від їх призначення, треба керуватися такими вимогами.

1. Найменшою кількістю виробок треба охарактеризувати найбільшу різноманітність умов. Цього досягають розташуванням виробок вхрест простяганню порід і геоморфологічних елементів.

2. Густота розташування свердловин повинна відповідати ступеню складності геологічних умов, а також елементам, які можна показати на карті заданого масштабу.

3. Розвідувальні шурфи і свердловини по трасі каналів, які проектуються, треба розташовувати так, щоб дані розвідки можна було використати для всебічної (геолого-літологічної і гідрогеологічної) характеристики смуги

проходження траси магістрального каналу шириною 1 км і смуги розподільників шириною до 0,5 км.

Дослідні роботи в польових умовах проводять з метою отримання даних для наступних розрахунків витрат на фільтрацію, розрахунків дренажних споруд, створення прогнозу підвищення рівня ґрунтових вод під час зрошення, розрахунків іригаційних споруд. Основними видами польових дослідних робіт є:

- 1) визначення коефіцієнта фільтрації ґрунтів зони аерації водовмісних порід методами дослідних наливів у шурфи і відкачувань або наливів у свердловини;
- 2) вивчення гідравлічного взаємозв'язку між ґрунтовими й міжпластовими водами, які залягають нижче, проведенням "парних відкачок";
- 3) вивченням напрямку й швидкості течії ґрунтових вод в одиночних свердловинах (геофізичними методами) або на дослідних куцах свердловин;
- 4) дослідні польові інженерно-геологічні роботи (нейтронні та гамма-методи, динамічне і статичне навантаження тощо), які проводять для вивчення фізико-механічних характеристик ґрунтів, у тому числі просадочності, а також літологічного розчленування порід.

Для визначення коефіцієнту фільтрації у зоні аерації використовують результати дослідних відкачок і наливів у шурфи, а також спостереження за фільтрацією в монолітах у лабораторних умовах; для порід зони насичення здебільшого використовують дані дослідних відкачок.

Вивчення водного балансу. Експериментальне визначення елементів водного балансу на ділянках передбачає:

- 1) кількісне визначення більшості елементів водного балансу;
- 2) детальне вивчення кількісних зв'язків величин живлення ґрунтових вод у типових природних і водногосподарських умовах з гідромеліоративними і штучними факторами;
- 3) визначення головних елементів прибутку і витрат, та зв'язків їх з режимом ґрунтових вод, що потрібне для практичного регулювання водного балансу;
- 4) детальне дослідження процесу формування ґрунтових вод, балансу їх у типових природних і водногосподарських умовах.

Вивчення сольового балансу. Завданням польових досліджень сольового балансу є збір відомостей про надходження, швидкості нагромадження і шляхи міграції солей в межах районів існуючого і перспективного зрошення. Основним показником сольового балансу є зміна запасу легкорозчинних солей по вертикалі до глибини ґрунтових вод або на умовну глибину 1-5 м.

Особливості гідрогеолого-меліоративної зйомки на масивах осушення

Після проведення зйомочних і супутніх робіт складають карту гідрогеолого-меліоративного районування, яка служить основою для визначення необхідності поліпшення гідрогеологічних умов території і принципового напрямку меліоративних заходів боротьби із заболоченням.

Гідрогеолого-меліоративна зйомка в поєднанні з буровими, гірничопрохідницькими, дослідно-фільтраційними та іншими роботами

провадиться з метою вивчення: а) кліматичних умов і гідрологічних характеристик водотоків; б) геоморфологічних умов місцевості – особливостей будови річкових долин, вододілів, терас, схилів та впливу мікро- і макрорельєфу на заболочування території; в) геологічної будови – стратиграфії та літологічного складу порід, умов їх залягання, наявності місцевих і регіональних водоупорів, розвитку торфовищ тощо; г) гідрогеологічних умов – характеру водоносних горизонтів, особливостей їх живлення, розвантаження і режиму циркуляції, а також зв'язку між собою та поверхневими водами і, крім того, їх ролі в надмірному зволоженні території; д) фізико-геологічних процесів, їх характеру та приуроченості до тих чи інших ділянок району; причинного зв'язку з перезволоженням; е) фізико-механічних і фільтраційних властивостей літолого-генетичних типів ґрунтів.

За результатами гідрогеолого-меліоративної зйомки складають карти:

- фактичного матеріалу;
- геоморфологічних елементів і типів боліт;
- літолого-генетичних комплексів поверхневих відкладів;
- гідрогеологічну;
- гідрохімічну (загальної мінералізації і хімічного складу ґрунтових вод).

У масштабі зйомки складають узагальнену карту гідрогеолого-меліоративного стану території. На цій карті залежно від переважаючих ознак виділяють райони за умовами водного живлення та причинами заболочування, а також ділянки за геоморфологічними й літолого-генетичними особливостями.

Дослідні роботи на масивах перспективного осушення проводять з метою отримання даних для розрахунків закритого дренажу, складання прогнозів змін рівня ґрунтових вод при експлуатації осушувальних або осушувально-зволожуючих систем.

Основними видами польових дослідних робіт є:

- 1) визначення коефіцієнта фільтрації ґрунтів зони аерації водовмісних порід методами відкачувань із шурфів або свердловин;
- 2) вивчення умов живлення ґрунтових вод напірними шляхом проведення “парних відкачок”;
- 3) вивчення напрямку й швидкості фільтрації ґрунтових вод по одиночних свердловинах (геофізичними методами) або на дослідних кушах свердловин;
- 4) дослідні польові інженерно-геологічні роботи (нейтронні та гамма-методи, динамічне і статичне навантаження тощо), які проводять для вивчення фізико-механічних характеристик ґрунтів, у тому числі просадочності, а також літологічного розчленування порід.

Основною метою *інженерно-геологічних спостережень* є збір даних про особливості фізико-механічних і будівельних властивостей порід, характер фізико-геологічних процесів і досвід будівництва на території, яка досліджується. Інженерно-геологічними спостереженнями в польових умовах необхідно визначити якісні показники порід, яких не можна дістати лабораторними методами. До таких показників належать:

а) стійкість порід в укосах схилів котлованів, кар'єрів, каналів і т.п.; їх схильність до просадок, пучіння, набухання та пливунних явищ;

б) відношення порід до води - їх поведінка при зволоженні і висиханні; розмокання та розмивання;

в) вібносна міцність і стійкість порід у природному заляганні, наявність у їх товщі послаблених прошарків, що знижують стійкість ґрунтового масиву в цілому.

Під час меліоративно-гідрогеологічної зйомки боліт і заболочених земель *режимними спостереженнями* треба визначити:

а) загальні закономірності коливання рівня, температури і хімічного складу ґрунтових вод;

б) характер режиму першого міжпластового водоносного горизонту та його вплив на режим ґрунтових вод;

в) режим поверхневих водотоків і його взаємозв'язок з режимом болотних і ґрунтових вод;

г) режим існуючих дренажних споруд;

д) режим метеорологічних факторів (розподіл атмосферних опадів протягом року, зміни температури повітря тощо).

В результаті вивчення режиму ґрунтових вод повинні бути складені карти глибин залягання ґрунтових вод на різні періоди року та графіки коливання рівня ґрунтових вод у спостережних пунктах.

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

1. Вивчити складові водного та сольового балансу, а також методи визначення загального сольового балансу ґрунтів зони аерації і ґрунтових вод на зрошувальних системах.

Література

1. Жернов І.Є., Солдак А.Г., Куш П.Ю., Гриза О.О. Меліоративна гідрогеологія. К.: Вища школа, 1972. – С.162-197.
2. Кац Д.М., Пашковский И.С. Мелиоративная гидрогеология. – М.: ВО “Агропромиздат”, 1988. – С. 80-102.

Лекція 20. Гідрогеолого-меліоративне та інженерно-геологічне районування. Питання охорони природи в програмах досліджень. – 2 години.

План лекції:

- **Комплексне природно-меліоративне районування;**
- **Особливості гідрогеолого-меліоративного районування гумідної зони;**
- **Вимоги до досліджень з обґрунтування природоохоронних заходів;**
- **Склад досліджень;**
- **Перелік можливих природоохоронних заходів. Заходи на меліорованому об'єкті;**

- **Заходи на прилеглий території;**
- **Заходи щодо збереження земель;**
- **Заходи з охорони водного середовища.**

За результатами комплексної гідрогеолого-меліоративної зйомки, даними режимних спостережень та балансових розрахунків складають карти гідрогеолого-меліоративного районування територій перспективного або існуючого зрошення чи осушення. Крім цього, районування виконують при складанні та веденні меліоративного кадастру, еколого-меліоративного моніторингу, при розробці заходів щодо збереження і раціонального використання земельних та водних ресурсів.

Завдання районування, яке виконується для цілей меліорації (масштаб 1:200 000 – 1:25000 або крупніше) полягає у виділенні і розмежуванні площ з різними гідрогеолого-меліоративними (гідрогеолого-меліоративне районування) та інженерно-геологічними (інженерно-геологічне районування) умовами. Таким чином, *метою районування* є типізація території, або виділення однорідних площ (таксономічних одиниць) за типом (складністю) гідрогеолого-меліоративних або інженерно-геологічних умов, що передбачає певний перелік меліоративних заходів.

Комплексне природно-меліоративне районування включає дані про основні складові загальних природних умов та їх зміни під впливом меліорації, доповнюється елементами прогнозу і характеризує сучасний меліоративний стан зрошуваних (або осушуваних) земель та слугує обґрунтуванням заходів з раціонального використання земельних ресурсів та розвитку меліоративної служби.

Спочатку в дрібному або середньому масштабі (1:500 000; 1:200 000) виконується загальне природне районування, принципи якого для зрошуваних та осушуваних земель являються єдиними. Система таксономічних одиниць (від більших до менших): регіон – провінція – підпровінція – зона – область I порядку (типологічна) – область II порядку (регіональна або територіальна). Далі пояснюються критерії виділення всіх таксономічних одиниць.

На основі природного районування виконується спеціальне гідрогеолого-меліоративне, інженерно-геологічне і ґрунтово-меліоративне районування в більш крупному масштабі – 1: 100 000 – 1: 50 000 і більше. При крупномасштабному районуванні виділяють наступні одиниці: райони – в межах областей I і II порядку за елементами рельєфу, ділянки – в межах районів за ступенем складності гідрогеологічних, інженерно-геологічних і ґрунтово-меліоративних умов для різних видів меліоративного освоєння.

Ступінь складності може бути визначено на основі бальної шкали.

В цілому для району виконується комплексна оцінка *ступеню складності* гідрогеолого-меліоративних умов на стадіях проектування і експлуатації з висновками, або рекомендаціями про раціональне та ефективне освоєння території.

Основними показниками гідрогеологічних, інженерно-геологічних і ґрунтово-меліоративних умов прийняті бальні (рангові) оцінки параметрів.

Складність гідрогеологічних умов оцінюється за наступними параметрами (показниками):

- природна дренажність території;
- глибина РГВ;
- будова і потужність водоносної товщі;
- фільтраційні властивості верхнього шару;
- направленість режиму;
- баланс;
- мінералізація і гідрохімічний тип ґрунтових вод;
- фільтраційні властивості розподільчого шару.

До основних показників інженерно-геологічних умов території, що визначають складність її меліоративного освоєння, відносяться особливості інженерно-геологічної будови порід зони активного вологообміну, характер рельєфу, його розчленованість і крутизна схилів, просадочність лесових утворень, характер прояву та інтенсивність розвитку інженерно-геологічних процесів, умови обводненості порід. Розвиток негативних, з точки зору сільськогосподарського освоєння території, інженерно-геологічних процесів характеризується *коефіцієнтом вразливості* в балах.

На основі оцінки гідрогеологічних, інженерно-геологічних і ґрунтово-меліоративних умов розраховується сумарний бал, за яким виділяють 5 категорій складності території: проста, ускладнена, середньої складності, складна, дуже складна.

Для оцінки території з точки зору проектування меліоративних систем використовуються всі показники гідрогеологічних, інженерно-геологічних, ґрунтово-меліоративних умов, а для територій з вже діючими зрошувальними системами оцінка меліоративного стану виконується за провідними показниками: критичною глибиною і хімізмом ґрунтових вод, засоленістю ґрунтів, інтенсивністю ґрунтових і інженерно-геологічних процесів і ступенем враженості ними території.

Аналіз бальних оцінок дозволяє зробити висновок за рахунок яких параметрів можливе покращення умов.

Особливості гідрогеолого-меліоративного районування гумідної зони.

Природно-меліоративні процеси в гумідній зоні більш динамічні, в більшій мірі залежать від впливу зовнішніх режимоутворюючих факторів. Перехід від дрібно-середньомасштабного районування до крупномасштабного може бути здійснений шляхом вибору на основі загального районування еталонних (репрезентативних) об'єктів, по яких узагальнюються умови певного регіону або його частини. Далі крупномасштабне районування виконується для кожної з цих еталонних систем.

Особливістю районування в гумідній зоні для всіх масштабів є те, що одним з основних показників є тип водного живлення перезволожених земель (включений у склад характеристик підпровінції).

Для оцінки меліоративного стану осушуваних земель використовують наступні показники:

- технічний стан осушувальної системи;

- водний режим ґрунтів;
- культуртехнічний стан осушуваних земель;
- ступінь родючості ґрунтів.

Значення показників оцінки мають якісну (в трьох градаціях : добра, задовільна, незадовільна) та кількісну (в балах) характеристики.

Природоохоронні заходи. Для попередніх висновків щодо проведення спеціальних вишукувань або впровадження додаткових заходів в ТЕО включають інформацію про водний баланс об'єкта меліорації і прилеглої території, гідрологічну і гідрохімічну характеристики водойм, водотоків, ґрунтових і поверхневих вод, відомості про стан ґрунтів на досліджуваній і прилеглій площі з врахуванням можливих змін при меліорації; оцінку можливості і доцільності використання для зрошення дренажних та стічних вод.

В разі наявності передумов до заболочення, засолення або підтоплення населених пунктів передбачають заходи, що попереджають ці процеси – боротьбу з фільтрацією з каналів, водосховищ, штучне дренування то що.

Родючі ґрунти є дуже важливою ланкою у забезпеченні людини необхідними продуктами. Від їх стану та буферних властивостей в значній мірі залежить якість продукції та загальний екологічний стан середовища. Особливо важливим є питання охорони найбільш родючих ґрунтів – черноземів. При збалансованому внесенні мінеральних та органічних добрив відбувається збільшення вмісту гумусу в ґрунті за рахунок зростання його частки в колоїдній і передколоїдній фракціях мулу переважно в нижніх горизонтах ґрунтового профілю.

Якість зрошувальної води повинна витримуватись за вимогами для першої категорії (придатна).

Природоохоронні заходи розподіляються на дві великі групи: *заходи в межах меліоративної системи і заходи на прилеглій площі*. Вони розрізняються за цільовим призначенням.

Заходи на меліорованому об'єкті направлені, в першу чергу, на покращання (водно-повітряних властивостей ґрунтів, рівневого режиму ґрунтових вод), і в другу чергу – на збереження природних компонентів ландшафту (збереження торфу, окремих дерев і т.ін.). Так, для збереження осушених торфо-болотних земель їх слід використовувати лише під луки або пасовища. При цьому малопотужні торфи можуть використовуватись лише під луки з багаторічними травами і перезалуженням не частіше одного разу на 10 років.

Заходи на прилеглій території направлені в першу чергу на збереження природних ландшафтів, фітоценозів, умов гніздування птахів, збереження торфовищ, режиму відкритих водойм та водотоків тощо.

В меліоративному проектуванні повинне бути обов'язковим врахування природних ландшафтних границь.

Як на меліорованих так і на прилеглих землях під охороною знаходяться водні ресурси, які слід захищати від виснаження, забруднення і погіршення режиму.

Охорона вод на зрошувальних системах досягається за рахунок:

- раціональної системи зрошення і водоподачі, що виключає або різко зменшує непродуктивні втрати зрошувальної води;
- впорядкованим скидом води з каналів, рисових систем і колекторно-дренажної мережі;
- обладнанням дренажу;
- повторним використанням дренажних вод для зрошення;
- штучним поповненням запасів підземних вод.

Комплексне еколого-меліоративне обстеження меліорованих земель за єдиною методикою, обґрунтування захисних заходів від шкідливої дії води, накопичення і систематизацію зібраної інформації в базі даних і використання апробованих систем захисту та реабілітації при виникненні аналогічних ситуацій дозволяє здійснювати еколого-меліоративний моніторинг.

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

1. *Ознайомитись із принципами гідрогеолого-меліоративного районування за Ткачук В.П. та еколого-меліоративного районування.*

Література :

1. Жернов І.Є., Солдак А.Г., Куш П.Ю., Гриза О.О. Меліоративна гідрогеологія. К.: Вища школа, 1972. – С. 46-63.
2. Кац Д.М., Пашковский И.С. Мелиоративная гидрогеология. – М.: ВО “Агропромиздат”, 1988. – С. 77-78;102-108.
3. Шевченко О.Л. Еколого-геологічні проблеми регіонів землеробства // Екогеологія України: навч. посібник.// Відпов. редактор академік НАН України В.М. Шестопалов. – К.: ВПЦ «Київський університет». – 2011. - С. 525-533.

Контрольні питання до теми 8:

1. Стадії проектування меліоративних систем та вимоги до гідрогеологічних досліджень.
2. Гідрогеолого-меліоративна зйомка на масивах перспективного зрошення.
3. Вивчення режиму ґрунтових вод при гідрогеолого-меліоративних дослідженнях (на осушуваних і зрошуваних територіях)
4. Вивчення водного балансу меліорованих територій.
5. Особливості гідрогеолого-меліоративної зйомки на осушуваних територіях.
6. Які види включають дослідні роботи.
7. Принципи та методика гідрогеолого-меліоративного районування.
8. Гідрогеолого-меліоративне районування масивів зрошення.
9. Гідрогеолого-меліоративне районування осушуваних земель.
10. Питання охорони природи в програмах гідромеліоративних досліджень.

Тема 9. Процеси фільтрації та міграції солей в породах у зв'язку з прогнозом їх водного та сольового режиму. (4 год)

Лекція 21. Основні закономірності розчинення та накопичення солей в ґрунтах. Особливості формування іонно-сольового режиму іригаційно-ґрунтових вод. – 2 години.

План лекції:

- **Розчинення і осадження солей з розчину;**
- **Добуток розчинності;**
- **Процеси міграції солей; дифузійне перенесення речовини;**
- **Конвективне перенесення;**
- **Механізми накопичення солей в ґрунтах.**

Внаслідок обміну речовиною та енергією, між трьома фазами верхньої частини земної кори (ґрунт, солі-вода-повітря) через певний час встановлюється рівновага.

Розчинення або випадіння солей з розчину демонструють відсутність рівноваги і визначаються фізико-хімічними законами, в основі яких лежать закони термодинаміки.

У розчин катіони і аніони переходять не у вільній формі, а у вигляді комплексів, пов'язаних з молекулами H_2O . Серед солей виділяють *сильні електроліти*, молекули яких у воді дисоціюють на іони повністю і поведінка яких у розчині залежить від присутності і концентрації інших іонів.

Сполуки (солі), які у воді дисоціюють тільки частково, називають *слабкими електролітами*. Вони кількісно характеризуються *ступенем дисоціації*.

Чим менший ступінь гідролізу електроліту та чим більше розбавлення розчину, тим менший вплив одного іону на інший. Для нескінченно розведених розчинів *концентрація (С)* іонів не залежить від взаємного впливу інших іонів і називається *активністю (а)*, тобто $C=a$.

Мірою розчинності речовини в тому чи іншому розчиннику є концентрація її насиченого розчину. Ряд солей за ступенем розчинності представляється наступним чином (г/дм³): $CaCl_2$ – 731,9, $MgCl_2$ – 558,1, $NaCl$ – 358,6, $MgSO_4$ – 353,3, $MgCO_3$ – 193,9; Na_2SO_4 – 168,3; $CaSO_4$ – 2,01; $CaCO_3$ – 0,013.

Наявність солей у ґрунтовому розчині створює величезний вплив на умови життєдіяльності рослин, впливає на водний режим ґрунту, його, його фізико-хімічні і гідрофізичні властивості. Найбільш шкідливими для рослин є солі $NaCl$, Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , $MgCl_2$, $MgSO_4$ і $CaCl_2$.

Швидкість розчинення солі залежить від багатьох факторів – температури, тиску, але головним чином – *від умов контакту солі і розчину* і можливості відводу порцій насиченого розчину і заміни їх новими. Далі наводиться кінетичне рівняння розчинення солей.

Розчинність твердих речовин при постійних температурі та тиску є величина постійна в даному розчиннику і визначається *добутком розчинності*, що представляє собою добуток молярних концентрацій іонів даної речовини в насиченому розчині. Правило добутку розчинності справедливе лише для

слаборозчинних речовин. У відповідності до закону діючих мас, розчинність речовини ($AB \leftrightarrow A+B$) регулюється константою рівноваги.

Крім гідратованих іонів, у розчинах можуть знаходитися розчинні неелектроліти (цілі молекули), неполярні гази, колоїди і т. ін.

Дифузійне перенесення речовини.

Протікання дифузії в розчині або на границі твердої і рідкої фаз обумовлене градієнтом або різницею концентрацій окремих елементів та їх сполук в суміжних об'ємах.

Інтенсивність молекулярної дифузії кількісно оцінюється швидкістю дифузії, яка дорівнює кількості речовини, що проходить за деякий проміжок часу через поперечний переріз в умовах, коли різниця концентрацій речовини на відстані h рівна C (перший закон Фіка):

$$N = -DS \frac{dC}{dh} \quad (9.1)$$

де N – кількість речовини, що дифундує, г/с; S – площа перерізу дифузійного потоку, см^2 ; h – довжина шляху перенесення; D – коефіцієнт дифузії, $\text{см}^2/\text{с}$, який визначається кількістю речовини, що дифундує через одиницю поверхні при градієнті концентрації dC/dh рівному 1.

На відміну від вільного розчину при дифузії в пористому середовищі середній шлях що проходить молекула дуже відрізняється від прямої. Тоді:

$$D = \frac{D_m n}{\chi}, \quad (9.2)$$

де D_m – коефіцієнт молекулярної дифузії; n – пористість; χ – звивистість, значення якої знаходиться в межах 1,21...1,57.

При неповному насиченні порід водою замість пористості слід поставити об'ємну вологість:

$$D = \frac{D_m \theta}{\chi'} \quad (9.3)$$

Звивистість в даному випадку буде більшою, ніж при повному насиченні, оскільки міграція речовини буде відбуватись по тонких плівках, що охоплюють частинки породи.

Конвективне перенесення у фільтраційному потоці.

Основну роль у перенесенні речовини у водообмінних системах відіграє її механічне перенесення потоком води, що фільтрується крізь породу. Дійсна швидкість перенесення U пов'язана із швидкістю фільтрації v наступним співвідношенням:

$$U = \frac{v}{n_a} \quad (9.4)$$

де n_a – активна пористість, що визначає частку пор, які сполучаються між собою.

Для врахування сорбції вводять поняття ефективної пористості n_e , яка дещо більша за активну, оскільки враховує загальну місткість породи по відношенню до речовини. Ефективна пористість визначається з рівняння:

$$n_e = n_a + \frac{C_{me}}{C_p} \quad (9.5)$$

Інша важлива особливість перенесення речовини в потоці – розмазування її фронту. В однорідному пористому середовищі цей процес, що називається *мікродисперсією*, відбувається в результаті молекулярної дифузії, але головним чином, - в результаті нерівномірності локальних швидкостей течії рідини. Процес підпорядковується закону Фіка, але ефективний коефіцієнт дифузії D замінюють коефіцієнтом мікродисперсії D' :

$$D' = D + \delta_1 v \quad (9.6)$$

де δ_1 – структурний параметр, який має розмірність довжини і відповідає приблизно розміру однієї шпарини. (приблизно $3 \dots 7 \cdot 10^{-4}$ м для пісків і $1,6 \dots 3 \cdot 10^{-3}$ для супісків). Враховувати мікродисперсію слід тоді, коли $\delta_1 v$ стає співставимим з коефіцієнтом дифузії, тобто при $v > 10^{-2}$ м/добу.

Рівняння міграції солей розраховують на основі балансу їх маси. При цьому приріст витрат маси якого-небудь іону в одиниці об'єму породи або розчину прирівнюють до змін його вмісту в цьому об'ємі. Оскільки інтенсивність перенесення солей визначається сумою конвективної $q_1 = vC$ і дифузійної $q_2 = -D \frac{dC}{dx}$ витрат, при $v = \text{const}$ отримаємо рівняння конвективної дифузії для насичених порід:

$$\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - v \frac{\partial C}{\partial x} = n_e \frac{\partial C}{\partial t} \quad (9.10)$$

Накопичення солей в ґрунті відбувається завдяки поглинаючій здібності ґрунтів. *Поглинаюча властивість дисперсних порід* обумовлюється наявністю адсорбційних сил, пов'язаних з електричним зарядом поверхні частинок.

Система, що включає частинку і адсорбційний шар називається *поглинаючим, або обмінним, комплексом* (ПК), а процеси, що відбуваються при контакті частинки з розчином – *катіонним обміном*.

Здатність катіонів до обміну зростає із зменшенням їх валентності.

Поглинаюча здатність ґрунтів характеризується *ємністю поглинання*, тобто кількістю адсорбованих катіонів, що приходяться на 100 г породи. Чим більша дисперсність породи тим більша її питома поверхня і відповідно – ємність поглинання. Але поглинання здійснюється не лише зовнішньою поверхнею, тобто шляхом *адсорбції*, якась частина катіонів вилучається з розчину шляхом *абсорбції*. Останній процес значною мірою забезпечується колоїдами водонасиченої зони ґрунту, для яких характерна наявність внутрішньої поверхні міжпакетних просторів. Колоїди складаються з органічних, мінеральних і органо-мінеральних сполук.

Між іонами розчину і поглинаючого комплексу встановлюється рівновага, яка визначається ізотермою сорбції. Для описання сорбції в загальному вигляді використовують ізотерму Ленгмюра, яка визначає вміст катіонів в поглинаючому комплексі ґрунту (C_2) в залежності від їх концентрацій в поровому розчині (C_p):

$$C_e = \frac{KC_p}{(1 + bC_p)} \quad (9.11)$$

де K і b – емпіричні константи. Якщо для певного діапазону концентрацій приймати $b=0$ (ізотерма Генрі), то параметр K набуває значення коефіцієнту розподілу.

Завдання для самостійної роботи (3 год.):

1. Законспектувати або підготувати реферат про метод визначення коефіцієнту конвективної дифузії та параметру Пекле. Вирішити приклад.

Література:

1. Горєв Л.Н., Пелешенко В.І. Меліоративна гідрохімія. К.: Вища школа, 1984. – С. 22-142.

11. Кац Д.М., Пашковский И.С. Мелиоративная гидрогеология. – М.: ВО “Агропромиздат”, 1988. – С. 108-113; 133-137.

Лекція 22. Прогнозування мінералізації ґрунтових і дренажних вод. - 2 години.

План лекції:

- **Визначення норми промивки при розсоленні земель**
- **Прогнозування мінералізації дренажного стоку балансовим методом**
- **Прогнозування мінералізації дренажних вод стрічках току**

У зв'язку з обґрунтуванням меліоративних проектів, слід виділити дві найбільш важливі задачі. Це – обґрунтування промивок засолених земель і прогнозування мінералізації дренажного стоку. В першому випадку необхідно обґрунтовувати промивні норми і режим промивок, з'ясувати, чи можливо проводити промивки без штучного дренажу, а якщо він необхідний, то обґрунтувати необхідну його глибину і густоту. У другому випадку висновок гідрогеолога потрібен для обґрунтування можливості утилізації дренажного стоку або, якщо це неможливо, скиду його в глибокі горизонти. У зв'язку з цим встановлюють динаміку мінералізації дренажних вод у часі і на цій основі дають рекомендації.

Промивки засолених земель. Мета промивки засолених земель – боротьба з первинним засоленням і попередженням вторинного засолення при близькому рівні ґрунтових вод. В задачу розрахунків входить обґрунтування поливних норм, режиму подачі води і тривалості процесів опріснення. Успіх промивок багато в чому залежить від умов відводу мінералізованої води, які визначаються гідрогеологічними умовами.

При глибокому заляганні ґрунтових вод зона аерації нижче шару, який потрібно промити, може бути достатньо великою для того, щоб вмістити об'єм поданої для промивки води. В цьому випадку динаміка промивки буде залежати лише від умов промачування початково сухої зони. При затопленій поверхні швидкість інфільтрації змінюється в часі згідно формулі С.Ф. Авер'янова:

$$v = k_{\phi} \left(1 + 0,6 \sqrt{\frac{\mu_o H_{\kappa} + 1,4 h_o}{k_{\phi} t}} \right), \quad (9.12)$$

Ця формула справедлива при інфільтрації у початково сухий ґрунт при тому, що рівень води на поверхні складає h_o . Швидкість інфільтрації стає постійною тільки через деякий час

$$t > \frac{10 \mu_o H_{\kappa}}{k_o}$$

Для пісків цей час незначний, але для супісків та суглинків складає десятки й сотні діб. Відповідно, об'єми промивки визначатимуться з формули:

$$V = k_o \left(t + 1,2 \sqrt{\frac{t(\mu_o H_{\kappa} + 1,4 h_o)}{k_o}} \right) \quad (9.13)$$

Якщо рівень ґрунтових вод залягає близько від поверхні, ємність зони аерації може виявитись недостатньою для об'єму води, яка подається на промивку, і фільтрація буде відбуватись при підпертому режимі. Відтік за межі шару, що промивається буде залежати від умов дренажу території і у зв'язку з цим характеризуватись суттєвою нерівномірністю за площею. В загальному випадку, для прогнозування швидкості фільтрації в таких ситуаціях слід використовувати моделювання за схемою плаского в розрізі потоку.

За умов надходження в поруду води з концентрацією C_o , яка менша ніж концентрація насичення C_n , буде відбуватись розчинення солей і винесення їх з потоком, що фільтрується. Згідно теорії Верігіна Н.Н., при цьому формуються три зони:

Зона А – прилягає до вхідного перетину і охоплює ділянку, де солі повністю винесені $N = 0$, а $C = C_o$;

Зона Б характеризується процесом розчинення солей; тут відбувається поступове збільшення концентрації від C_o до C_n і, відповідно, – вмісту солей в твердій фазі від 0 до N_n (початкове засолення);

Зона В характеризується вихідним станом: $N = N_n$, $C = C_n$.

Спочатку зона А відсутня. Для її виникнення необхідний деякий час t_o , який визначається швидкістю переходу твердих солей у розчин. З часом зона А збільшується, а зона Б залишається постійною і зміщується вниз. Розміри цих зон і швидкість пересування залежать від швидкості фільтрації та її зміни в часі. Час t_o , за який у вхідному перетині (біля поверхні землі) солі з початковою концентрацією N_o повністю розчиняться і будуть винесені з ґрунту, визначається за формулою Верігіна Н.Н.:

$$t_o = \frac{N_o}{\gamma(C_n - C_o)}, \quad (9.14)$$

Цей час, навіть для слабозрочинних сполук порівняно малий. Для розрахунку за даною формулою необхідно перевести вміст солей з розмірності % / г сухої ваги поруди, а також їх концентрацію в розчині (г/дм³) до

однакових одиниць. Для цього зручно всі солі, що містяться в твердій фазі, перевести в розчин з концентрацією C_N , г/ дм³ :

$$C_N = \frac{N\% \rho 10}{n}, \quad (9.15)$$

де ρ – щільність сухої породи, n – її пористість.

Динаміка пересування вниз границі z_p між зонами А і Б визначатиме термін повного розсолення шару ґрунту заданої потужності m_o :

$$\frac{dz}{dt} = \frac{(C_n - C_o)v(z,t)}{N_o}, \quad m_o = \frac{(C_n - C_o)V}{N_o}, \quad (9.16)$$

де V визначається з рівняння (7.28).

Промивну норму для розсолення шару ґрунту в 1 м можна визначати за емпіричною формулою Волобуєва В.Р.:

$$V = 10^4 \alpha \lg \left(\frac{N_n}{N_{don}} \right), \quad \text{м}^3/\text{га}, \quad (9.17)$$

де N_{don} – допустимий вміст солей, %, α – коефіцієнт солевіддачі ($\alpha \approx 1$).

Таким чином промивна норма залежить від вихідного солевмісту і фільтраційних властивостей порід зони аерації, а також від можливості або швидкості відведення (відтоку) води. У зв'язку з цим, важливо з'ясувати просторову нерівномірність засолення і неоднорідності покривних відкладів за фільтраційними властивостями.

Після розсолюючих промивок шару ґрунту до глибини 1,5...2,0 м вміст солей в цьому шарі підтримують в процесі експлуатації системи на задовільному рівні шляхом створення промивного режиму зрошення і профілактичних промивок.

За умов промивного режиму, починаючи з деякої глибини у зоні аерації, потік вологи постійно рухається вниз. Звичайно він складає 20-30% від суми опадів і зрошувальної норми. При цьому солі, що знаходяться в зоні аерації, переходять в розчинний стан, оскільки процес розсолення протікає значно повільніше, ніж підйом рівня, і можна вважати, що в якому завгодно вертикальному перерізі мінералізація ґрунтових вод після їх підйому визначиться за формулою для C_N .

Для **прогнозування мінералізації дренажних вод** можна використати **балансовий метод**, запропонований Шестаковим В.М. Розглянемо міграцію солей до дренажу у двошаровому пласті. Водоносний горизонт містить воду з мінералізацією C_o . Покривні відклади містять воду з підвищеною мінералізацією C_n . Через цю товщу рухається низхідний потік, з інтенсивністю, що відповідає промивному режиму w (м/добу).

Будемо вважати, що при роботі систематичного дренажу у водоносному горизонті відбувається перемішування солей. Оскільки при роботі систематичного дренажу роботу кожної свердловини можна розглядати незалежно від інших, на площі F надходження солей у водоносний горизонт складатиме wFC_n . Кількість солей, що виносяться з горизонту $Q_c C$, де Q_c – витрати свердловини ($Q_c = wF$). Різниця між надходженням та винесенням солей визначає їх приріст в часі в об'ємі пласта:

$$w(C_n - C) = mn \frac{dC}{dt}, \quad (9.18)$$

Поділивши в цьому рівнянні перемінні, проінтегруємо його в межах від 0 до t і від C_o до C . В результаті отримаємо:

$$\int_{C_o}^C \frac{dC}{C_n - C} = \int_0^t \frac{wdt}{mn} \quad (9.19)$$

Після інтегрування отримаємо залежність, що характеризує зростання мінералізації дренажних вод:

$$C = C_n - (C_n - C_o) \cdot \exp\left(-\frac{wt}{mn}\right) \quad (9.20)$$

Оскільки запаси солей у верхньому горизонті обмежені, то через деякий час, що необхідний на його промивку ($t_n = \frac{m_n n_n}{w}$, де m_n – потужність покривних відкладів, n_n – їх пористість), почнеться його розпріснення інфільтраційними водами з мінералізацією C_n .

Гранична максимальна мінералізація, яка буде досягнута в дренажних водах, визначатиметься при підстановці $t=t_n$ у формулу (9.18). При цьому можна вважати, що:

$$C_{\max} = C_n - (C_n - C_o) \cdot \exp\left(-\frac{m_n}{m}\right) \quad (9.21)$$

Згідно спостережень, період зростання мінералізації може тривати 8...15 років.

Схема розпріснення дренажних вод аналогічна схемі їх засолення. Тому прогнозувати мінералізацію для цієї стадії можна також за формулою (9.18), виконавши заміну в ній C_o на C_{\max} , а C_n на C_n . Практично повне розпріснення буде спостерігатись при $t > 3mn/w$.

В реальних умовах внаслідок нерівномірності засолення покривних відкладів, мінералізація води, що надходить з них у водоносний горизонт, змінюється в часі, що відображається і на мінералізації дренажних вод.

В складних умовах для прогнозування мінералізації дренажних вод застосовують *розрахунки по стрічках току*. При цьому режим фільтрації можна вважати усталеним з характерними для нього середньодобовим живленням і положенням вільної поверхні.

Завдання для самостійної роботи (1 год.):

1. *Розрахувати мінералізацію дренажних вод по стрічках току (за індивідуальними завданнями або по варіантах).*

Література:

1. Горев Л.Н., Пелешенко В.І. Меліоративна гідрохімія. К.: Вища школа, 1984. – С. 149-181.
2. Кац Д.М., Пашковский И.С. Мелиоративная гидрогеология. – М.: ВО “Агропромиздат”, 1988. – С. 178-185.

Контрольні питання до теми 9:

1. Методи прогнозу водно-сольового режиму на меліорованих територіях.
2. Основні закономірності розчинення та осадження солей в підземній гідросфері. Кінетичне рівняння розчинення солей.
3. Закономірності міграції солей при повному і неповному насиченні ґрунту.
4. Чим визначається ступінь засолення земель? Промивка засолених земель. Визначення норми промивного поливу.

Тема 10. Прогнозування зміни гідрогеологічних умов на зрошуваних територіях. (4 год)

Лекції 23, 24. Завдання прогнозів. Існуючі методи прогнозу режиму підземних вод і умов їх використання. – 4 години.

План лекції:

- **Чотири типи прогнозів за призначенням;**
- **Статистичні методи прогнозу;**
- **Балансові методи;**
- **Гідродинамічні методи;**
- **Математичні моделі фільтрації і вологоперенесення.**

Загальним завданням прогнозів режиму підземних вод меліорованих та прилеглих територій є визначення змін рівнів, напорів і хімічного складу підземних вод у часі та просторі, зумовлених впливом змін водного балансу внаслідок дії споруд зрошувальних чи осушувальних систем. Відбуваються ці зміни не тільки на меліорованих, а й прилеглих до них територіях.

Для діючих меліоративних систем і для тих, що проєктуються, вимоги до прогнозів різні і залежать від природної глибини залягання ґрунтових вод, їх мінералізації, ступеня дренажності території та від спрямованості меліорації.

Виходячи з цих вимог і зважаючи на існуючі методи складання прогнозів режиму підземних вод меліорованих територій *за призначенням прогнози* можна поділити на чотири *типи*:

I тип. Прогнози *на старозрошуваних і староосушуваних землях* виконують з метою вибору дійових засобів регулювання впливу меліоративних систем в процесі їх експлуатації. Ці прогнози для конкретних природних умов і детального конкретного врахування режиму зрошення та осушення земель передбачають зміни рівня і хімічного складу ґрунтових вод на наступний період (сезон, рік, а інколи й кілька років).

II тип. Прогнози в умовах недостатнього зволоження виконують *для проєктування* зрошувальних систем або для реконструкції існуючих (діятимуть без застосування дренажів), тобто при врахуванні дії зрошувальних каналів і самого зрошення. Треба визначити: зміни глибин залягання ґрунтових вод за часом на площі зрошення, на міжсистемних землях та на суміжних

перелогах; зміни мінералізації за часом для тих самих об'єктів; площі земель, для яких виникає загроза засолення або заболочення, і термін настання несприятливих умов.

III тип. Прогнози в умовах надмірного зволоження потрібні для осушувальних систем, що проектуються або підлягають реконструкції.

Для заданих умов прогноз визначає:

- глибини залягання ґрунтових вод і зміну їх протягом року;
- зміну мінералізації ґрунтових вод у різний термін після початку дії осушувальних систем;
- оптимальні типи і режим дії осушувальних споруд, які необхідні для забезпечення потрібних глибин і мінералізації ґрунтових вод.

IV тип. Прогнози в умовах зрошування із дренажем та осушувально-зволожувальних меліорацій. До цього типу належать прогнози на зрошуваних масивах, що проектуються із захисними дренажами, або на осушувальних системах двосторонньої дії, що працюватимуть із застосуванням зрошення в посушливі періоди. Прогноз повинен висвітлити ті самі характеристики штучного режиму підземних вод, що й прогноз II-го типу, але в умовах дії захисних дренажних споруд.

Остаточним результатом прогнозу IV типу має бути: на зрошуваних землях – виявлення оптимальних типів і режиму дії захисного дренажу, що повинен забезпечити задовільну меліоративно - гідрогеологічну обстановку під час зрошення; на осушуваних землях – встановлення ефективного режиму зрошення на фоні дії осушувальної системи, що забезпечив би задовільну меліоративно-гідрогеологічну обстановку у посушливі періоди.

Існуючі методи прогнозу режиму підземних вод можна поділити на три групи: статистичні, балансові і гідродинамічні.

Статистичні методи ґрунтуються на використанні даних спостережень за режимом підземних вод у зонах існуючих меліоративних систем.

Суть їх у тому, що зібрані дані режимних спостережень обробляють методами математичної статистики і визначають залежність між зміною рівнів (напорів) підземних вод або їх мінералізації та одним або кількома режимоутворюючими факторами, як-то: дією каналів, подачею води на зрошення, опадами, температурою або дефіцитом вологості повітря, глибиною залягання ґрунтових вод у попередній період тощо.

Статистичні методи ефективні для прогнозу I типу. Якщо встановлюється аналогія за гідрогеологічними та іригаційно-господарськими умовами, статистичні методи можна використати для прогнозів II чи III типу. При цьому слід пам'ятати, що результати прогнозів будуть наближеними.

Балансові методи ґрунтуються на вивченні балансу (приплив й витрати) підземних вод і солей, які зв'язуються балансовими рівняннями для певного періоду часу і конкретної території. Прогнозний баланс складають, аналізуючи умови зміни гідрогеологічної обстановки об'єктів, що меліоруються, розрахунковим визначенням додаткових складових частин балансу.

Результати розрахунку прогнозного водного балансу виражають у вигляді сумарної зміни запасів ґрунтових вод або ж у вигляді середньої для балансової території зміни рівня ґрунтових вод.

Балансові методи дають змогу не тільки визначити майбутню гідрогеолого-меліоративну обстановку, а й потребу в захисному дренажі та потрібну його видатність.

Прогнозування інфільтраційного живлення методом водного балансу

В результаті сукупної дії природних факторів в кожній точці території в багаторічному розрізі встановлюється квазістійке співвідношення між прибутковими та витратними статтями балансу, яке визначатиме середньобагаторічне значення або норму живлення ґрунтових вод. Норму живлення W^0 визначають в залежності від норми опадів P_0 , зрошувальної норми M , норми евапотранспірації E^0 , норми поверхневого стоку Y^0 і підґрунтового стоку Y_{Π}^0 за досить простим балансовим рівнянням:

$$W^0 = P_0 + M - (E^0 + Y^0 + Y_{\Pi}^0) \quad (10.1)$$

Величина норми живлення ґрунтових вод суттєво залежить від середньої багаторічної глибини залягання їх рівня - h . Загалом норма живлення збільшується із збільшенням середньої глибини залягання рівня ґрунтових вод, прагнучи до деякої постійної величини W_{Π} . Для аридних і напіваридних областей ця закономірність проявляється в аналогічному зменшенні втрат ґрунтових вод на випаровування. Для визначення $W^0(h)$ зручно використовувати залежність виду:

$$W^0(h) = W_E + (W_{\Gamma} - W_E) \cdot (1 - e^{-\frac{h}{h'}}), \quad (10.2)$$

де W_E – норма живлення при заляганні рівня біля поверхні землі; W_{Γ} – гранична норма живлення при великій глибині залягання рівня ($h > 4h'$), h' – деяка константа, яку можна вважати за характерну глибину (для незрошуваних чорноземів близькі до 1,0-1,2 м, для зрошуваних – досягає 2,4 м).

Завжди існує така глибина h_k , за якої прибуткові і витратні статті балансу в багаторічному розрізі врівноважені і норма живлення $W^0 = 0$. Ця глибина може бути визначена за формулою:

$$h_k = h' \ln \left(1 - \frac{W_E}{W_{\Pi}} \right) \quad (10.3)$$

При $h < h_k$, тобто коли рівень на масиві зрошення вищий за h_k – спостерігаються висхідні потоки вологи, що приводять до засолення.

В умовах аридних зон ґрунті води практично не отримують живлення за рахунок атмосферних опадів і їх розвантаження при $W_{\Pi} = 0$ визначатиметься із залежності:

$$W^0(h) = W_E e^{-\frac{h}{h'}} \quad (10.4)$$

Гідродинамічні методи ґрунтуються на використанні математичних залежностей, що їх дістають, розв'язуючи диференціальні рівняння, які описують процеси фільтрації підземних вод, міграції вологи в зоні аерації і солей з водою (масоперенесення). Диференційні рівняння виводять залежно від умов балансу води чи солей. Але гідродинамічні методи враховують баланс підземних вод чи солей у більш строгій постановці, ніж власне балансовий метод.

Прогноз *гідродинамічними* методами можна розділити на наступні етапи:

1) вибір вихідних даних для прогнозування. Зібрані дані оформлюють у вигляді комп'ютерної бази даних, або у вигляді розрізів, спеціальних гідрогеологічних карт водонасичених, водотривких порід та зони аерації окремо. Закінчується етап складанням природної схеми фільтрації з визначенням граничних умов, середніх значень потужності водоносних та водотривких шарів, коефіцієнтів фільтрації, п'єзопровідності, водовіддачі та інших параметрів;

2) вибір розрахункової гідрогеологічної схеми, яка визначається формою області фільтрації у плані, будовою її у розрізі, умовами живлення та стоку на зовнішніх межах водоносних пластів, а також розташуванням і типом водозаборів підземних вод. Розрахункову схему можна дістати, якщо на природну схему фільтрації накласти штучні внутрішні межі і схематизувати її.

Гідродинамічними методами прогнозу рівнів широко користуються на практиці, оскільки диференціальні рівняння, що описують фільтраційні течії, мають досить прості розв'язки, які визначають закономірності розподілу напорів, швидкостей і витрат підземних вод в області фільтрації, яку розглядають. Гідродинамічні методи розподіляються відповідно до тих засобів, якими користуються для розв'язування рівнянь фільтрації на аналітичні, чисельні та методи моделювання.

Аналітичні методи прогнозу ґрунтуються на використанні аналітичних формул, знайдених після розв'язування диференціальних рівнянь фільтрації, і дають можливість виконати прогнози II типу, а також розрахувати горизонтальний і вертикальний дренажі у різних умовах, тобто скласти прогнози III і IV типів.

Чисельні методи прогнозу ґрунтуються на використанні скінченно - різницевого рівнянь, що ними замінюють диференціальні рівняння. У цьому разі прогноз здійснюють розв'язуванням алгебраїчних рівнянь, що описують процеси у кінцевих інтервалах по просторових координатах, а при неусталених процесах, якщо потрібне врахування часу, також у кінцевих інтервалах часу.

Оскільки в різні періоди року напрямки потоку ґрунтових вод змінюються у зв'язку із штучним регулюванням режиму на осушувальних системах (приток у канал взимку та до середини весни, затримка води, її накопичення, підтримання на одному рівні і підпір в періоди літніх злив) ряд спостережень можна розбити на інтервали за переважаючим напрямком току ґрунтових вод.

Для визначення витрат ґрунтового стоку на одиницю довжини берега каналу в створі водомірного поста, за напрямком руху підземного потоку,

обладнується спостережна свердловина. Розрахунок одиничних витрат виконується за рівнянням:

$$q_t = k_t^{cep} h_t I_t \pm \frac{\Delta h_t l_t \mu_t}{2}, \quad (10.5)$$

де q_t – витрати ґрунтового потоку на момент часу t в перерізі урізу каналу; k_t^{cep} – середній коефіцієнт фільтрації ґрунтів; h_t – середнє арифметичне від висоти рівня води в каналі і у розрахунковій свердловині над водотривом водоносного пласта; I_t – гідравлічний ухил (градієнт потоку); l_t – відстань від урізу води в каналі до осі спостережної свердловини; Δh_t – абсолютна величина позитивного або від'ємного приросту рівня ґрунтових вод за одиницю часу; μ_t – величина водовіддачі або браку насичення ґрунту в зоні коливання рівня ґрунтових вод.

Оскільки розрахунок витрат характеризує живлення або розвантаження поверхневих вод в каналі за рахунок ґрунтових вод, то другий член правої частини рівняння береться із знаком плюс у випадку зниження рівня води в каналі (тобто відбувається надходження додаткової вологи з об'єму ґрунту в інтервалі зниженого рівня ґрунтових вод Δh_t) та із знаком мінус – при підйомі рівня (вода з каналу витрачається на насичення ґрунту при підйомі рівня ґрунтових вод). З іншого боку, якщо другий член рівняння має позитивний знак, то результуюча величина витрат характеризує одиночні бокові витрати ґрунтових вод при осушенні горизонту. Тобто дану розрахункову схему можна застосовувати при виконанні прогнозів IV типу, які виконуються для осушувально-зволожуючих систем.

Виконавши такі розрахунки для всіх характерних фаз рівневого режиму, стає можливим побудувати гідрограф ґрунтового стоку на одиницю довжини берега каналу. Для всієї довжини водотоку:

$$Q_t = \sum_{i=1}^{i=n} q_{t,i} L_i \quad (10.6)$$

$q_{t,i}$ – одиничні витрати по окремих пунктах, що поширюються на аналогічні за гідрогеологічними умовами ділянки прибережної зони довжиною L_i .

Розглянутий метод розрахунку підземного живлення каналів має принципову перевагу, оскільки безпосередньо і найбільш повно враховує характер взаємозв'язку поверхневих і ґрунтових вод.

Для двох спостережних свердловин і створу в каналі (мм):

$$Q_{sidm} = Q_{ghb} = \frac{2K_{\phi} h \Delta t}{(l_1 + l_2)} \cdot \left(\frac{H_1 - H_2}{l_1} - \frac{H_2 - H_3}{l_2} \right) \cdot 10^3 \quad (10.7)$$

Для двох пунктів спостереження (свердловина і канал):

$$Q_{бок} = \frac{2K_{\phi} h \Delta t (H_1 - H_2) \cdot 10^3}{l^2 + 2lL}, \quad (10.8)$$

де L – відстань від верхньої свердловини до лінії підземного вододілу, м.

Оскільки дані рівняння визначають найбільш важливі елементи водного балансу ґрунтових вод, а саме – боковий відток та приток, результати, що отримують з їх допомогою можуть бути використані в прогнозних моделях балансового характеру.

Прогнозування інфільтраційного живлення методом кінцевих різниць за даними режимних спостережень. Для визначення інфільтраційного живлення за умов одномірного в плані потоку використовують матеріали спостережень за режимом рівня ґрунтових вод в створі 3-х свердловин, розташованих за напрямком фільтраційного потоку. Вибирають ті відрізки часу Δt , коли інфільтрація була постійна. Ці ділянки графіка коливань рівня ґрунтових вод відповідають відносно рівномірним підйомам рівня.

Інфільтраційне живлення при постійній водопровідності потоку (T) оцінюють по залежності:

$$\omega = \mu \frac{H_i^{t+1} + H_i^{t-1}}{\Delta t} - \frac{T}{\Delta x^2} (H_{i-1}^t - 2H_i^t + H_{i+1}^t), \quad (10.9)$$

де H_i^{t-1} , H_i^t , H_i^{t+1} - абсолютні відмітки рівня ГВ в центральній свердловині відповідно на початковий, середній і кінцевий періоди спостережень; H_{i-1}^t , H_{i+1}^t - абсолютні відмітки рівня ґрунтових вод в свердловинах, розташованих відносно центральної, відповідно нижче і вище за потоком в середній період спостережень; Δt - період спостережень; Δx - відстань між спостережними свердловинами.

Методи моделювання ґрунтується на відтворенні фільтраційних процесів, що прогнозуються, на математичних, просторових, фізичних та інших моделях. Область фільтрації зображують у вигляді моделі, на якій можуть бути задані й виміряні усі параметри течій, аналогічні натурним фільтраційним; потім виміряні величини за допомогою масштабних коефіцієнтів приводять до натурних. На моделях можна виконати прогнози зміни рівня ґрунтових вод, розрахунки горизонтального і вертикального дренажів для двомірних і просторових неусталених течій в широкому діапазоні складних гідрогеологічних умов при достатньому для практичних цілей урахуванні особливостей фільтрації.

Завдання для самостійної роботи (3 год.):

1. *Ознайомитись з гідрохімічним методом оцінки інфільтраційного живлення.*
2. *Опрацювати питання прогнозування сольового режиму на зрошуваних територіях в т.ч. прогнозування мінералізації ґрунтових і дренажних вод.*

Література:

1. Жернов І.Є., Солдак А.Г., Куш П.Ю., Гриза О.О. Меліоративна гідрогеологія. К.: Вища школа, 1972. – С. 256-295.
2. Кац Д.М., Пашковский И.С. Мелиоративная гидрогеология. – М.: ВО “Агропромиздат”, 1988. – С. 144-166.

3. Кац Д.М., Шестаков В.М. Мелиоративная гидрогеология. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – С. 25-53.

Контрольні питання до теми 10:

1. Вихідні дані для виконання прогнозів.
2. Методи парної та множинної кореляції при складанні гідрогеологічних прогнозів
3. Короткостроковий прогноз рівня ґрунтових вод методом множинної кореляції.
4. Прогнозування підйому рівнів ґрунтових вод на зрошуваних територіях методом загального водного балансу
5. Визначення підземного притоку ґрунтових вод за результатами вивчення їх режиму.
6. Прогнозування інфільтраційного живлення методом водного балансу.
7. Визначення інфільтраційного живлення за результатами вивчення режиму підземних вод на зрошуваних територіях.

Тема 11. Гідродинамічні розрахунки меліоративного дренажу. (4 год)

Лекція 25. Розрахунки систематичного горизонтального дренажу. – 2 години

План лекції:

- **Задачі та принципи розрахунків;**
- **Формування стаціонарного притоку до дренажу;**
- **Розрахунки міждренних відстаней систематичного горизонтального дренажу.**

Закрита дренажна мережа призначена для своєчасного відводу атмосферної вологи, що інфільтрується і зниження рівня ґрунтових вод до початку польових робіт. На стадії технічного проекту, за допомогою параметрів, отриманих при виконанні дослідно фільтраційних робіт, визначають оптимальні відстані між дренами.

Параметри дренажу гідромеліоративних систем потрібно призначати на основі фільтраційних та гідравлічних розрахунків дренажу та гідравлічних розрахунків руху води в дренах. В результаті фільтраційних розрахунків визначаються глибина закладання дрен і віддалі між дренами. На *основі гідравлічних розрахунків* руху води в дренах визначаються довжина дрен та їх ухил.

Питомий дренажний стік або модуль дренажного стоку може бути визначений трьома способами:

- 1) емпіричним;
- 2) з використання об'єктів аналогів;
- 3) розрахунковим.

Емпірична формула для визначення дренажного стоку має наступний вигляд:

$$q_e = \frac{hT}{26,8 + 1,5T}, \text{ (м}^3\text{/добу м);}$$

де h – діючий напір – різниця між рівнем ґрунтових вод в дрени та рівнем ґрунтових вод на міждренні, м; T – водопровідність ґрунтів водоносної товщі, м²/добу.

Ефективність дії дренажу забезпечується щільністю дренажу, що виражається через міждренну відстань. Найбільш ефективним буде водопониження, якщо дрена досконала за характером розкриття шару.

Для визначення міждренної відстані ($2B$) можна використати рівняння для двошарової фільтраційної схеми при усталеному режимі притоку в досконалиму дрени:

$$B = \sqrt{\frac{2hT}{q_e}}$$

Для переходу до недосконалої дрени вводять фільтраційний опір, еквівалентом якого є додаткова довжина шляху фільтрації $L'' = 2\Delta L$. При цьому недосконалиму дрени з напором H_δ замінюють досконалою з напором на лінії дренажу H_n :

$$H_n = \frac{H_\delta + qL''}{T}$$

Для недосконалої дрени, що закладається у слабопроникні покривні відклади (суглинки) можна записати:

$$L'' = 0,73T/k \lg(8m/\pi d),$$

де T – водопровідність піщаного шару, k_s – коефіцієнт фільтрації верхнього слабопроникного шару, m – висота (потужність) потоку під дреною (в даному випадку взято до підшови піщаних відкладів); d – діаметр дрени.

Можна скористатись також іншою формулою для визначення міждренної відстані недосконалих дрен:

$$L = 4\left(\sqrt{L_n^2 + \frac{H_p T}{2q}} - L_n\right),$$

де $H_p = b - 0,6$ - розрахунковий напір; q – середній за період модуль дренажного стоку; $T = K_\phi(m_g - m_o)$.

Загальні фільтраційні опори за ступенем та характером розкриття пласта розраховуються наступним чином:

$$L_n = 0,73m_g \lg \frac{2m_g}{\pi D} + 1,46m_o \lg \frac{4m_o}{\pi D} + 0,316(m_g + 2m_o)\Phi_i$$

де Φ_i – фільтраційний опір, який дорівнює

$$\Phi_i = mf = m 0,73 \lg(m/\pi r)$$

Ефективність осушення перезволожених ґрунтів дренажем зростає при одночасному скороченні живлення ґрунтових вод за рахунок прискорення відтоку атмосферних опадів, перехоплення та відведення поверхневого стоку.

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

1. Виконати розрахунок міждренних відстаней для горизонтального систематичного дренажу.

Література:

1. Кац Д.М., Пашковский И.С. Мелиоративная гидрогеология. – М.: ВО “Агропромиздат”, 1988. – С. 166-175.
2. Кац Д.М., Шестаков В.М. Мелиоративная гидрогеология. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – С. 216-253.
3. Мисик Г.А., Куликівський Б.Б. Основи меліорації і ландшафтознавства. К.: Фірма «Інкос», 2005 – С 274-275; 289-29.
4. Жернов І.Є., Солдак А.Г., Куш П.Ю., Грizza О.О. Меліоративна гідрогеологія. К.: Вища школа, 1972. – С. 295-304.

Лекція 26. Розрахунки вертикального дренажу – 2 години

План лекції:

- **Передумови застосування вертикального дренажу на Поліссі;**
- **Вертикальний дренаж та особливості його розрахунку;**
- **Приклади вирішення розрахункових завдань.**

Наявність в окремих районах потужної товщі пісків (до 20 м і більше), що підстилає торф'яники, тісний гідравлічний зв'язок “болотяних”, ґрунтових і напірних вод дозволяють застосовувати в Поліській ґрунтово-кліматичній зоні вертикальний дренаж.

До площ з дуже сприятливими гідрогеологічними умовами щодо застосування вертикального дренажу віднесені заплави річок і пласкі низовини в межах перших надзаплавних терас з потужною товщею обводнених пісків (40 – 100 м), де ґрунтові і напірні води гідравлічно пов'язані між собою, а водопровідність перевищує 600 м²/добу. Коефіцієнти фільтрації водовміщуючих порід складають 8 – 12 м/добу. Площа осушення однією свердловиною 80 – 100 га. Сприятливими умовами характеризується площі алювіальних рівнин з потужністю обводнених пісків 30–90 м і водопровідністю >400 м²/добу. Площа осушення однією свердловиною 50 – 80 га. Задовільні умови для застосування вертикального дренажу мають площі у межах зандрових і моренно-зандрових рівнин з розвинутими різнозернистими пісками потужністю до 30 м з прошарками глин і суглинків. Гідравлічний зв'язок між ґрунтовими і напірними водами існує в місцях розмиву місцевих водотривів. Водопровідність водовміщуючої товщі >250 м²/добу. Площа осушення однією свердловиною 30 – 50 га.

При розрахунках *лінійних рядів свердловин* використовують метод фільтраційних опорів. Опори виникають при деформації потоку в плані поблизу свердловин. Еквівалентний опір, виражений через додаткову довжину потоку L_c . Залежить від відстані між свердловинами σ і визначається з рівняння:

$$L_c = 0,366\sigma \lg\left(\frac{\sigma}{\pi d_c}\right),$$

де d_c – діаметр свердловини.

Вертикальні ряди свердловин розраховують для обґрунтування їх раціональної конструкції, відстані між ними та дебіту.

При розрахунках огорожуючого захисного дренажу, що перехоплює потік на межі меліорованого масиву, спочатку складають рівняння балансу по лінії дренажу і визначають погонні витрати, за яких за лінією дренажу умови будуть відповідати заданим.

Зниження у свердловинах лінійного ряду визначають за навантаженням на кожен із них: $Q = q \cdot \sigma$, яке підбирають в залежності від насосного обладнання.

Систематичний вертикальний дренаж розраховують для середньовеgetаційного живлення, рівномірно розподіленого по площі. При цьому вважається, що свердловини розташовані по сітці з певним шагом.

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

1. Виконати розрахунок вертикального дренажу.

Література:

1. Решеткина Н.С., Якубов Х.И. Вертикальный дренаж. М.: Колос, 1978. – С. 18-220.
2. Кац Д.М., Шестаков В.М. Мелиоративная гидрогеология. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – С. 255-282.
3. Кац Д.М., Пашковский И.С. Мелиоративная гидрогеология. – М.: ВО “Агропромиздат”, 1988. – С. 175-178.

Контрольні питання до теми 11:

1. На основі яких розрахунків визначаються параметри горизонтального дренажу гідромеліоративних систем?
2. Наведіть рівняння для визначення відстані між досконалими дренами при двошаровій фільтраційній схемі і усталеному режимі притоку.
3. Наведіть одне з рівнянь, які застосовуються для визначення міждренної відстані горизонтальних недосконалих дрен.
4. Якими характеристиками забезпечується ефективність дії горизонтального дренажу?
5. Який метод використовують під час розрахунків лінійних рядів свердловин?
6. Які умови можна вважати сприятливими та дуже сприятливими для застосування вертикального дренажу?

Тема 12. Гідрогеологічні спостереження на меліорованих землях та визначення гідрогеологічних параметрів. Поняття моніторингу меліорованих земель. (4 год)

Лекція 27, 28. Моніторингові гідрогеологічні спостереження на меліорованих землях – 4 години.

План лекції:

- **Задачі та склад моніторингових досліджень;**
- **Підсистеми моніторингу меліорованих земель;**
- **Види моніторингових досліджень та вимоги до них.**

Початково моніторингові гідрогеологічні дослідження на меліорованих землях цілком підпорядковувались задачам сільського господарства, тобто контролювали стан ґрунтових вод з метою попередження негативних змін у гідрогеологічній обстановці, що можуть вплинути на родючість земель та отримання врожаїв. Згодом до цих задач додалися функції екологічного спрямування. В усякому разі *під моніторингом розуміють* комплекс робіт, що включають: спостереження (контроль), аналіз, оцінку, прогноз та елементи керування тим видом обстановки, за станом якої ведуться спостереження. Гідрогеолого-меліоративний моніторинг виконують на меліорованих і прилеглих до них землях. Такий моніторинг включає: спостереження за режимом і балансом ґрунтових вод, водно-сольовим режимом ґрунтів, інженерно-геологічними явищами, прогноз розвитку цих процесів і складання інформацій, що містять практичні рекомендації щодо збереження або досягнення сприятливої гідрогеолого-меліоративної обстановки.

Існують еколого-меліоративна та водогосподарська підсистеми моніторингу.

Гідрогеолого-меліоративна служба (ГМС) зобов'язана оцінювати гідрогеолого-меліоративний стан осушуваних земель незалежно від зміни форми власності на них за показниками глибини залягання рівня ґрунтових вод та їх хімічного складу.

Одним з найбільш важливих завдань ГМС є контроль якісного стану ґрунтових та поверхневих вод. Сучасне перепрофілювання та скорочення площ сільськогосподарського використання, виведення з експлуатації меліоративних, особливо осушувальних, систем може негативно впливати на відновлення або поповнення водних ресурсів, загальний водний баланс річок і якість стоку.

Робота гідрогеолого-меліоративних експедицій повинна бути також спрямована на отримання даних, що обґрунтовують оптимальну та мінімально необхідну густину меліоративної мережі, оптимальну дренажність водозбору для заданого типу господарювання, а також обґрунтовують мінімально-достатні заходи для підтримання системи в стані, який не призводить до

загрозливих негативних змін довкілля та вилучення земель із фонду земель придатних до використання.

Моніторинг виконують методами наземних та дистанційних спостережень.

Основою для розташування моніторингової спостережної мережі є гідрогеолого-меліоративне районування відповідної території, згідно з яким в межах таксонів певного рівня обрані еталонні системи. Градація угідь за рівнем ґрунтових вод може бути оцінена по бальній системі. В залежності від балу, корегується вартість угідь в процесі експлуатації, тобто складання поточної вартості угідь.

До складу робіт з обладнання режимної мережі на еталонних осушувальних системах і прилеглих до них землях входить буріння свердловин для спостережень за рівнем підземних вод і відбору проб води на різні види аналізів. За наявності мережі свердловин на осушувальній системі, прийнятої за еталонну, проводять уніфікацію, ревізію і відновлення тих свердловин, які повинні бути включені до складу режимної спостережної мережі з еколого-меліоративного моніторингу.

Обладнують мережу гідрометричних пунктів у вигляді створів і постів в залежності від рангу водотоку і завдання на проведення моніторингу.

Для спостережень за змінами ґрунтових характеристик, динамікою ґрунтових процесів, як на осушуваних, так і на прилеглих землях закріплюють на місцевості майданчики для ґрунтових спостережень.

Свердловини обладнують п'езометрами.

На всій мережі режимних свердловин, обладнаних як на першій, так і на другій від поверхні водоносний горизонт вимірювання рівнів проводять одночасно.

Для території з маловивченим рівневим і хімічним режимом підземних вод режимні спостереження з початку моніторингових робіт проводять систематично за схемою подекадних вимірів цілий рік на протязі 5 років. В подальшому після аналізу отриманих даних і експертної оцінки ступеню стабілізації режиму рівня, переходять на схему: подекадно - в теплий період і 1 раз на місяць - в холодний.

Один раз на 3 роки проводять відкачування в свердловинах з метою визначення коефіцієнта фільтрації, необхідного для водобалансових розрахунків.

Відбір проб води на хімічний аналіз на погано вивченій території перші п'ять років проводять щоквартально, на забруднюючі речовини - за індивідуальним завданням. В подальшому проводять відбір 1 раз на рік.

Головними завданнями, які вирішують на водобалансових станціях і ділянках є: вивчення водного балансу ґрунтових вод, сольового, вологісного і теплового режимів ґрунтів зони аерації і загального водного балансу, з метою отримання вихідних даних для подальших прогнозів і прийняття рішень по регіону, в якому розташована станція. На відміну від спостережень на будь-якому об'єкті еколого-меліоративного моніторингу, на водобалансовій станції (ділянці) регламент спостережень більш частий при вивченні великої кількості

параметрів. Лізіметричні спостереження проводять в залежності від задачі, сформульованої в завданні на створення водобалансової станції і проведенні спостережень на ній. При необхідності визначення добових витрат вологи на випаровування і інфільтраційне живлення спостереження проводять 2 рази на добу - вранці і ввечері, одночасно із спостереженнями на метеомайданчику.

Порядок спостережень такий:

1. Визначення глибини рівня води в лізіметрі (за п'єзометром лізіметра).
2. Визначення рівня води в трубі компенсації і кількості долитої води.
3. Визначення рівня води в трубі інфільтрації і кількості води, що проінфільтрувалася з лізіметра.
4. Визначення РГВ в природних умовах шляхом вимірювання його в свердловині, розташованій поблизу лізіметра.

Оцінка і прогноз є кінцевим результатом, що реалізується як методологічна та інформаційна підтримка системи прийняття управлінських рішень у меліорації та водному господарстві.

Прогноз меліоративного стану осушуваних земель повинен проводитись по єдиній методичній схемі. Для цього може бути використана досить проста "Методика прогнозування глибини залягання рівнів ґрунтових вод на осушуваних землях України на передпосівний період" (Львівська ГГМЕ, 1998).

Головні завдання еколого-меліоративних досліджень. Дослідження і контроль екологічного стану меліорованих земель є головним завданням відомчого *еколого-меліоративного моніторингу*, що виконується відповідними службами Держводгоспу України. Еколого-меліоративний моніторинг можна вважати складовою частиною екогеологічних досліджень, оскільки задачею останніх є більш широкий розгляд впливу на довкілля антропогенезу і, в тому числі, - сільського господарства на фоні впливу інших галузей та техногенних факторів (експлуатаційний водовідбір, будівництво водосховищ, вплив сільськогосподарських робіт та меліоративних заходів на поширення забруднюючих речовин від різних техногенних джерел, тощо). Вивченню підлягає, крім змін в системі ґрунт - ґрунтові та поверхневі води - рослини, також перерозподіл хімічних елементів в межах цілих геохімічних провінцій, геологічних структур та гідрогеологічних районів.

Оцінка еколого-меліоративного стану меліорованих та прилеглих до них земель включає спостереження та аналіз:

- рівневого і гідрохімічного режимів ґрунтових та підземних вод зони інтенсивного водообміну;
- водно-сольового режиму ґрунтів і порід зони аерації;
- окисно-відновного і поживного режимів ґрунтів;
- поширення та інтенсивності розвитку негативних геоекологічних і ґрунтоутворюючих процесів;
- стану забруднення ґрунтів та підземних вод.

На діючих меліоративних системах необхідно розширити функції та повноваження *еколого-меліоративного моніторингу*. Складовою моніторингу

повинен бути обґрунтований прогноз, результати якого подаються не лише у вигляді рекомендацій а доводяться до управлінських рішень.

Ефективність еколого-меліоративного моніторингу в значній мірі визначається точністю вибору об'єкту досліджень, в якості якого може виступати еталонна осушувальна система.

Використовуючи дані спостережень гідрогеолого-меліоративних експедицій слід обґрунтувати:

- оптимальну та мінімально необхідну щільність меліоративної мережі, що забезпечить оптимальну дренажність водозбору для заданого типу господарювання,

- мінімально-достатні заходи для підтримання системи в стані, який не призводить до загрозливих негативних змін довкілля та вилучення земель із обороту або пониження їх категорії за використанням.

В разі видалення раніш меліорованих земель до заповідного фонду, необхідно слідкувати за динамікою відтворення ландшафту та контролювати зміни якісного стану вод з метою попередження його погіршення, або негативного впливу підтоплення на прилеглі землі.

Завдання для самостійної роботи (4 год.):

1. *Ознайомитись із дистанційними методами моніторингу та відповісти на питання:*

а) *як можна визначити вологість ґрунтів дистанційним методом і з якою метою це робиться;*

б) *як визначають ступінь засолення ґрунтів.*

2. *Опрацювати питання про визначення ефективності дренажу та усунення його недоліків, що виявились в процесі експлуатації.*

Література:

1. Шевченко О.Л. Еколого-геологічні проблеми регіонів землеробства // Екогеологія України: навч. посібник.// Відпов. редактор академік НАН України В.М. Шестоपालов. – К.: ВПЦ «Київський університет». – 2011. - С. 472-474, 525-533.
2. Кац Д.М., Пашковский И.С. Мелиоративная гидрогеология. – М.: ВО «Агропромиздат», 1988. – С. 202-225.
3. Козловський Б.І. Наукові основи моніторингу осушених земель. – Львів, 1995. – С. 3-190.
4. Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення. Під ред-ю П.І. Коваленка, К: Аграрна наука, 2001. – С. 132-135; 188-196.

Контрольні питання до теми 12:

1. Які види робіт включає поняття моніторингу?
2. Що таке еталонні меліоративні системи?
3. Назвіть головні завдання, які вирішують на водобалансових станціях і ділянках.
4. Порядок проведення лізіметричних спостережень.

5. Які спостереження включає оцінка еколого-меліоративного стану меліорованих та прилеглих до них земель?
6. Що обґрунтовують використовуючи дані спостережень гідрогеолого-меліоративних експедицій?

Типове завдання модульної контрольної роботи № 2

Варіант 2

1. Як визначити міждренну відстань при заданому рівні між дренами ?
2. В чому полягає метод множинної кореляції при короткотермінових прогнозах.
3. Для чого виконують прогнози I-го типу?
4. Що таке баланс вологи в зоні аерації?

Контрольні запитання до змістового модуля II

3. Які бувають типи прогнозів для меліорованих земель?
4. Для чого виконують прогнози I-го типу?
5. Для чого виконують прогнози II-го типу?
6. Для чого виконують прогнози III-го типу?
7. Для яких меліоративних систем застосовують прогнози IV-го типу? Що при цьому визначається?
8. Вихідні дані для виконання прогнозів.
9. Охарактеризуйте статистичні методи прогнозу, для якого типу прогнозу їх краще застосовувати?
10. В чому полягає метод множинної кореляції при короткотермінових прогнозах.
11. Що являють собою аналітичні методи? Чим вони відрізняються від чисельних?
12. Що представляють собою чисельні методи?
13. Наведіть рівняння для визначення напору ґрунтових вод в міждренному просторі.
14. Охарактеризуйте гідродинамічні методи прогнозу, для яких типів прогнозу рівня, або запасів їх краще застосовувати?
15. Що таке вільна і підперта фільтрація?
16. Як визначити міждренну відстань при заданому рівні між дренами.
17. В чому полягає балансовий метод? Наведіть рівняння загального водного балансу для ґрунтових вод.
18. Для яких об'єктів розраховують баланс? Що таке елементи водного балансу?
19. Що таке водний баланс (баланс ґрунтових вод)?
20. Що таке баланс вологи в зоні аерації?
21. Для яких об'єктів розраховують баланс? Що таке елементи водного балансу?
22. Наведіть рівняння водного балансу для зрошуваних територій.
23. Наведіть рівняння водного балансу для осушуваних територій.

24. Як визначати сумарне випаровування із зрошуваного поля (при балансових дослідженнях)?
25. Якими методами можна визначити інфільтраційне живлення ґрунтових вод?
26. В чому полягає прогнозування підйому рівнів ґрунтових вод на зрошуваних територіях методом загального водного балансу?
27. Як визначають підземний приток (відток) ґрунтових вод за результатами вивчення їх режиму?
28. Прогнозування інфільтраційного живлення методом водного балансу.
29. Визначення інфільтраційного живлення за результатами вивчення режиму підземних вод на зрошуваних територіях.
30. Які переваги методів моделювання при складанні прогнозів?
31. Методи прогнозу водно-сольового режиму на меліорованих територіях.
32. Методи парної та множинної кореляції при складанні гідрогеологічних прогнозів

Перелік запитань на залік.

5. Передумови розвитку меліорації. Коефіцієнт зволоженості.
6. Меліоративна гідрогеологія, її цілі та задачі.
7. Зрошувальні системи (призначення та основні складові елементи). Конструкції каналів.
8. Способи зрошення та техніка поливу.
9. Поверхнєве зрошення.
10. Дощування як спосіб поливу, напівстаціонарні та рухливі установки. Режим інфільтраційного живлення ґрунтових вод при дощуванні.
11. Лиманне зрошення.
12. Підґрунтове та крапельне зрошення.
13. Режим зрошення сільськогосподарських культур. Види поливів.
14. Види поливу та режим поливу. Норми поливів. Їх розрахунки.
15. Показники оцінки меліоративного стану зрошуваних земель. Категорії земель за глибиною РГВ.
16. Оцінка якості води для зрошення. Умови порушення карбонатно-кальцієвої рівноваги в поливній воді. Проблема осолонцювання ґрунту.
17. Типи природного режиму ґрунтових вод.
18. Формування іригаційно-ґрунтових вод.
19. Стадії фільтрації води з каналів (поняття вільної та підпертої фільтрації).
20. Роль зони аерації у формуванні іригаційно-ґрунтових вод.
21. Причини підйому рівня ґрунтових вод при зрошенні. Підтоплення земель і захист від нього.
22. Водний баланс зрошуваної території.
23. Фактори та показники гідрогеологічних умов меліорованих земель. Типізація гідрогеолого-меліоративних умов. Ступінь дренажності.

24. Оцінка складності гідрогеологічних умов зрошуваних земель.
25. Оцінка ефективності експлуатації зрошувальних систем. Способи зменшення фільтраційних втрат та методи їх визначення.
26. Колекторно-дренажна мережа зрошуваних земель.
27. Групи систем іригаційного дренажу за призначенням.
28. Розташування систем дренажів у плані.
29. Конструктивні типи горизонтальних дренажів.
30. Умови застосування горизонтального дренажу на зрошуваних землях.
31. Види вертикального дренажу та умови його застосування на зрошуваних землях.
32. Комбіновані дренажі, умови їх застосування.
33. Динаміка водно-сольового балансу як причина зміни рівня та мінералізації ґрунтових вод.
34. Поглинаючий комплекс породи, агрегатний склад породи, водоутримуюча здатність.
35. Водоутримуюча здатність ґрунтів (способи її визначення). Вологість. Вологоперенесення.
36. Основні закономірності розчинення та осадження солей в підземній гідросфері. Кінетичне рівняння розчинення солей.
37. Закономірності міграції солей при повному і неповному насиченні ґрунту.
38. Чим визначається ступінь засолення земель? Промивка засолених земель. Визначення норми промивного поливу.
39. Вплив зрошення на інженерно-геологічні умови території.
40. Принципи керування водним режимом при зрошенні.
41. Осушувальні системи та основні способи осушення земель.
42. Види та складові елементи осушувальних систем. Основні способи осушення земель.
43. Види горизонтального дренажу на осушувальних системах. Принципи розрахунку горизонтального дренажу.
44. Розрахунки горизонтального дренажу (в т.ч. міждренних відстаней).
45. Осушувально-зволожуючі системи (в т.ч. польдерні).
46. Колекторно-улоговинні системи.
47. Типи режимів ґрунтових вод на осушуваних територіях.
48. Загальні риси змін режиму та балансу ґрунтових вод під впливом осушення.
49. Оцінка складності гідрогеологічних умов осушуваних земель.
50. Принципи керування водним режимом при осушенні земель.
51. Стадії проектування меліоративних систем та вимоги до гідрогеологічних досліджень.
52. Гідрогеолого-меліоративна зйомка на масивах перспективного зрошення.
53. Вивчення режиму ґрунтових вод при гідрогеолого-меліоративних дослідженнях (на осушуваних і зрошуваних територіях)

54. Вивчення водного балансу меліорованих територій.
55. Особливості гідрогеолого-меліоративної зйомки на осушуваних територіях. Дослідні роботи.
56. Принципи та методика гідрогеолого-меліоративного районування.
57. Гідрогеолого-меліоративне районування масивів зрошення.
58. Гідрогеолого-меліоративне районування осушуваних земель.
59. Питання охорони природи в програмах гідромеліоративних досліджень.
60. Методи прогнозу водно-сольового режиму на меліорованих територіях.
61. Вихідні дані для виконання прогнозів.
62. Методи парної та множинної кореляції при складанні гідрогеологічних прогнозів
63. Короткостроковий прогноз рівня ґрунтових вод методом множинної кореляції.
64. Прогнозування підйому рівнів ґрунтових вод на зрошуваних територіях методом загального водного балансу
65. Визначення підземного притоку ґрунтових вод за результатами вивчення їх режиму.
66. Прогнозування інфільтраційного живлення методом водного балансу.
67. Визначення інфільтраційного живлення за результатами вивчення режиму підземних вод на зрошуваних територіях.
68. Наведіть одне з рівнянь, які застосовуються для визначення міждренної відстані недосконалих горизонтальних дрен.
69. Якими характеристиками забезпечується ефективність дії горизонтального дренажу?
70. Який метод використовують під час розрахунків лінійних рядів свердловин?
71. Які умови можна вважати сприятливими та дуже сприятливими для застосування вертикального дренажу?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

а) Основна (базова) література:

1. Жернов І.Є., Солдак А.Г., Куц П.Ю., Гриза О.О. Меліоративна гідрогеологія. К.: Вища школа, 1972. – 332 с.
2. Кац Д.М., Пашковский И.С. Мелиоративная гидрогеология. – М.: ВО “Агропромиздат”, 1988. – 256 с.
3. Кац Д.М., Шестаков В.М. Мелиоративная гидрогеология. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 296 с.

4. Мисик Г.А., Куликівський Б.Б. Основи меліорації і ландшафтознавства. К.: Фірма «Інкос», 2005 – 464 с.

б) Додаткова література:

5. Козловський Б.І. Наукові основи моніторингу осушених земель. – Львів, 1995. – 190 с.
6. Ромащенко М.І., Балюк С.А. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення. – К.: Світ, 2000. – 114 с.
7. Защита орошаемых земель от эрозии, подтопления и засоления. Под ред-ей Т.Н. Хрусовой, К.: Урожай, 1991. – 208 с.
8. Бут Ю.С., Наседкин И.Ю. Формирование баланса грунтовых вод Полесья. К.: Наукова думка, 1981. – 172 с.
9. Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення. Під ред-ю П.І. Коваленка, К: Аграрна наука, 2001. – 214 с.
10. Решеткина Н.С., Якубов Х.И. Вертикальный дренаж. М.: Колос, 1978. – 320 с.
11. Горев Л.Н., Пелешенко В.І. Меліоративна гідрохімія. К.: Вища школа, 1984. – 256 с.
12. Шевченко О.Л. Еколого-геологічні проблеми регіонів землеробства // Екогеологія України: навч. посібник.// Відпов. редактор академік НАН України В.М. Шестопапов. – К.: ВПЦ «Київський університет». – 2011. - С. 467-536.