

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агробіотехнологічний факультет
Кафедра польових і овочевих культур

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для проведення практичних занять та виконання самостійної роботи з
дисципліни «Сучасні технології зрошення»



для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
за спеціальністю 201 Агрономія
галузі знань 20 Аграрні науки та продовольство
кваліфікація: бакалавр з агрономії

Одеса 2025

УДК 631.67

Методичні вказівки для проведення практичних занять та виконання самостійної роботи з дисципліни «Сучасні технології зрошення» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 201 Агрономія галузі знань 20 Аграрні науки та продовольство кваліфікація: бакалавр з агрономії. Одеса. 2025. 76 с.

Розробники:

професор кафедри польових та овочевих культур, д. с.-г. н., Олександр РУДІК
асистент кафедри польових та овочевих культур, к. с.-г. н., Наталія Василенко

Рецензент: доктор с.г. наук, провідний науковий співробітник відділу зрошуваного землеробства та декарбонізації агроєкосистем ІКОСГ НААН Павло ЛИХОВИД

Методичні рекомендації розглянуто та схвалено на засіданні кафедри польових та овочевих культур.

Протокол від “ ” ----- 2025 року № --.

Рекомендовано до друку з метою внутрішньо-вузівського використання вченою радою агробіотехнологічного факультету
протокол № __ від «__» _____ 2025 р.

© Рудік О.Л. 2025 р.

© Василенко Н.Є. 2025 р.

ЗМІСТ

ПРАКТИЧНА РОБОТА 1. Оцінка ґрунтових умов запровадження зрошення.	4
ПРАКТИЧНА РОБОТА 2. Оцінка гідротермічних умов та обґрунтуванням необхідності зрошення.	8
ПРАКТИЧНА РОБОТА 3. Водно-фізичні властивості ґрунту.	14
ПРАКТИЧНА РОБОТА 4. Водні режими ґрунту та особливості їх формування.	18
ПРАКТИЧНА РОБОТА 5. Агрономічна оцінка запасів вологи у ґрунті.	26
ПРАКТИЧНА РОБОТА 6. Екологічні проблеми зрошення	31
ПРАКТИЧНА РОБОТА 7. Агрономічні критерії оцінки якості природної води для зрошення	35
ПРАКТИЧНА РОБОТА 8. Організація поливу по борознам	44
ПРАКТИЧНА РОБОТА 9. Особливості організації поливу по смугах	48
ПРАКТИЧНА РОБОТА 10. Розрахунки техніки поливу дощуванням	50
ПРАКТИЧНА РОБОТА 11. Системи дощування	56
ПРАКТИЧНА РОБОТА 12. Елементи системи краплинного зрошення	64
ПРАКТИЧНА РОБОТА 13. Проектування системи краплинного зрошення	73
ПРАКТИЧНА РОБОТА 14. Сучасні системи управління поливами	78
САМОСТІЙНА РОБОТА ЗДОБУВАЧІВ	82
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	83

ПРАКТИЧНА РОБОТА 1

Оцінка ґрунтових умов запровадження зрошення.

Мета Сформувати поняття щодо ґрунтових умов території України та методику визначення придатності ґрунтових умов для запровадження зрошення.

Обладнання: Методичні вказівки, конспект лекцій, комп'ютер із доступом до інтернету, довідкова література.

Обґрунтування потреби зрошення та проектування меліоративної системи передбачає визначення та аналізу:

- Фізичних властивостей ґрунту та рельєфу території (встановлюється водопроникність, гідрологічні показники ґрунту, ухил поверхні землі та класифікується територія за ухилом).

- Кліматичних умов (агрокліматичні особливості району: тривалість безморозного періоду, сума активних температур, температурний режим вегетаційного періоду, опади, випаровування, режим відносної вологості та дефіциту вологості повітря);

- Агробіологічних характеристик провідних с.-г. культур (фази розвитку основних сільськогосподарських культур, потреби в теплі та волозі).

Найкращий водний режим створюється на ґрунтах із зернисто-дрібногрудочкуватою структурою, а найгірший — на розпилених, глинистих та піщаних ґрунтах.

Нагромадження і утримання води ґрунтом залежить від агрофізичних та водних властивостей, зокрема водопроникності, вологоємності та водопідіймальної здатності. Всі ці властивості пов'язані з механічним складом, вмістом органічної речовини в ґрунті (особливо гумусу) та структурою ґрунту. Легкі піщані та супіщані ґрунти мають високу водопроникність, швидко й майже повністю вбирають талі води й вологу літніх опадів. Проте ці ґрунти характеризуються незначною вологоємністю і мало утримують води у своїй товщі. Водопідіймальна здатність цих ґрунтів також незначна. Вода може підійматися по капілярах не вище ніж на 40–60 см від рівня підґрунтових вод.

Суглинкові й глинисті ґрунти характеризуються значно вищою вологоємністю і кращими капілярними властивостями. Це пояснюється більшим вмістом глинистих частинок і гумусу.

Структурний ґрунт, який складається з дрібних водостійких грудочок, не запливає і не утворює міцної поверхневої кірки, він повніше вбирає і краще зберігає в собі вологу. В такому ґрунті вода легко проникає крізь великі щілини (пори) і швидко вбирається грудочками, звільнюючи місця для повітря. Безструктурні, розпилені ґрунти мають дуже обмежену водопроникність. Значна частина дощових і талих вод не встигає вбиратися ґрунтом і стікає по схилах в яри та балки, спричиняючи ерозію ґрунту. Надходження вологи в суглинкові та глинисті ґрунти значною мірою

залежать від стану їхньої поверхні, ступеня розпушеності оброблюваного шару. Глибоко оброблений, рихлий ґрунт нагромаджує значно більше вологи, ніж ущільнений, цілинний

До показників ґрунту, які зазнають найбільшого впливу зрошення відноситься кількість і склад водорозчинних солей, а також вміст карбонатів. При зрошенні водами різного складу та якості в умовах України спостерігаються тенденції щодо накопичення водорозчинних солей у ґрунті, зміна складу їхнього вбирного комплексу, тобто розвиток процесів засолення і осолонцювання ґрунту.

Швидкість і напрямок цих процесів залежать від кількісних та якісних показників поливної води, режиму зрошення, кількості та режиму випадання осінньо-зимових опадів.

Зрошення зумовлює активізацію ґрунтових карбонатів і залучення їх в міграційні процеси. Карбонатні новоутворення при їх активізації зрошуваною водою представляють ресурси іонів кальцію, відіграючи важливу роль в регулюванні кислотно-лужних властивостей ґрунтів та що важливо підтримує ґрунтову структуру.

Сольовий режим є невід'ємною складовою родючості ґрунтів. Осолонцювання й засолення ґрунтів призводить до погіршення їх фізичних властивостей, що в свою чергу відображається на поживному режимі, газообміні, аерації тощо.

Класифікація зрошуваних земель за ухилом поверхні

Класифікація території	Придатність до зрошення
– безстічні, $i < 0,0002$	Найбільш сприятливі для зрошення
– слабо-стічні (малі), $i = 0,0002-0,002$	
– середньо-стічні (середні), $i = 0,002-0,006$	При зрошенні слід застосовувати протиерозійні заходи
– сильно-стічні (великі), $i = 0,003-0,03$	

Ухил поверхні визначається за формулою:

$$i = \frac{\Delta H}{L}$$

L - ухил поверхні

де ΔH - різниця позначок поверхні землі на відрізку, м;

L - довжина відрізку по лінії визначення уклону, м.

Зрошення зумовлює зміну сольового режиму ґрунту. І повернення до природніх умов не повертає ґрунт до попереднього стану.

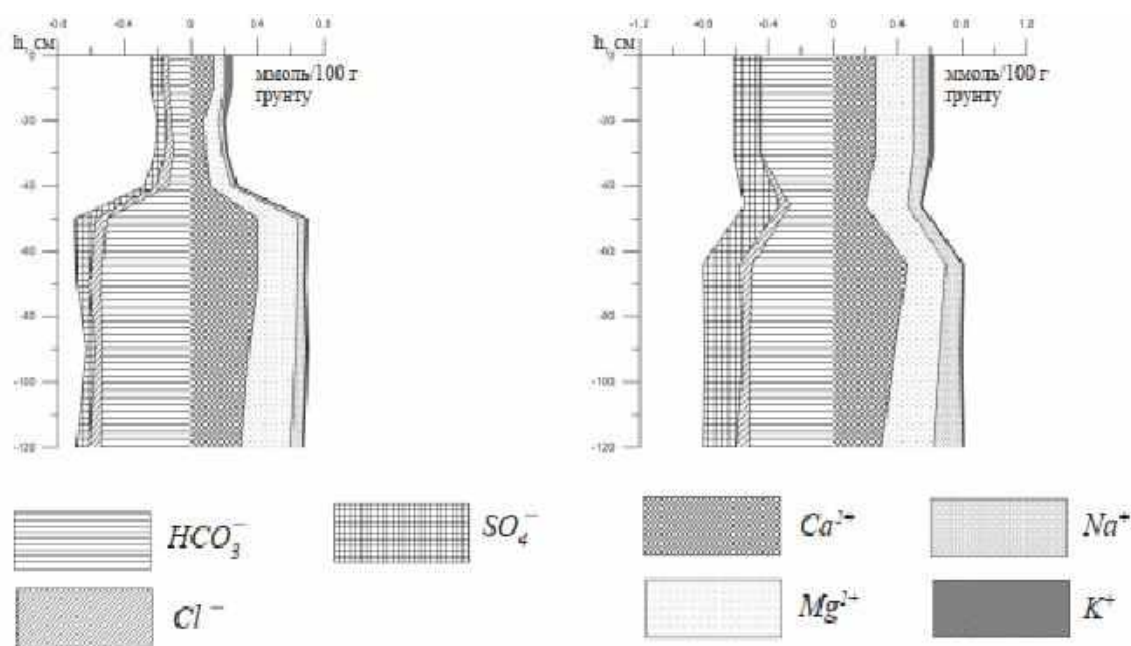


Рис. 1. Сольові профілі чорнозему південного без зрошення (з права); 2 роки без зрошення ділянки краплинного зрошення (з ліва)

Застосування краплинного зрошення зумовлює неоднорідний розподіл солей по площі поля відповідно до розтушування стічок зрошення та емітерів.

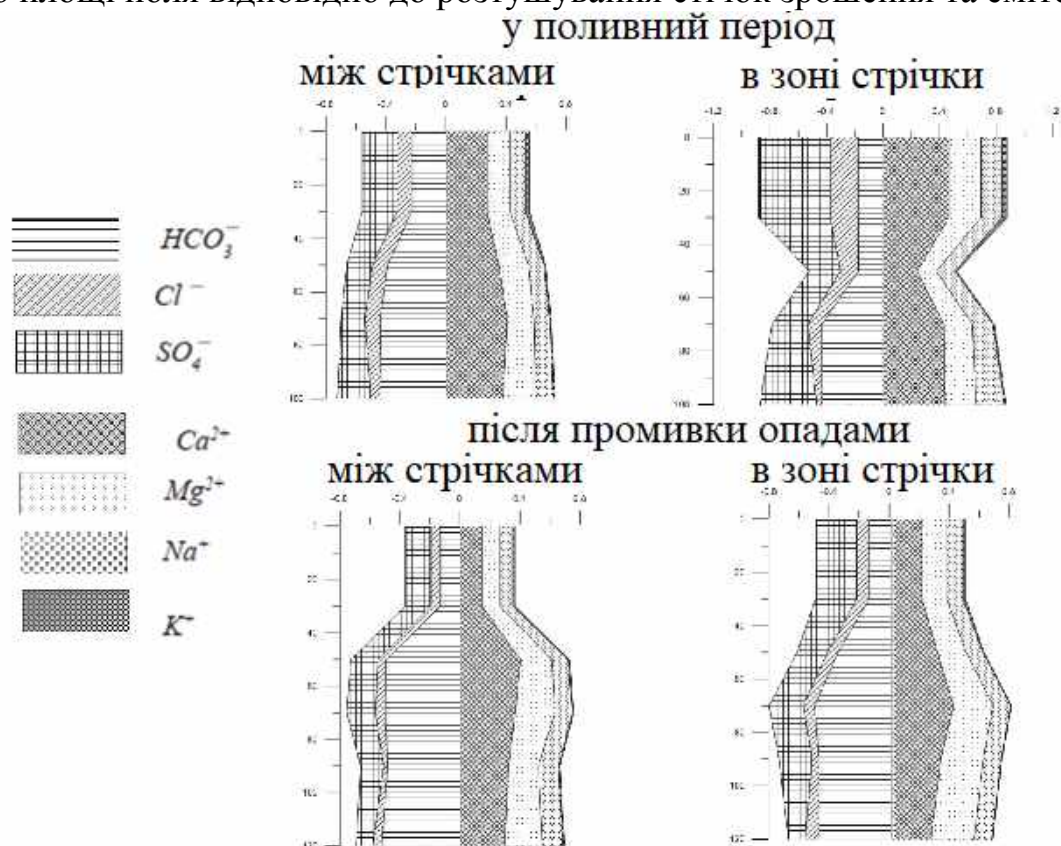


Рис. 2 Динаміка сольових профілей ґрунту

В результаті природнього надходження опадів у післязбиральний період спостерігається міграція солей. (данні Цуркан О.І., Біланчин Я.М. 2018)

Один із критеріїв оцінки меліоративно-гідрогеологічного стану зрошуваних територій критичний рівень ґрунтових вод. Величина критичного рівня пов'язана із механічним складом ґрунту, наявністю солей та їх вмістом. Глибина залягання ґрунтових вод одна із причини засолення ґрунтів аридних областей.

Критичний рівень за О.М. Костяковим на лесових ґрунтах 1,5—3,5 м (залежно від зміни мінералізації ґрунтових вод в межах від 1,5 до 7,0 г/л).

Б.Ф. Федоров рекомендував для болотних та болотно-лучних ґрунтів з прісними бікарбонатними ґрунтовими водами становить 1,2—1,5 м;

для болотно-лучних і лучних ґрунтів сульфатного засолення [з сульфатними ґрунтовими водами — 1,8—2,2 м;

для сіроземів і лучних ґрунтів з хлоридно-сульфатним і сульфатно-хлоридним складом ґрунтових вод—2—2,7 м.

Завдання

1. Навести фізичні властивості ґрунту визначеного господарства, що мають значення для запровадження зрошення.
2. Зазначити, як стан поверхні ґрунту впливає на придатність масиву для зрошення.
3. Яке значення має глибина залягання ґрунтових вод і критичне значення цього показника
4. Яке значення має родючість ґрунту для запровадження зрошення

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Які фактори впливають на вибір способу зрошення
2. Що зумовлює посилення ризику ерозії
3. Які ґрунти характеризуються значно вищою вологоємністю і кращими капілярними властивостями.
4. Які показники сольового режиму треба враховувати при плануванні зрошення
5. Як мікрорельєф та макрорельєф впливає на вибір технічних засобів та способу зрошення
6. Як водопроникність впливає на проектування режиму зрошення
7. Що таке критичний рівень ґрунтових вод та яке це має значення

ПРАКТИЧНА РОБОТА 2

Оцінка гідротермічних умов та обґрунтуванням необхідності зрошення.

Мета Сформувати поняття щодо гідротермічних умов території України та визначити потреби в зрошенні.

Обладнання: Методичні вказівки, конспект лекцій, комп'ютер із доступом до інтернету, довідкова література та інформація.

ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

В Україні обліковується 5485,3 тис. га меліорованих земель, зокрема 2178,3 тис. га зрошуваних і 3307 тис. га осушуваних земель з відповідною меліоративною інфраструктурою. Постійного зрошення потребують майже 19 млн га орних земель, а водорегулювання — 4,8 млн га. Згідно з прогнозами фахівців, подальші зміни клімату погіршуватимуть умови природного забезпечення ґрунтів вологою.

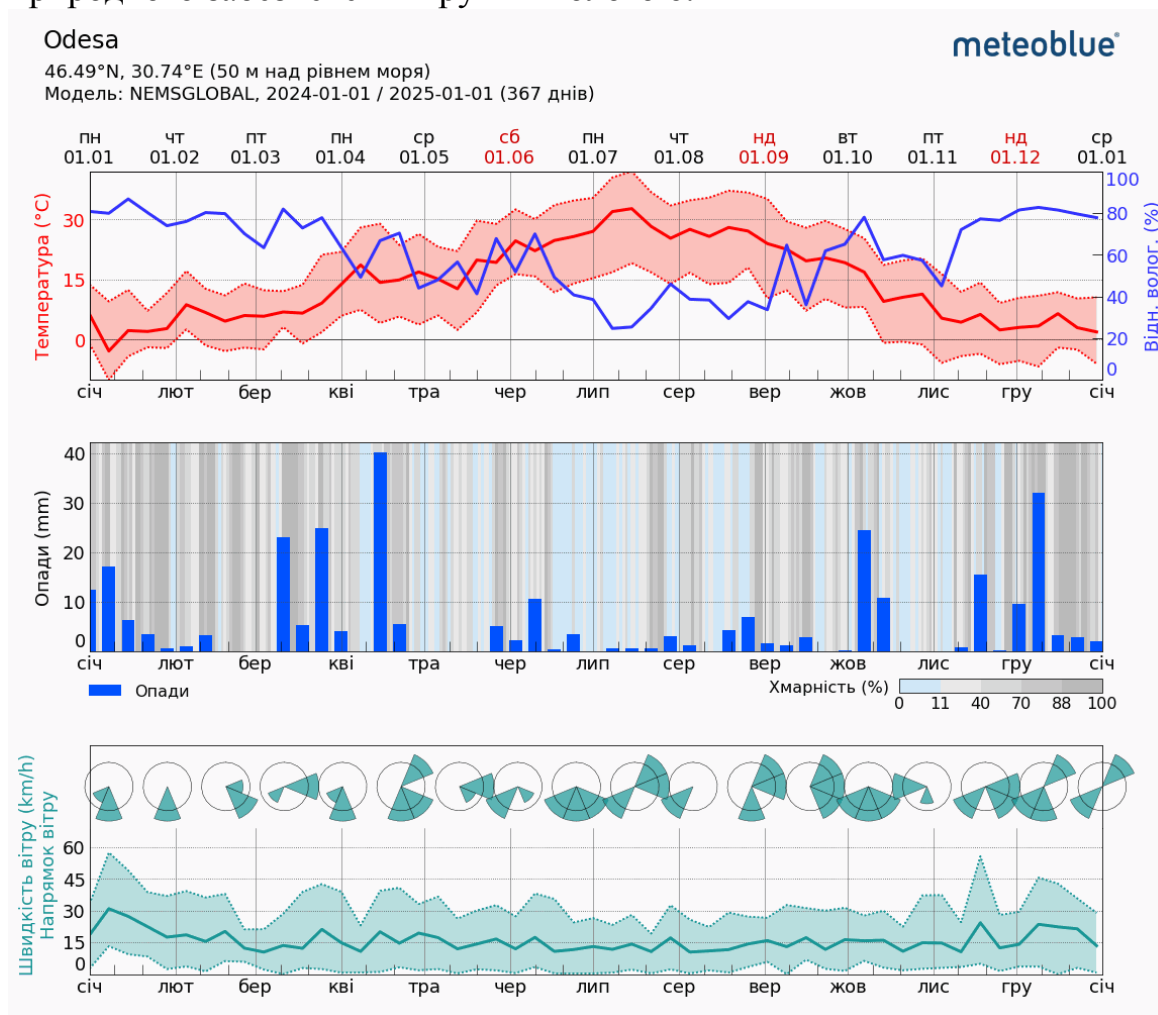


Рис. 3. Показники погодних умов м. Одеси в 2024 році

Погодні умови, є основним критерієм необхідності зрошення. Оцінка потреби здійснюється на основі водного балансу.

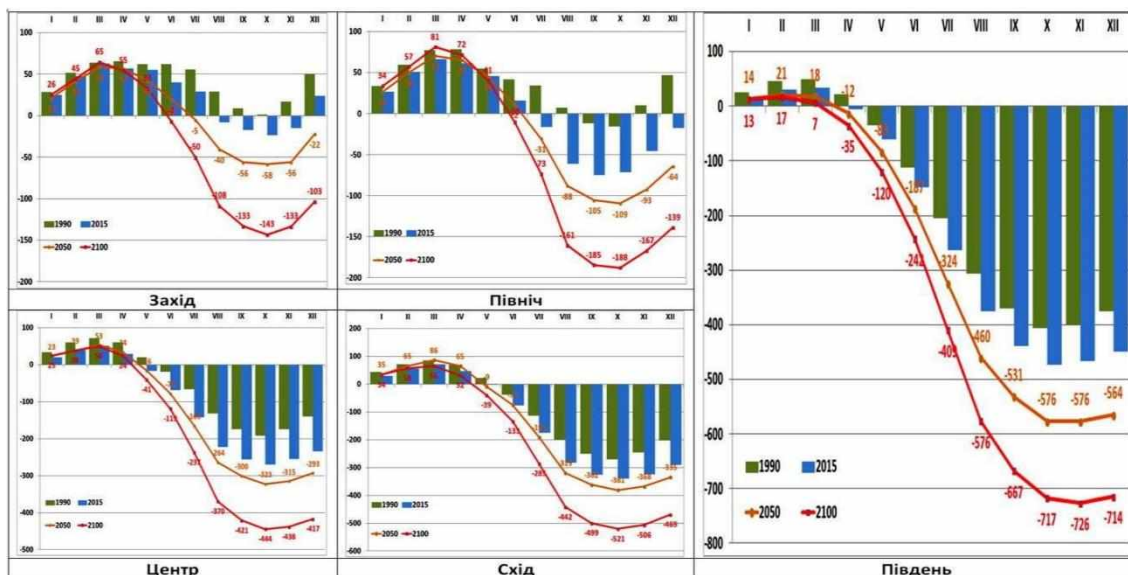


Рис. 4. Динаміка місячного кліматичного водного балансу наростаючим підсумком з початку року.

Для оцінки посушливості території, традиційно використовувалися різноманітні розрахункові коефіцієнти, обчислення яких потребує тривалих часових та просторових рядів метеорологічних спостережень. Потенційне та фактичне випаровування тісно пов'язані із надходженням сонячної енергії що відображають переважно температурою повітря.

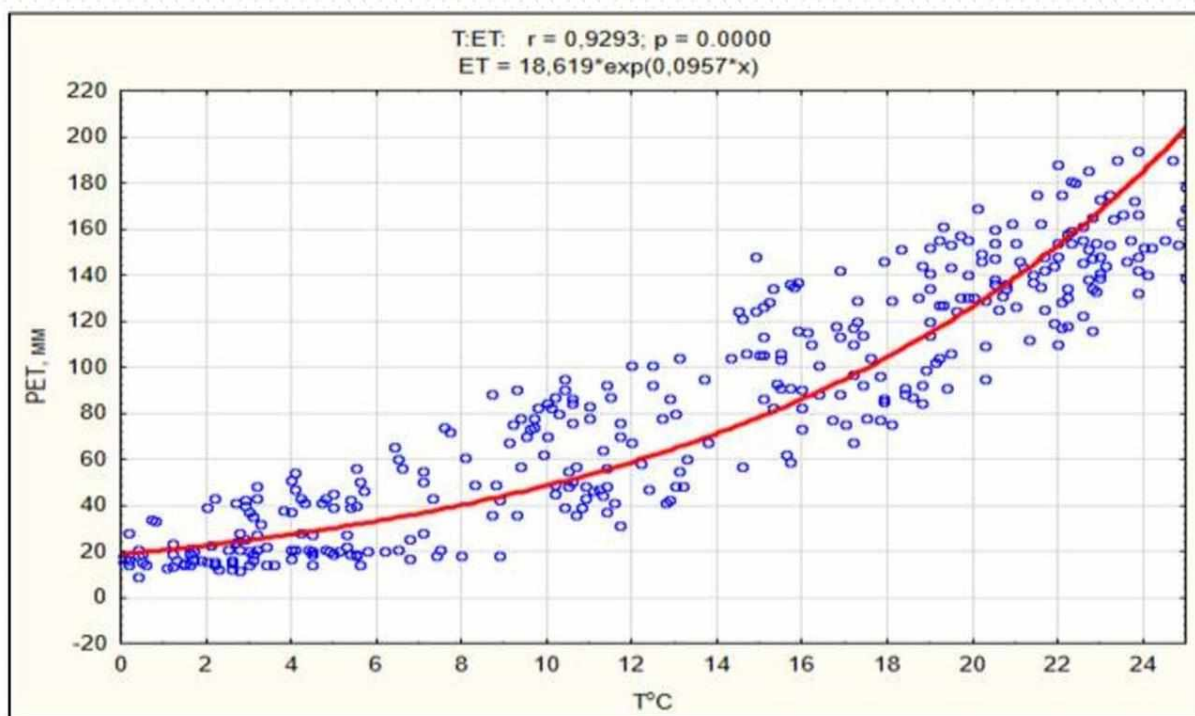


Рис. 6. Залежність потенційного випаровування від середньомісячної температури повітря, мм

Гідротермічний коефіцієнт зволоження Селянинова (ГТК) є співвідношенням суми опадів до 0,1 суми температур за період часу з

температурою вище за 10°C. Цей показник має перевагу над іншими — характеризує не тільки прибуткову частину водного балансу (опаді), а й непродуктивну витрату вологи (випаровуваність ($E_0 = 0,1 \sum T$) з поверхні ґрунту, рослинності). ГТК є достовірним показником зволоження в тих районах, для яких характерний однорідний тип річного ходу опадів. Окрім того, він об'єктивний і працює в достатньо широкому діапазоні сполучень температури та опадів. Зволоження вегетаційного періоду істотно надмірне з ГТК 2.0. Установлено такі критерії, які характеризують інтенсивність посух за ГТК: ГТК менше за 0,5 — різка нестача опадів, сильна посуха; ГТК 0,6–0,7 — недостатнє зволоження (дуже посушливо); 0,8–0,9 — посушливо (посуха не інтенсивна); 1,0–1,2 — недостатня вологість; 1,3–1,6 — помірна вологість; >1,7 — надмірна вологість

Для оцінювання вологозабезпеченості території Д.І. Шашко запропонував показник атмосферного зволоження — коефіцієнт зволоження K_3 :

$$K_3 = \frac{r}{\sum(E - e)} = \frac{r}{\sum d},$$

де r — сумарна кількість опадів за рік, мм;

$\sum(E - e) = \sum d$ — сума середніх добових дефіцитів насичення водяної пари та дефіциту вологості повітря за той самий період, гПа.

Подібний показник зволоження M_d запропонував й Н.Н. Іванов:

$$M_d = \frac{r}{0,45 \sum(E - e)},$$

де $0,45 \sum(E - e) = 0,45 \sum d$ — умовна випаровуваність, мм.

Коефіцієнт зволоження Н.Н. Іванова

$$K_{36} = \frac{r}{E}$$

$$E = 0,018 * (t + 25)^2 * (100 - R)$$

де r — сумарна кількість опадів за рік, мм;

E — випаровуваність, яка за моделлю Н. М. Івановим визначається за необхідний проміжок часу :

$$E = 0,018 * (t + 25)^2 * (100 - R),$$

де t — середня температура °C за період декада, місяць, рік;

R — середня відносна вологість повітря за аналогічний період, %.

За класифікацією Н. М. Іванова, K_{36} **вказує** на природні зони, напівпустелі — 0,5; сухий степ — 0,5-0,8; степу — 0,8-1; лісостепу — 1-1,2; полісся — понад 1,3.

Таблиця 1

Опади, випаровуваність і коефіцієнт зволоження у степовій зоні України

Пункти → Показники ↓	Північна степова підзона				Середня степова підзона			Сухостепова підзона	
	Балта	Дніпро	Донецьк	Луганськ	Дунайське гирло	Каховське водосхов.	Ріка Молочна	Дніпровський лиман	Присивашся
Опади, мм	550	530	550	480	450	450	400	400	350
Випаровуваність мм	780	800	830	820	870	850	880	900	900
K= г/г	0,70	0,66	0,66	0,58	0,52	0,53	0,45	0,44	0,39

Умови зволоження в період інтенсивного росту трав задовільно можна оцінити за формулою Федосєєва:

$$M = \frac{W_{\text{в}} + r}{\sum d}.$$

де $W_{\text{в}}$ — весняні запаси продуктивної вологи метрового шару ґрунту, мм;

r — кількість опадів за період від весняного визначення запасів вологи в ґрунті до моменту оцінювання умов зволоження, мм;

$\sum d$ — сума середніх добових дефіцитів насичення водяної пари за той самий період, мм.

Для усунення недоліків ГТК вченими запропоновано модифіковані формули. Зокрема С.А. Сапожникова радить обчислювати коефіцієнт зволоження за виразом

$$K_3 = \frac{W_{\text{в}} + r}{0,18 \sum t_{>10^{\circ}\text{C}}}.$$

де $W_{\text{в}}$ — весняні запаси вологи в ґрунті, мм.

За моделлю Л.С. Кельчевської, при обчисленні коефіцієнта зволоження (аналога ГТК) потрібно диференційовано враховувати кількості опадів зимового і вегетаційного періодів:

$$K_3 = \frac{k \sum r_1 + \sum r_2}{0,1 \sum t_{>10^{\circ}\text{C}}},$$

де k — коефіцієнт поглинання осінньо-зимових опадів;

$\Sigma r_1, \Sigma r_2$ — сумарні кількості відповідно осінньо-зимових і весняно-літніх опадів.

М.І. Будико запропонував умови зволоження оцінювати за показником

$$K_z = \frac{R}{qr},$$

де R — радіаційний баланс, Дж/м²;

q — прихована теплота випаровування, Дж/кг;

r — сумарна кількість опадів за рік, мм.

Таблиця 2.

Кліматична характеристика періоду активної вегетації

Показники	IV			V			VI			VII			VIII			IX		
Середньодакдачна температура повітря (t), °C	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Опади (P), мм																		
Середньодакдачний дефіцит вологості повітря (d), мб																		

Необхідність зрошення можна оцінити за результатами визначення коефіцієнту природної вологозабезпеченості. Зрошення необхідне в природних зонах: засушливих де $K_{ne} \leq 0,4$ а також у зонах недостатнього зволоження де $K_{ne} = 0,4-0,7$. У зоні достатнього зволоження де $K_{ne} \geq 0,7$ зрошення доцільне при вирощуванні лише високоприбуткових культур.

$$K_{ne} = \frac{\sum P(1 - \alpha)}{\sum E},$$

Де K_{ne} — коефіцієнт природної вологозабезпеченості;

$\sum P$ — сума опадів за період, мм;

α - коефіцієнт стоку (0,2-0,3)

$\sum E$ — сумарне випаровування, значення якого складає 450-500 мм для зони чорноземів типових та 500-600 мм для зони південних чорноземів, темнокаштанових та каштанових ґрунтів.



Рис. 7. Прогноз зміни районів різного вологозабезпечення

Довідкова інформація

<http://www.pogodaiklimat.ru/history.php?id=ua>

https://www.meteoblue.com/uk/weather/historyclimate/weatherarchive/odesa_ukraine_698740

<https://meteopost.com/weather/climate/>

Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського [Електронний ресурс]. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>

Завдання

1. Обґрунтувати умови зволоження в період інтенсивного росту трав задовільно можна оцінити за формулою Федосєєва
2. Оцінити та визначити коефіцієнт природньої вологозабезпеченості

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Оцініть потребу в зрошенні за класифікацією умов по коефіцієнту Н. М. Іванова
2. При яких умовах зволоження в період інтенсивного росту трав задовільно можна оцінити за формулою Федосєєва
3. Яке значення для обґрунтування зрошення має динаміка температури повітря
4. Які кліматичні зміни впливають на потреби в зрошенні.
5. Які гідротермічні коефіцієнти характеризують посушливість зони.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 3

Водно-фізичні властивості ґрунту.

Мета Усвідомити основні водно-фізичні властивості ґрунту та їх значення для формування водного режиму ґрунту.

Обладнання: Методичні вказівки, конспект лекцій, комп'ютер із доступом до інтернету, довідкова література.

ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

Рідка фаза ґрунту є найбільш рухомою, динамічною і водночас активною його частиною. В ґрунтовому розчині мінеральні й органічні речовини знаходяться в молекулярному, колоїдному та іонному станах.

Межі значень вологості, які характеризують виникнення різних форм і категорій ґрунтової води називаються ґрунтово-гідрологічними константами. В агрономічній практиці ґрунтово-гідрологічні константи характеризуються межами доступності води рослинам. Найбільш важливими є

- Максимально гігроскопічність (МГ)
- Вологість стійкого в'янення рослин (ВСВ)
- Вологість розриву капілярів (ВРК)
- Найменша або польова вологоємність (НВ)
- Повна або повна водомісткість (ПВ).

На величину МГ суттєво впливає мінералогічний, гранулометричний склад, гумусованість. Чим більше в ґрунті мулистих та, особливо, колоїдних частинок, тим більше буде гігроскопічної води МГ – одна з найважливіших ґрунтово-гідрологічних констант: о піщані ґрунти – 0,5 – 1,3%; о легкосуглинкові – 1,5 – 3%; о важкосуглинкові – 5 – 8%; о глинисті – 10 – 12%. о торф'яні – 18 – 22%.

Властивість ґрунту сорбувати пароподібну воду називають гігроскопічністю. Максимальна кількість води, яку може поглинути ґрунт з повітря при відносній його вологості приблизно 95-100%, називається **максимальною гігроскопічністю (МГ)**.

Вологість стійкого в'янення (ВСВ) – це вологість, при якій рослини проявляють ознаки стійкого в'янення, що в середньому складає 1,5 від МГ. Це нижня межа доступної для рослин води. Вона залежить не тільки від властивостей ґрунту, а й від типу рослин

Вологість розриву капілярного зв'язку (ВРК) – це кількість води, при якій розривається суцільний потік капілярної води в ґрунті, що складає 65–70% від НВ та відповідає нижній межі оптимальної зволоженості ґрунту

НВ найменша вологоємність – максимальна кількість капілярно-підвищеної води, яку може утримати ґрунт після стікання надлишку води при глибокому заляганні ґрунтових вод. Залежить від гранскладу, структурності ґрунту (піщані - 5-10%, супіщані - 10-20%, суглинкові - 20- 30%, глинисті -

30-45%). Це одна з найважливіших гідрологічних характеристик ґрунту, константа - верхня межа оптимального зволоження. В природі вона спостерігається рідко - після рясних опадів чи період сніготаяння. При НВ ґрунт містить максимальну кількість вологи, доступної для рослин, решта її за звичайних умов стікає у глибші шари ґрунту.

Вимірюється у % від маси сухого ґрунту, в мм і м³ /га

Терміну НВ відповідають терміни (синоніми) польова вологоємність (ПВ), загальна вологоємність (ЗВ) та гранично польова вологоємність (ГПВ), останній термін широко використовується в агрономічній практиці при меліорації. НВ залежить від: гранулометричного і хімічного складу ґрунту, його структурності, щільності та пористості.

ПВ повна вологоємність (не плутати із польовою вологоємністю) – найбільша кількість вологи, яку може вмістити ґрунт при повному заповненні всіх пор, за винятком защемлених, тому ПВ приблизно дорівнює пористості ґрунту (в об'ємних процентах).

Водопроникність – це здатність ґрунтів всмоктувати й пропускати через себе воду, яка поступає з поверхні. Це одна з важливих ґрунтово-гідрологічних характеристик, що впливає на особливості формування стоку, водний режим ґрунту.

Процес руху води має два етапи: всмоктування (інфільтрація) та просочування (фільтрація).

Інфільтрація – заповнення водою вільних пор ґрунту під впливом сорбційних, меніскових, гравітаційних сил і градієнта напору.

Фільтрація – безперервний рух води в насиченому ґрунті під впливом градієнта. Межею між всмоктуванням і фільтрацією вважають установаження постійної швидкості фільтрації.

Водопроникність залежить від: гранулометричного складу і хімічних властивостей, структурного стану, щільності, вологості й тривалості зволоженості ґрунту. Вимірюється об'ємом води, який переходить через одиницю площі поперечного перерізу за одиницю часу (коефіцієнтом фільтрації).

Водопідіймальна здатність ґрунту – це його властивість викликати висхідне пересування в ньому води за рахунок капілярних сил. Висота і швидкість капілярного підняття води в основному визначаються гранулометричним і структурним станом ґрунту, його пористістю. Чим важчі ґрунти і менш структурні, тим більша потенційна висота підняття води по капілярах, а швидкість підйому – менша. Капілярні сили починають проявлятися в порах діаметром 8 мм, але особливо яскраво – у порах діаметром 0,1-0,003 мм.

Інфільтрація – заповнення водою вільних пор ґрунту під впливом сорбційних, меніскових, гравітаційних сил і градієнта напору.

Фільтрація – безперервний рух води в насиченому ґрунті під впливом градієнта.

Межею між всмоктуванням і фільтрацією вважають установлення постійної швидкості фільтрації.

Водопроникність ґрунтів знаходиться в тісній залежності від їх гранулометричного складу і хімічних властивостей, структурного стану, щільності, вологості й тривалості зволоженості. Дуже знижує водопроникність ґрунтів наявність набряклих колоїдів, особливо насичених натрієм або магнієм. При зволоженні таких ґрунтів вони швидко набрякають і робляться практично водонепроникними. Ґрунти структурні, пухкі, характеризуються великим коефіцієнтом всмоктування й фільтрації.

Водопроникність ґрунтів вимірюється об'ємом води, який переходить через одиницю площі поперечного перерізу за одиницю часу (коефіцієнтом фільтрації). Величина ця дуже динамічна й змінюється як за профілем ґрунтів, так і просторово. Оцінити водопроникність ґрунтів важкого механічного складу можна за шкалою, яку запропонував Н.А. Качинський (1970): водопроникність (у см) за 1 годину при тиску 5 кПа і температурі води 10°C

- більше 1000 – провальна;
- 1000-500 – надлишково висока;
- 500-100 – найкраща;
- 100-70 – добра;

Доступність ґрунтової води для рослин є винятково важливою характеристикою, яка визначає значною мірою родючість ґрунтів. Рослини в процесі життя поглинають дуже велику кількість води. Вони витрачають її на транспірацію та утворення біомаси.

Витрати води з ґрунту рослинами характеризується **транспіраційним коефіцієнтом** (ТК) – кількістю води, яка необхідна для утворення одиниці сухої маси рослини. Для більшості культурних рослин **транспіраційний коефіцієнт** коливається в межах 400-600, досягаючи деколи 1000, тобто для утворення 1 т сухої органічної речовини біомаси витрачається 400-600 т і більше води з ґрунту.

За доступністю для рослин ґрунтова вода може бути поділена на форми:

1. Недоступна для рослин – це вся міцно зв'язана вода, так званий її мертвий запас. Недоступність пояснюється тим, що утримуюча сила поверхні ґрунтових частинок набагато більша, ніж всмоктувальна сила коренів. Мертвий запас води в ґрунтах відповідає приблизно максимальній адсорбційній вологості.

2. Дуже важкодоступна для рослин – в основному пухкозв'язана (плівчаста) вода. Важка доступність зумовлена її низькою рухомістю. Вода не встигає підткати до точок її споживання, тобто до кореневих волосків. Вміст води в ґрунті, який відповідає вологості в'янення, є нижньою границею продуктивної доступної вологи.

3. Важкодоступна вода лежить у межах між вологістю в'янення й вологістю розриву капілярного зв'язку.

4. Середньодоступна вода відповідає діапазону від вологості розриву капілярів до найменшої вологоємності. Ця вода рухома й рослини можуть поглинати її. Різниця між найменшою вологоємністю та вологістю в'янення – це діапазон фізіологічно активної води в ґрунті.

5. Легкодоступна, яка переходить у надлишкову воду, відповідає діапазону вологості від найменшої до повної вологоємності.

Завдання

1. Поясніть природу ґрунтово-гідрологічних констант
2. Визначити та проаналізувати форми доступної та недоступної для рослин ї води ґрунту.
3. Для визначених ґрунтових умов охарактеризувати можливі та фактичні запаси води в ґрунті

ПИТАННЯ САМОКОНТРОЛЮ:

1. Які форми ґрунтової води вам відомі?
2. Що собою являє ґрунтово-гідрологічні константи?
3. Назвіть і охарактеризуйте ґрунтово-гідрологічні константи.
4. Яке значення мають водні властивості ґрунту.
5. Як при плануванні водного режиму враховують ґрунтово-гідрологічні константи
6. Як залежать запаси вологи від механічного складу ґрунту
7. Яка різниця між фільтрацією та інфільтрацією ?
8. Що відображає транспіраційний коефіцієнт та чим він зумовлений

ПРАКТИЧНА РОБОТА 4

Водні режими ґрунту та особливості їх формування.

Мета Осмислити процеси формування водного режиму ґрунту та заходи його регулювання.

Обладнання: Методичні вказівки, конспект лекцій, комп'ютер із доступом до інтернету, довідкова література.

ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

Водний режим ґрунту - це сукупність явищ надходження переміщення, змін фізичного стану та втрати води з ґрунту. Водний режим визначається балансом води – сукупністю приходних та витратних складових.

Водний режим ґрунтів — сукупність процесів надходження, руху й витрати вологи в ґрунті. Основне джерело ґрунтової вологи — атмосферні опади, кількість і розподіл яких у часі залежать від клімату даної місцевості та метеорологічних умов окремих років. У ґрунт надходить менше вологи, ніж випадає у вигляді опадів, оскільки значна частина затримується рослинністю, особливо кронами дерев. Іншим джерелом надходження вологи в ґрунт є конденсація атмосферної вологи на поверхні ґрунту та в його верхніх шарах (10—15 мм). Туман може давати значно більше вологи (до 2 мм/добу), хоча і є рідкіснішим явищем. Практичне значення туману проявляється переважно в прибережних районах, де вночі над поверхнею ґрунту збираються великі маси вологого повітря.

Частина вологи, яка надійшла на поверхню ґрунту, утворює *поверхневий стік*, який спостерігається навесні під час танення снігу, а також після рясних дощів. Величина поверхневого стоку залежить від кількості опадів, кута нахилу місцевості й водопроникності ґрунту. Виділяють також *бічний (внутрішньогрунтовий) стік*, що виникає через різну щільність ґрунтових шарів. При цьому вода, що надійшла в ґрунт, фільтрується через верхні шари, а дійшовши до пласта з важчим гранулометричним складом, утворює водоносний горизонт, який називається *ґрунтовоюверховодкою*. Частина вологи з верховодки все ж просочується в глибші шари, досягаючи ґрунтових вод, які й утворюють *ґрунтовий стік*. За наявності похилу місцевості частина вологи, зосереджена у водоносному горизонті, може стікати в знижені ділянки рельєфу.

Окрім стоку, частина ґрунтової вологи витрачається на випаровування. Через своєрідність і мінливість властивостей ґрунту як поверхні, що випаровує, за однакових метеорологічних умов швидкість випаровування змінюється відповідно до зміни вологості ґрунту. Величина випаровування може досягати 10—15 мм/добу. Ґрунти з близьким заляганням ґрунтових вод випаровують набагато більше води, ніж із глибоким.

До елементів водного режиму (балансу) належать: поглинання, фільтрація, капілярне підняття, поверхневий стік, низхідний та боковий стоки, фізичне випаровування, десукція, замерзання, розмерзання, конденсація та споживання води рослинним покривом.

Залежно від співвідношень цих явищ у ґрунтах складається тип водного режиму (ТВР).:

мерзлотний – наявність шару багаторічної мерзлоти заважає інфільтрації (просочуватись униз) гравітаційній воді. У теплий період лід розмерзається зверху вниз і над мерзлим шаром утворюється надмерзлотна верховодка. Вода витрачається на випаровування, боковий стік. Ґрунт постійно вологий. Протягом більшої частини вегетаційного періоду волога підтримується на рівні від НВ до ПВ і ніколи не буває нижчою від вологи в'янення (ВВ).

промивний – перевищення інфільтрації води над випаровуванням її в атмосферу. Режим властивий ґрунтам лісових зон тайги, вологих субтропіків і тропічних лісів, помірних широколистяних лісів, де річна сума опадів перевищує річну випаровуваність. Ґрунти мають надлишок води.

періодично промивний – випаровування води в атмосферу в окремі роки та в середньому дорівнює величині інфільтрації. Тип характерний для ґрунтів, які формуються при річній сумі опадів, що приблизно дорівнює річній випаровуваності. Це характерно для зони лісостепу з вилугуваними, типовими чорноземами. Промивання відбувається періодично один раз в 10-15 років. Періодично (не щорічно) весь профіль насичується водою до НВ. У нижній частині профілю періодично волога падає до ВРК, а у верхній - до ВВ.

непромивний – випаровування та інфільтрація вологи однакові. Тип властивий зонам, де середня річна норма опадів менша від середньорічної випаровуваності (степ, посушлива савана). Ґрунтова товща промочується на глибину 0,5–2 м, нижче знаходиться шар із постійно низькою вологою. У верхній частині профілю відповідно з режимом опадів вологість коливається від ПВ до ВВ, у нижній – від вологи розриву капілярів (ВРК) до ВВ протягом року.

випітний – випаровування переважає над інфільтрацією. Характерний для ґрунтів, у профілі яких є капілярна рівень ґрунтових вод; має місце в ґрунтах аридного клімату, але в яких ґрунтові води близькі до поверхні. В них капілярна кайма періодично піднімається до поверхні, ґрунтові води випаровуються фізично і в разі наявності солей, розчинних у воді, поверхневі горизонти збагачуються ними. Формуються лугові солончаки і солончакові ґрунти.

десуктивно-випітний – подібний до випітного, однак волога капілярної рівня ґрунтових вод використовується кореневою системою рослин і витрачається на десукцію – випаровування поверхнею листків рослин. Має місце при формуванні лугових ґрунтів, лугово-чорноземних, луговокаштанових. Режим зволоження складається з двох періодів – весною і після сильних опадів профіль ґрунту промочується до ґрунтових вод. У посушливий період вода піднімається вгору.



Рис. 8. Форми води в ґрунті

Рух води в ґрунті залежить від зволоження та проявів різноманітних сил. Головною умовою пересування вологи є різниця сил (градієнт). Усі сили діють на ґрунтову вологу разом, але переважає якась певна з них залежно від вологості ґрунту. Відповідно:

- **Вільна (гравітаційна) вода** заповнює великі ґрунтові пори, під дією сили тяжіння утворює спадний потік, утворюючи верховодку й частково просочуючись у ґрунтові води. За допомогою гравітаційної води в ґрунті проходять елювіальні та ілювіальні процеси, з неї утворюються всі інші форми ґрунтової вологи. Вона може конденсуватися з пароподібної вологи, але переважно наповнюється через атмосферні опади.

- **Пароподібна волога** присутня в ґрунті за будь-якого рівню його зволоження, заповнюючи пори, вільні від крапельно-рідкої. Розрізняють активне та пасивне пересування пароподібної вологи. Перше — зумовлено явищами дифузії, друге відбувається разом опосередковано, спільно з переміщенням ґрунтового повітря. Пароподібна волога має велике значення в колообігу води в ґрунті, хоча на неї припадає не більше 0,001% від загальної маси ґрунтової вологи. З плином часу водяна пара з ґрунту переходить в атмосферу, а запаси пароподібної вологи поповнюються з інших форм, в тому числі й фізично пов'язаних. За однакової температури пароподібна волога переміщається в менш насичені водою ділянки. За різної температури рухається в місця з меншою температурою, але зовсім не завжди в сухіші ділянки. Пароподібна волога циркулює по всьому профілю, незалежно від потужності та глибини залягання ґрунтових вод.

- **Лід** утворюється в ґрунтах за зниження температури з інших форм вологи послідовно — починаючи від вільних і закінчуючи зв'язаними.

Гравітаційна вода замерзає в незасолених ґрунтах за 0 °С, а максимально гігроскопічна — тільки за -78 °С. Промерзання ґрунту, змоченого не більше його загальної вологомисткості, супроводжується поліпшенням ґрунтової будови внаслідок спресування зерен і грудочок водою, замерзлих у великих порах, і коагуляції колоїдів у незамерзлих об'ємах води. Промерзання ж перезволоженого ґрунту зумовлює розрив льодом складників ґрунту, що змінює його будову. Замерзлі, помірно зволожені ґрунти мають деяку водопроникність, а перезволожені аж до відтавання не пропускають вологу. Замерзання всієї води, яка знаходиться у ґрунті, спостерігається для ґрунтів за температур¹

Формування типу водного режиму залежить від: клімату, рельєфу, водних властивостей, рівня ґрунтових вод, наявності мерзлоти, характеру рослинності, діяльності людини.

Виділяють також:

- водонасичений (водозастійний) режим що характеризує болотні ґрунти атмосферного зволоження і деколи ґрунтового зволоження. Волога ґрунту зберігається протягом року в межах повної вологоємкості (ПВ) і тільки в посушливі періоди знижується до найменшої вологоємкості (НВ),

- періодично водонасичений (водозастійний) режим має місце у болотних ґрунтах ґрунтового зволоження. Відповідно із сезонними коливаннями рівня ґрунтових вод волога ґрунту варіює від повної до найменшої вологоємкості, але в окремі періоди поверхневий горизонт може висушуватись і нижче від найменшої вологоємкості.

- промивний сезонно-посушливий режим характерний для територій з двома контрастними сезонами: дощового з вологістю ґрунту від ПВ до НВ і посушливого.

- арідний (посушливий) - весь профіль ґрунту сухий протягом всього року. Волога близька до ВВ або навіть нижча. Формуються напівпустельні ґрунти.

- затоплюваний режим характерний для ґрунтів, які періодично затоплюються водами рік, схилів, дощовими або іншими водами (заплави річок).

- амфібіальний режим - у постійно затоплюваних маршах і плавнях дельт річок, у морських і озерних мілководдях, або в періодично затоплюваних приливними водами манграх.

- іригаційний характерний для штучно зрошуваних ґрунтів.

- осушувальний характерний для осушених болотних і заболочених ґрунтів.

В практиці розрізняють проєктний та експлуатаційний режими зрошення.

Проектний режим зрошення розробляють на стадії проєктування зрошувальних систем для виконання водогосподарських розрахунків та встановлення витратних характеристик зрошувальної мережі. Проєктний режим зрошення розробляють, як правило, на середньосухий рік 75 %-ї

забезпеченості для забезпечення водою рослин в три роки із чотирьох, а один рік рослини будуть забезпечені не в повній мірі, але дадуть значно більший врожай, ніж без зрошення, де врожай взагалі може загинути.

Експлуатаційні режими зрошення потрібні для планування сезонного та оперативного режимів на майбутній вегетаційний період, на одну-дві, декади внутрішньогосподарського водокористування

За можливістю реалізації режими зрошення поділяють на:

- біологічно оптимальний,
- економічно обґрунтований,
- економічно доцільний,
- господарсько можливий
- під запрограмований урожай.

Біологічно оптимальний – це такий режим зрошення, який забезпечує оптимальний водний, повітряний, тепловий і сольовий режим ґрунту для отримання максимально можливої урожайності в певних природних умовах і при певному способі поливу.

Економічно обґрунтований режим зрошення встановлюється на підставі техніко-економічних розрахунків і розробляється для проектування зрошувальних систем під час оптимізації їх параметрів, обґрунтування площ і об'єму води для зрошення.

Економічно доцільний режим зрошення має місце тоді, коли лімітуючим фактором є водні ресурси, але зрошення все ще економічно доцільне.

Господарський режим зрошення формується з врахуванням наявності трудових ресурсів, оснащення господарств технікою і характеризується, як правило, зниженою кількістю поливів. Він не повинен бути меншим економічно доцільного.

Під запланований урожай є елементом технології отримання запланованого урожаю. Це прототип економічно обґрунтованого режиму де фактори та елементи технології визначені запланованим рівнем продуктивності.

За впливом на ґрунтове середовище:

Оптимальний режим зрошення – це режим зволоження ґрунту, який забезпечує максимально можливий прибуток від зрошення при економічному використанні ресурсів, збереженні родючості ґрунтів, мінімальному негативному впливу на навколишнє природне середовище.

Водозберігаючий режим зрошення – це режим, при плануванні якого за критерій управління приймається умова мінімізації витрат поливної води на отримання одиниці врожаю. Зазначена умова реалізується шляхом зниження вологості ґрунту у некритичні фази розвитку сільськогосподарських культур на 5–10 % від граничної межі діапазону оптимального зволоження, що обумовлює незначні втрати врожаю (6–10 %), які однак можуть бути компенсовані за рахунок економії до 10–20 % поливної води.

Грунтозахисний режим зрошення – це режим, який в умовах незадовільного ґрунтово-екологічного стану земель сприяє разом з іншими агромеліоративними заходами збереженню родючості ґрунту за рахунок дотримання в оптимальному діапазоні показників родючості ґрунту та гідрогеолого-меліоративного стану земель.

Ґрунтово-екологічний стан земель – комплексна характеристика стану родючості ґрунту та гідрогеолого-меліоративного стану земель, яка може визначатись за якісними та кількісними показниками на основі показників гідрогеолого-меліоративного стану земель (рівень і мінералізація ґрунтових вод, стан засолення ґрунтів) та властивостей ґрунту (агрофізичних, фізико-хімічних і агрохімічних). Здійснюється оцінка відхилення від вихідного (до початку ведення зрошення) та оптимального їх рівня.

Еколого-меліоративний стан земель – комплексна характеристика геологічного середовища, що зазнало впливу зрошувальних меліорацій за певний період. Показниками еколого-меліоративного стану земель є параметри та їх критерії, що характеризують гідрогеологічні, інженерно-геологічні, ґрунтово-меліоративні умови, забруднення ґрунтів і вод тощо.

Таблиця 3.

Температури замерзання води в ґрунті різних материнських порід

Ґрунт	Інтервал температур замерзання
Каолініт	-10—20 ° С
Легкий суглинок	-20—30 ° С
Пилуватий суглинок	-40—50 ° С
Алювіальна глина	-50—60 ° С
Морська глина	-60—70 ° С
Монтморилоніт	-75—80 ° С

- **Хімічно зв'язана волога** входить до складу молекул речовин (наприклад, $\text{Al}(\text{OH})_3$), що утворюють мінеральну частину ґрунту, у вигляді гідроксильної групи, та бере участь лише в їхньому утворенні (наприклад, $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3$). За прожарювання ґрунту в межах 400—800°C такий мінерал розкладається. Найбільша кількість хімічно зв'язаної води міститься в глинистих мінералах^[4], тому її значення в ґрунті можна визначити за глиністістю ґрунту.

- **Кристалогідратна (кристалізаційна) волога**, на відміну від хімічно зв'язаної, входить до складу речовин цілими молекулами, утворюючи кристалогідрати — $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (гіпс), $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (мірабіліт) та ін. Вилучається з ґрунту стрибкоподібно за температур 100—200 °С, причому кожна наступна молекула води відщеплюється за вищої температури, що призводить лише до зміни фізичних властивостей мінералів,

а не до їхнього розкладання, як у випадку з хімічно пов'язаною вологою. У великих кількостях така вода є в мірабілітових солончаках.

Хімічно пов'язану та кристалогідратну вологу часто називають *гідратною*. Гідратна волога в ґрунті не пересувається й не поглинається рослинами.

- **Гігроскопічна волога** — поглинена частинками ґрунту з атмосфери за її вологості менше ніж 95%, або залишається в ґрунті за його висушування до *повітряно-сухого* стану (зазвичай за вологості повітря 50—70%). Відповідно, за підвищеної вологості повітря зростає й величина гігроскопічної вологості ґрунту. Це також відбувається через обважнення гранулометричного складу ґрунту, що особливо добре виявляється за високого вмісту в ґрунті гумусу і мулу з діаметром частинок менш як 0,001 мм. Гігроскопічна волога не суцільно покриває частинки ґрунту, а збирається лише на деяких ділянках.

- **Максимально гігроскопічна волога** поглинається ґрунтом з атмосфери з відносною вологістю 95—100%. За від'ємних температур найбільша гігроскопічна вологість незасоленого ґрунту збігається з відсотковим вмістом незамерзлої води в цілому^[6]. Здатність частинок ґрунту поглинати вологу залежить від їхньої величини, форми й хімічного складу, причому навіть на одній частинці потужність шару води може бути різною залежно від поверхні. При цьому частина пари конденсується на увігнутих ділянках, в результаті чого сумарна кількість води має подвійну природу, складаючись з поглинутої та капілярно конденсованої води.

Гігроскопічна та максимально гігроскопічна волога видаляються з ґрунту за нагрівання до 100—105 °С, рослинам таку вологу не поглинають

Плівкова (молекулярна) волога поглинається ґрунтом із рідкої фази на шар максимально гігроскопічної. З частинками ґрунту пов'язана слабше, ніж остання, причому рихлість зростає від внутрішніх шарів до зовнішніх. З цієї причини плівкова волога, хоча слабо, але засвоюється рослинами. Пересувається вона під впливом градієнтів напору води, температури й вологості ґрунту, а також осмосу, її швидкість же обмежується десятками сантиметрів

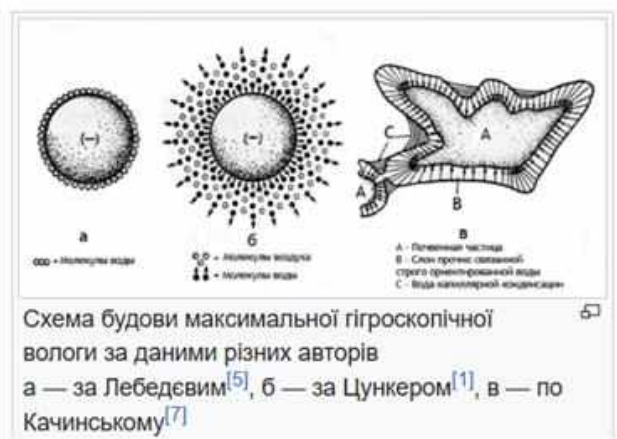
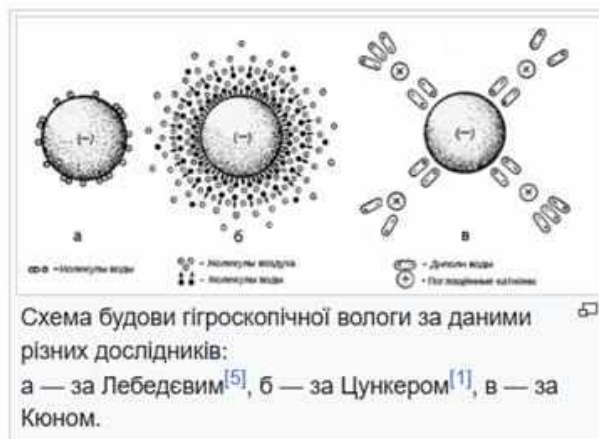


Рис. 9. Схеми розміщення гігроскопічної вологи в ґрунті.

- **Капілярна волога** утримується і пересувається через дрібні пори в ґрунті під дією капілярних сил. У порах понад 8 мм у діаметрі суцільний увігнутий меніск не утворюється через слабкість капілярних сил. У порах же менше ніж 3 мкм вода знаходиться переважно в поглинутому стані, а капілярний рух сильно ускладнений або взагалі відсутній. Відповідно, найбільша інтенсивність капілярного руху вологи спостерігається в ґрунтах із середнім гранулометричним складом (лесоподібні суглинки, тощо); здійснюється ж він згідно з градієнтами вологості, температури й хімічного потенціалу (осмосу): до менш зволжених та менш нагрітих ділянок. Розрізняють три види капілярної вологи: *підперта* (коли капіляри своєю нижньою частиною з'єднуються з водоносним горизонтом — ґрунтовою верховодкою або ґрунтовими водами), *підвішена* (коли капілярна волога відірвана від водоносних горизонтів і утримується рівнодійною силою менісків) і *посаджена* (утворюється під час руху води, за різкої зміни гранулометричного складу та на межах із внутрішньогрунтовими порожнечами). Капілярна волога буває *відкрита* й *закрита* (замкнута) для проникнення повітря. Закрита знаходиться безпосередньо під водоносними горизонтами, капіляри виявляються повністю заповнені водою, яка хоч і містить певну кількість розчиненого повітря; вода ж відкритого типу чергується в капілярах з ділянками, заповненими повітрям, і з'являється в ґрунті зазвичай через деякий час після опадів або поливу. Капілярна волога легко поглинається рослинами та є одним з основних джерел води для них; за допомогою цієї вологи пересувається основна маса розчинних солей із нижніх горизонтів.

- **Внутрішньоклітинна вода** міститься у відмерлих нерозкладених частинах рослин. До повного розкладання рослинної маси така вода рослинами не поглинається. Великий відсоток її міститься на слабо- та нерозкладеному торфу, дернині й лісовій підстилі

Регулювання водного режиму проводять за допомогою різних видів меліорації, агротехнічних прийомів (сівоzmіни, обробітку ґрунту).

Спрощене рівняння водного балансу має вигляд :

$$W_0 + W_{op} + W_{gr} + W_{pr} = W_1 + W_i + W_p + E_{vip} + E_{tr}$$

де W_0 запас вологи у ґрунті на початку спостережень;

W_{op} – сума опадів за період спостережень;

W_{gr} – кількість вологи, що надійшла з ґрунтових вод;

W_{pr} – поверхневий приток вологи – це приходні статті;

W_1 – кількість вологи в ґрунті у кінці спостережень;

W_i – кількість інфільтруючої вологи;

W_p – кількість вологи поверхневого стоку;

E_{vip} – кількість вологи, що випарувалася;

E_{tr} – кількість вологи на транспірацію (десукція) – витратні статті балансу.

Ліва частина це приходні статті балансу тоді як права – витратні.

Заходи щодо регулювання водного режиму ґрунту.

Створення сприятливого водного режиму здійснюється різними агротехнічними заходами з урахуванням конкретних ґрунтово-кліматичних умов.

Надлишкову вологу виділяють осушенням.

Болотні перезволожені ґрунти вимагають осушення шляхом будівництва відкритого або закритого дренажу. Водний режим ґрунтів з тимчасовим надлишковим зволоженням регулюють бороздуванням, вирівнюванням і вирівнюванням поверхні ґрунту.

У посушливих районах накопичення води досягають снігозатриманням, створенням лісосмуг, водойм, але радикальним заходом є зрошення.

За умов недостатнього вологозабезпечення застосовують різні заходи спрямовані на накопичення, зберігання і раціональне використання вологи в ґрунті (лісополоси, куліси, стерня, снігозатримання. Оранка упоперек схилів, лункування, обвалування, переривчасте бо роздування та інші прийоми, які протидіють поверхневому стоку).

Завдання

1. Охарактеризуйте водний режим ґрунту різних відмінних за умовами територій
2. Порівняйте різні режими зрошення з позиції продуктивності екології та економіки.
3. Оцініть із господарської точки зору природні водні режими територій

ПИТАННЯ САМОКОНТРОЛЮ:

1. Чим характеризується водний режим ґрунту
2. Які типи водного режиму вам відомі?
3. Які прийоми застосовують для регулювання водного режиму ґрунту?
4. Який тип водного режиму є сприятливим для ведення рослинництва.
5. Які форми води присутні в ґрунті, чим вони зумовлені ?
6. Які існують водні режими та яка між ними відмінність
7. Яка відмінність проектного та експлуатаційного режимів зрошення?
8. Що таке біологічно оптимальний режим зрошення, яка його сутність ?
9. Що таке економічно обґрунтований режим зрошення яка його сутність?
10. Що таке економічно доцільний режим зрошення яка його сутність?
11. Що таке господарсько можливий режим зрошення яка його сутність?
12. Що являє собою режим зрошення під запрограмований урожай

ПРАКТИЧНА РОБОТА 5

Агрономічна оцінка запасів вологи у ґрунті.

Мета Осягнути методику розрахунку та оцінку запасів вологи у ґрунті

Обладнання: Методичні вказівки, конспект лекцій, комп'ютер із доступом до інтернету, довідкова література.

ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

Використовуючи велику кількість води із тканин на транспірацію, рослини повинні постійно поповнювати ці витрати. Надходження води в тканини рослин відбувається через коріння. Тому ґрунт є головним постачальником води і мінерального живлення рослин. Інтенсивність надходження води в рослини залежить від кількості доступної для них води у ґрунті (продуктивної вологи). Кількість вологи, яка може утримуватись ґрунтом у польових умовах, визначається властивостями його. Механічним складом, структурою, кількістю органічної речовини та глибиною залягання ґрунтових вод



Рис. 10 Оцінка запасів вологи в ґрунтах різного механічного складу (червоний – вологість стійкого в'янення, синій – рівень найменшої вологосмності)

Запаси вологи у ґрунті постійно змінюються. Поповнення запасів вологи у ґрунті в основному відбувається взимку. Це поповнення залежить від пересування води всередині ґрунту та проникнення у ґрунт опадів і талих вод у період відлиг.

Основним методом визначення вологості ґрунту є термостатно-ваговий, що прийнятий як еталон для оцінки інших методів. За цим методом ґрунтовими бурами проводять відбір зразків ґрунту через кожні 10 см до потрібної глибини 0,5 – 1,5 м. З нижньої треті стакану ґрунт перекладають у пронумеровані і зареєстровані алюмінієві стаканчики (бюкси) й накривають кришками. Проби переносять до лабораторії і зважують на терезах з точністю до 0,1 г. Після зважування бюкси з відкритими кришками висушують в термостаті при температурі 100 – 105 °С до постійної маси. Такий стан перевіряють контрольним зважуванням для визначення різниці маси контрольного бюксу. Це дозволяє вилучити з ґрунту всю вологу. На основі різниці мас проб до і після висушування розраховують вологість ґрунту (у відсотках до маси сухої наважки):

$$W = \frac{M_1 - M_2}{M_2 - M_3} 100$$

M_1 – маса бюксу із ґрунтом до висушування, г

M_2 – маса бюксу із ґрунтом після висушування, г

M_3 маса порожнього бюксу, г

W – вологість ґрунту у % до сухого стану

Запас води у ґрунті визначають за формулою

$$P = 100 \times h \times d_c \times (W_p - W_k)$$

Де P – запас води в м³/га;

h – розрахунковий шар ґрунту, м

d_c – щільність складення ґрунту, г/см³

W_p вологість ґрунту початкова, % до абсолютно сухого стану;

W_k вологість ґрунту кінцева, % до абсолютно сухого стану;

Для переведення м³/га в мм застосовують співвідношення (1 мм=10 м³/га)

ПВ	Надлишкова (менше 15%)	Легкодоступна	Продуктивна	Загальна
НВ				
ВРК		Важкодоступна		
ВСВ		Недоступна	Мертва	
0				

Рис. 11. Діапазони запасів води ґрунту різного рівня доступності

Таблиця 4.

Агрономічна оцінка запасів води у ґрунті, (Л.Ф. Вадюніна, З.А. Корчагіна)

Вміст води, мм	Оцінка запасів продуктивної води
У шарі ґрунту 0-20 см	
>40	Добра
40-20	Задовільна
<20	Незадовільна
У шарі ґрунту 0-100 см	
>160	Дуже добра
160-130	Добра
130-90	Задовільна
90-60	Низька
<60	Дуже низька

Таблиця 5.

Водні властивості окремих ґрунтів

Генетичний горизонт	Глибина. см	ПВ	НВ	ВСВ	МГ	ПВ	НВ	ВСВ	МГ
		% до маси сухого ґрунту				мм			
Чорноземи звичайні середньо-гумусні									
Н/к	0-43	56,2	36	17,8	7,4	280,3	179,6	36,9	90,8
Нрк	44-70	49,1	30,2	18,7	6,5	173,6	106,8	23	40,7
РНк	71-100	46	27,2	17,9	5,8	194,8	115,2	24,6	39,4
Лучно-чорноземні									
Н(А)	0-45	42,3	30,0	11	7,7	222,7	157,9	40,5	100
Нрк	46-83	36,8	27,0	9,5	6,5	174,2	113,6	30,7	82,9
Phk	84-136	31,2	23,0	8,5	5,8	218,4	120,4	36,5	60,9
Лучно-болотні									
Hiks/gl	0-26	60,1	28,2	10,5	7,1	185,7	87,1	21,9	119
Hpiglks	27-56	56,5	30,0	11	7,7	214,4	113,0	29,2	144
PGlks	57-66	56,3	27,0	9,5	6,5	228,6	109,6	26,4	199

Розрахунок значення: $BCB = MG * 1,5$;
 $ВРК = 0,75 * НВ$

Завдання.

1. Розрахувати запаси вологи ґрунту для умов окремого господарства
2. Дати оцінку запасам вологи
3. Порівняти потенційні запаси вологи ґрунтів різних зон, та механічного складу

ПИТАННЯ САМОКОНТРОЛЮ:

1. Яка різниця між вологістю ґрунту та запасами вологи у ґрунті?
2. В яких одиницях можна виміряти вологість ґрунту
3. В яких одиницях можна виміряти запаси вологи у ґрунті, яка співставність цих одиниць?
4. У яких межах змінюється вологість ґрунту, що впливає на ці величини ?
5. У яких межах регулюють вологість ґрунту поливами.
6. Яка волога є надлишковою для росли, наведіть приклад таких випадків
7. Яка волога є легкодоступною для рослин, чому?
8. Яка волога є важкодоступною, чим це зумовлено?
9. Як змінюється продуктивність рослини в межах доступної для них вологи.
10. Як глибина проникнення кореневої системи впливає на вологозабезпеченість рослин, чому це відбувається ?

ПРАКТИЧНА РОБОТА 6

Екологічні проблеми зрошення

Мета Ознайомитися із проблемами екологічного характеру, що виникають при зрощенні

Обладнання: Методичні вказівки, конспект лекцій, комп'ютер із доступом до інтернету, довідкова література.

За високої культури зрошуваного землеробства не тільки отримують стабільні високі врожаї сільськогосподарських культур, а й забезпечують також розширене відтворення родючості ґрунтів. При цьому збільшується вміст рухомих форм калію і фосфору, стабілізується гумусовий баланс. Внаслідок створення оптимального для рослин водного режиму ґрунту істотно збільшується чисельність та активність мікроорганізмів, що забезпечує прискорене розкладання органічної речовини, в тім числі гумусу. Водночас ці ж умови сприяють і прискоренню процесу утворення гумусу, який є продуктом життєдіяльності мікроорганізмів в умовах достатніх кількостей органічних речовин і мінерального живлення.

Отже, за умов зрошення в ґрунті одночасно відбуваються два протилежно спрямовані процеси — прискорене розкладання та активне новоутворення гумусу й інших органічних речовин. Який із них стане домінуючим — залежить від меліоративних і агротехнічних умов.

Процес зрошення не тільки змінює агрохімічні властивості ґрунту, а й впливає на його фізичний стан. Проте гранулометричний склад його істотно не змінюється. У процесі зрошення ґрунт дещо збагачується мулом, який приносить зрошувальна вода, відбувається часткове вимивання його з орного шару в глибші. Застосування сучасних методів досліджень зрошуваних земель, проведення багатofакторних стаціонарних польових дослідів, які забезпечують комплексний підхід до вивчення змін, що відбуваються в процесі зрошення і є їх наслідком, дає змогу встановити закономірності, характерні для різних умов зрошення.

Результати досліджень засвідчують, що в зрошувальному землеробстві у зв'язку з інтенсивним застосуванням поливів, удобрення і засобів захисту рослин проступають нові закономірності взаємодії екологічних чинників.

Одним із найнебезпечніших наслідків зрошення є засолення земель. Засолення, як відомо, — це підвищення вмісту в ґрунтах легкорозчинних солей (карбонату натрію, хлоридів, сульфатів). Якщо воно спричинене засоленістю ґрунтоутвірної породи, принесенням солей ґрунтовими і поверхневими водами, то таке засолення називають первинним, або залишковим.

У природних умовах ґрунти засолюються внаслідок осідання солей із засолених ґрунтових вод, а також у результаті перенесення вітром ззовні (моря, океани, солоні озера). дах, є засолені материнські породи. На зрошуваних масивах таким джерелом солей можуть бути зрошувальні води.

Вміст у ґрунтах легкорозчинних солей несприятливо впливає на ріст і розвиток рослин. Урожайність більшості зернових культур знижується за електропровідності 4 – 6 мСм/см.

Для овочевих і плодових культур ці величини значно нижчі (1 – 2 мСм/см). Негативна дія легкорозчинних солей на рослину пов'язана із взаємним впливом трьох різних чинників. Головну роль відіграє високий осмотичний тиск ґрунтового розчину, що призводить до погіршення поглинання води і мінеральних речовин рослинами. У зв'язку з цим на засолених ґрунтах рослини часто потерпають від посухи навіть за високої вологості ґрунту.

Другим чинником, який заважає нормальному росту рослин, є специфічна дія іонів Cl^- , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , іноді K^+ . Коли в листках накопичується понад 0,5 % хлору і понад 0,2 % натрію (в розрахунку на суху масу), вони обгоряють, набувають бронзового забарвлення, виникають некрози. За наявності іонів (сода), що зумовлюють лужну реакцію середовища, порушується нормальний розвиток більшості сільськогосподарських культур.

Третій чинник — різке погіршення фізичних властивостей ґрунтів за наявності катіонів натрію, що призводить до знеструктурення ґрунтів, погіршення їх водного і повітряного режимів. Негативний вплив засолення ґрунту на розвиток сільськогосподарських культур пов'язаний не тільки з підвищенням осмотичного тиску ґрунтового розчину, погіршенням водно-фізичних властивостей ґрунтів і несприятливим сольовим складом, а й з підвищеним вмістом сполук бору, що може досягати токсичного для рослин рівня — 0,3 – 1,0 мг/л. Найчутливіші до бору плодові культури.



Рис. 1. Полив за борознами



Рис. 2. Полив за смугами

Рис. 12. Поливи по борознам та смугам

Основний меліоративний захід, спрямований на підвищення продуктивності засолених ґрунтів, — промивання водою, завдяки якому за наявності дренажу з ґрунтового профілю вилучаються легкорозчинні солі (розчинністю понад 2 г/л). Крім того, на засолених ґрунтах треба висівати солестійкі види рослин.

Часто засолення відбувається через нераціональне зрошення. Цей процес називають вторинним засоленням. Ґрунти вважають засоленими, якщо вони містять понад 0,1 % за масою токсичних для рослин солей або понад 0,25 % солей у щільному залишку (для безгіпсових ґрунтів). Вторинного засолення можуть зазнавати природно засолені, залишково засолені, первинно незасолені чи глибоко розсолені ґрунти. Основний механізм цього процесу — внесення солей з поливними водами в розчиненому або завислому стані і випадання солей у ґрунтовій товщі з мінералізованих ґрунтових вод, рі вень яких при зрошенні часто підіймається. За недостатнього дренажу вторинне засолення може призвести до катастрофічних наслідків. Через накопичення великої кількості солей у ґрунтах великі масиви зрошуваних земель стають непридатними для землеробства і їх доводиться виводити із сільськогосподарського використання. За вторинного засолення істотно змінюється багато хімічних властивостей ґрунтів: одночасно з накопиченням легкорозчинних солей акумулюються гіпс і карбонати, що позитивно впливає на фізичні властивості ґрунтів; негативно змінюється склад ґрунтового вбирного комплексу, в якому іони Ca^{2+} заміщуються на іони Na^{+} , Mg^{2+} , зростає рухливість сполук калію, силіцію, заліза.



Рис. 13. Полив затопленням

Вторинне засолення часто супроводжується забрудненням ґрунтів важкими металами, пестицидами, нітратами, сполуками бору.

Всі ці речовини в районах інтенсивного сільськогосподарського використання потрапляють у ґрунт як із ґрунтових, так і зрошувальних вод.

Негативні наслідки зрошення часто спричинюються неякісною поливною водою. Розроблено систему параметрів допуску до використання води для зрошення, яка враховує ступінь небезпеки вод різного складу.

Важливою причиною засолення ґрунтів є підймання рівня мінералізованих ґрунтових вод вище від певного критичного. Ґрунтова вода досягає його з наближенням капілярної зони до кореневмісного шару. Тривале утримання мінералізованих ґрунтових вод у кореневмісному шарі часто є причиною захворювань підземної частини рослин, що призводить до

зниження врожаїв сільськогосподарських культур. Водночас значне зниження рівня ґрунтових вод, зумовлене дренажем, також може призвести до зниження врожаю вирощуваних культур. Тому треба підтримувати оптимальний рівень ґрунтових вод, який істотно змінюється залежно від типу ґрунтів, ступеня мінералізації ґрунтових вод, характеру їх засоленості, виду вирощуваних культур. Таку залежність встановлюють експериментально в конкретних природних умовах.

Для оцінки потенційної небезпеки вторинного засолення введено поняття — критичний рівень ґрунтових вод, за якого починається засолення кореневмісного шару ґрунту, що призводить до пригнічення і загибелі сільськогосподарських культур. Критичну глибину залягання ґрунтових вод $h_{кр}$ визначають за формулою

$$h_{кр} = h_{max} + a,$$

де h_{max} — найбільша висота капілярного підймання води в досліджуваному ґрунті;

a — глибина поширення основної маси коренів сільськогосподарських культур.

Для запобігання вторинному засоленню потрібно обладнувати дренаж, проводити полив у суворій відповідності зі зрошувальними нормами, відводити мінералізовані ґрунтові води в дренажну мережу, застосовувати полив дощуванням, влаштовувати лісові насадження вздовж каналів.

Перевагу віддають канальому внутрішньогрунтовому зрошенню. Для видалення солей із ґрунту вдаються до багаторазового промивання прісною водою. На солонцях і солонцюватих ґрунтах (із вмістом понад 5 – 10 % обмінного натрію) рекомендується застосовувати гіпсування або вносити відходи виробництва фосфорних добрив (фосфогіпс), проводити триярусну оранку для перемішування солонцевого горизонту з карбонатним. Значний ефект щодо зниження засоленості ґрунтів і продуктивного їх використання забезпечує вирощування солевбирних рослин, до яких належать буркун, лядвенець, пирій видовжений та ін.

Найбільшого підвищення продуктивності засоленних ґрунтів досягають використанням комплексного методу меліорації, що включає застосування фосфогіпсу (15 т/га) у поєднанні з органічними добривами (60 т/га) на фоні глибокого розпушення.

Завдання.

1. Визначити які форми впливу зрошення на екологічний баланс території
2. Визначити фактори небезпеки вторинного засолення
3. Встановити причини підняття рівня ґрунтових вод

ПИТАННЯ САМОКОНТРОЛЮ:

1. Чому відбувається вторинне засолення
2. Яка причина підняття рівня ґрунтових вод.

3. Які причини зміни властивостей ґруну

4. Як хімічний склад води відображається на природніх екологічних процесах.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 7

Агрономічні критерії оцінки якості природної води для зрошення

Мета ознайомитися із методикою оцінки якості води для зрошення
Обладнання: Методичні вказівки, конспект лекцій, комп'ютер із доступом до інтернету, довідкова література.

Згідно ДСТУ 2730 : 2015 «Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії» під час оцінювання якості зрошувальної води виділяють три класи її придатності:

Стандарт установлює агрономічні критерії, за якими визначають якість природної води, що використовують для зрошення, за її впливом на ґрунти.

У стандарті використані наступні терміни та їх визначення:

якість води

Характеристика складу та властивостей води, яка визначає її придатність для конкретних цілей використання (ДСТУ 7286)

критерії якості води

Сукупність параметрів, що характеризує якість води і дає змогу оцінити її відповідність певним вимогам (ДСТУ ISO 6107-1)

агрономічні критерії якості води

Критерії якості води, які визначають її придатність для зрошування за ступенем впливу на ґрунт та рослини з позиції забезпечення родючості ґрунтів, запобігання деградаційним процесам, отримання стабільних прибоавок врожаю та якісної сільськогосподарської продукції

клас якості води

Рівень якості води, установлений за інтервалами числових значень показників, який характеризує її придатність для систем краплинного зрошування

оцінювання якості зрошувальної води

Віднесення природної води до певного класу якості за її придатністю для зрошування земель

зрошувальна вода

Вода, яку подають на ґрунт або вирощувальний субстрат, щоб збільшити їхню вологість для забезпечення потрібної кількості води для нормального росту рослин і/або запобігання нагбируванню надлишкових солей у ґрунті (ДСТУ ISO 6107-2)

поверхневі води

Води земної поверхні у вигляді водних об'єктів (ДСТУ 7176)

підземні води

Води, які містяться у водонасичених породах підземних водоносних горизонтів (ДСТУ 7176)

підґрунтові води

Підземні води першого від поверхні землі постійного водоносного горизонту

дренажні води зрошувальних систем

Води, отримані за різних способів штучного інженерного дренажу
зрошувальна система

Гідромеліоративна система, призначена для зрошення земель

іригаційне засолення ґрунту

Процес накопичення у ґрунті водорозчинних солей унаслідок зрошення
токсичні солі

Легкорозчинні солі, що в певних концентраціях токсично впливають на рослини, пригнічуючи їхній ріст і розвиток

осолонцювання ґрунтів

Процес вбирання колоїдним комплексом ґрунтів іонів натрію та калію
 (ДСТУ 3866)

підпущення ґрунтів

Підвищення лужності ґрунтового розчину під впливом засолення, осолонцювання, зрошувальних і підґрунтових вод, сульфат редукції та інших причин

загальна лужність води

Сумарний вміст карбонат- (CO_3^{2-}) і бікарбонат- (HCO_3^-) іонів у воді

токсична лужність води

Лужність, яку визначають за тією часткою бікарбонат-іона, що не пов'язана з кальцієм

термодинамічні потенціали натрію та кальцію (pNa, pCa)

Величини, що характеризують від'ємний десятковий логарифм концентрації іонів натрію чи кальцію у зрошувальній воді й ґрунтовому розчині

активність іонів у ґрунті

Активність ґрунтових іонів, яку визначають у рідкій фазі ґрунту або у водній витяжці з нього (ДСТУ 3980)

pH (водневий показник рідкої фази ґрунту)

Величина, що характеризує активність або концентрацію іонів водню в рідкій фазі ґрунту і дорівнює від'ємному десятковому логарифму їх концентрації (ДСТУ 3980)

рідка фаза ґрунту ґрунтовий розчин

Вода з розчиненими в ній мінеральними та органічними речовинами, що містяться в ґрунті у вільному та зв'язаному стані (ДСТУ 3980)

злитизація

Процес зворотної цементації монтморилонітово-глинистих ґрунтових горизонтів в умовах періодичних змін процесів інтенсивного зволоження та просихання.

До агрономічних критеріїв оцінювання якості природної води належать:

— збереження і підвищення родючості ґрунтів, зокрема попередження процесів засолення, осолонцювання, злитизації і порушення біологічного режиму ґрунтів;

— забезпечення планової врожайності сільськогосподарських культур, зокрема продуктивності та інтенсивності розвитку;

— забезпечення необхідної якості сільськогосподарської продукції, зокрема повноцінності та доброякісності.

Під час оцінювання якості зрошувальної води виділяють три класи її придатності:

I клас — «Придатна»;

II клас — «Обмежено придатна»;

III клас — «Непридатна».

Зрошувальна вода I класу — придатна для зрошення без обмежень.

Зрошувальну воду II класу використовують за умови обов'язкового застосування комплексу заходів щодо запобігання деградації ґрунтів або поліпшення води до показників I класу.

Зрошувальна вода III класу — вода, показники якості якої виходять за межі значень, що встановлені для зрошувальних вод другого класу, непридатна для зрошення без попереднього поліпшення її складу.

Агрономічні критерії оцінювання якості зрошувальної води мають охоплювати такі показники:

— суму токсичних солей в еквівалентах хлорид-іонів (eCL^-), мекв/дм³ (ДСТУ 7908);

— величину рН — водневий показник (ДСТУ ISO 10390); з ДСТУ 2730:2015

— вміст лужності від нормальних карбонатів (CO_3^{2-}) і токсичної лужності ($HCO_3^- - Ca^{2+}$), мекв/дм³ (ДСТУ 7943 та ДСТУ 7845);

— відношення суми лужних катіонів натрію і калію (мекв/дм³) до суми всіх катіонів (мекв/дм³), % (ДСТУ 7944 та ДСТУ 7945);

— перевищення концентрації катіона магнію над концентрацією катіона кальцію, мекв/дм³;

— вміст аніона хлору (CL^- мекв/дм³);

— термодинамічні потенціали (ДСТУ 7540, ДСТУ 7608 та ДСТУ 7834) [3];

— температуру води, °C

Якість зрошувальної води оцінюють, урахувуючи небезпеку іригаційного засолення, підлуження, осолонцювання ґрунтів та токсичний вплив зрошувальної води на рослини.

Якість зрошувальної води оцінюють за небезпекою іригаційного засолення ґрунтів на основі показника суми токсичних солей в еквівалентах хлорид-іонів, урахувуючи гранулометричний склад ґрунтів згідно з таблицею 1. Таблиця 1 — Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою іригаційного засолення ґрунту

Концентрація токсичних іонів у еквівалентах хлорид-іонів за групами ґрунтів за їх гранулометричним складом у шарі 0—100 см, мекв/дм³ Клас якості води Піщаний Супіщаний Легкосуглинковий Середньосуглинковий Важкосуглинковий Глинистий Менше ніж 30 Менше ніж 26 Менше ніж 22

Менше ніж 18 Менше ніж 14 Менше ніж 10 I Від 30 до 40 Від 26 до 36 Від 22 до 32 Від 18 до 28 Від 14 до 24 Від 10 до 20 II Понад 40 Понад 36 Понад 32 Понад 28 Понад 24 Понад 20 III Примітка 1. Метод обчислення суми токсичних солей у зрошувальній воді в еквівалентах хлорид-іонів наведено в додатку А.

Таблиця 1 — Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою іригаційного засолення ґрунту

Концентрація токсичних іонів у еквівалентах хлорид-іонів за групами ґрунтів за їх гранулометричним складом у шарі 0—100 см, мекв/дм ³						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легкосуглинковий	Середньосуглинковий	Важкосуглинковий	Глинистий	
Менше ніж 30	Менше ніж 26	Менше ніж 22	Менше ніж 18	Менше ніж 14	Менше ніж 10	I
Від 30 до 40	Від 26 до 36	Від 22 до 32	Від 18 до 28	Від 14 до 24	Від 10 до 20	II
Понад 40	Понад 36	Понад 32	Понад 28	Понад 24	Понад 20	III
Примітка 1. Метод обчислення суми токсичних солей у зрошувальній воді в еквівалентах хлорид-іонів наведено в додатку А. Примітка 2. Класифікацію ґрунтів за гранулометричним складом наведено в додатку Б (ДСТУ 4730).						

5.5.2 Якість зрошувальної води за небезпекою підлушення ґрунту оцінюють на основі оцінювання водневого показника (pH), токсичної лужності та лужності від нормальних карбонатів (таблиця 2). Клас якості води визначають за двома гіршими з трьох кількісних показників.

Таблиця 2 — Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою підлушення ґрунту

Показник якості води	Група ґрунту			Клас якості води
	кислий	нейтральний	лужний	
pH	Менше ніж 8,2	Менше ніж 8,0	Менше ніж 7,5	I
Вміст CO_3^{2-} , мекв/дм ³	» 0,3 »	Відсутній	Відсутній	
Вміст токсичної лужності $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$, мекв/дм ³	» 2,5 »	Менше ніж 2,0	Менше ніж 1,5	
pH	Від 8,2 до 9,0	Від 8,0 до 8,8	Від 7,5 до 8,5	II
Вміст CO_3^{2-} , мекв/дм ³	» 0,3 » 0,9	» 0,2 » 0,6	» 0,1 » 0,3	
Вміст токсичної лужності $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$, мекв/дм ³	» 2,5 до 8,0	» 2,0 » 7,0	» 1,5 » 6,0	
pH	Понад 9,0	Понад 8,8	Понад 8,5	III
Вміст CO_3^{2-} , мекв/дм ³	Понад 0,9	Понад 0,6	Понад 0,3	
Вміст токсичної лужності $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$, мекв/дм ³	Понад 8,0	Понад 7,0	Понад 6,0	
Примітка 1. Показники pH, CO_3^{2-} та HCO_3^- визначають у воді за температури води від 17 °С до 20 °С і парціального тиску CO_2 в повітрі 3040 Па.				
Примітка 2. Методику обчислення токсичної лужності води наведено в додатку В.				
Примітка 3. Градацію ґрунтів за реакцією середовища наведено в додатку Г.				

Якість зрошувальної води за небезпекою підлушення ґрунту оцінюють на основі оцінювання водневого показника (pH), токсичної лужності та лужності від нормальних карбонатів (таблиця 2). Клас якості води визначають за двома гіршими з трьох кількісних показників. Таблиця 2 — Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою підлушення ґрунту

Якість зрошувальної води за небезпекою осолонцювання ґрунтів (таблиця 3) визначають за величиною співвідношення (у відсотках) суми лужних катіонів натрію й калію (мекв/дм³) до суми всіх катіонів (мекв/дм³) з урахуванням основних типів зрошуваних ґрунтів, їх протисолонцювальної буферності та гранулометричного складу ґрунтів, величини перевищення в

зрошувальній воді магнію над кальцієм і класу води за небезпекою підлучення ґрунтів

Таблиця 3 — Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою ос

Клас зрошувальної води за небезпекою підлучення	Співвідношення суми лужних катіонів натрію і			
	ґрунти різних типів піщані і суглищані	Темно-каштанові і каштанові суглинкові середньо- і високобуферні	Темно-каштанові і каштанові суглинкові низькобуферні	Темно-каштанові і каштанові глинисті середньо- і високобуферні
I клас	Менше ніж 75	Менше ніж 70	Менше ніж 65	Менше ніж 60
II клас	» 70 »	» 65 »	» 60 »	» 55 »
I клас	Від 75 до 80	Від 70 до 75	Від 65 до 70	Від 60 до 65
II клас	» 70 » 75	» 65 » 70	» 60 » 65	» 55 » 60
I клас	Понад 80	Понад 75	Понад 70	Понад 65
II клас	Понад 75	Понад 70	Понад 65	Понад 60

Примітка 1. У разі вмісту у воді Mg^{2+} більше ніж Ca^{2+} до суми $(Na^+ + K^+)$ додають

Примітка 2. Градацію ґрунтів за протисолонцювальною буферністю наведено в

Примітка 3. Показники активності кальцію у ґрунтах України наведено в додатк

Примітка 4. За III класу якості води за небезпекою підлучення оцінювання її за

осолонцювання ґрунту

о і калію з урахуванням вмісту магнію до суми всіх катіонів, %					Клас якості води
Темно-каштанові і каштанові глинисті низькобуферні	Чорноземні ґрунти суглинкові середньо-високобуферні	Чорноземні ґрунти суглинкові низькобуферні	Чорноземні ґрунти глинисті середньо-високобуферні	Чорноземні ґрунти глинисті низькобуферні	
Менше ніж 55	Менше ніж 50	Менше ніж 45	Менше ніж 40	Менше ніж 35	I
» 50 »	» 45 »	» 40 »	» 35 »	» 30 »	
Від 55 до 60	Від 50 до 55	Від 45 до 50	Від 40 до 45	Від 35 до 40	II
» 50 » 55	» 45 » 50	» 40 » 45	» 35 » 40	» 30 » 35	
Понад 60	Понад 55	Понад 50	Понад 45	Понад 40	III
Понад 55	Понад 50	Понад 45	Понад 40	Понад 35	

ють різницю ($Mg^{2+} - Ca^{2+}$), мекв/дм³.
о в додатку Д.
атку Е (ДСТУ 3866).
за небезпекою осолонцювання недоцільне.

Таблиця 3 — Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою осолонцювання ґрунту

Клас зрошувальної води за небезпечкою підплення	Співвідношення суми лужних катіонів натрію і калію з урахуванням вмісту магнію до суми всіх катіонів, %									Клас якості води
	ґрунти різних типів піщані і супіщані	Темно-каштанові і каштанові суглинкові середньо-високобуферні	Темно-каштанові і каштанові суглинкові низькобуферні	Темно-каштанові і каштанові глинисті середньо-високобуферні	Темно-каштанові і каштанові глинисті низькобуферні	Чорноземні ґрунти суглинкові середньо-високобуферні	Чорноземні ґрунти суглинкові низькобуферні	Чорноземні ґрунти глинисті середньо-високобуферні	Чорноземні ґрунти глинисті низькобуферні	
I клас	Менше ніж 75	Менше ніж 70	Менше ніж 65	Менше ніж 60	Менше ніж 55	Менше ніж 50	Менше ніж 45	Менше ніж 40	Менше ніж 35	I
II клас	» 70 »	» 65 »	» 60 »	» 55 »	» 50 »	» 45 »	» 40 »	» 35 »	» 30 »	
I клас	Від 75 до 80	Від 70 до 75	Від 65 до 70	Від 60 до 65	Від 55 до 60	Від 50 до 55	Від 45 до 50	Від 40 до 45	Від 35 до 40	II
II клас	» 70 » 75	» 65 » 70	» 60 » 65	» 55 » 60	» 50 » 55	» 45 » 50	» 40 » 45	» 35 » 40	» 30 » 35	
I клас	Понад 80	Понад 75	Понад 70	Понад 65	Понад 60	Понад 55	Понад 50	Понад 45	Понад 40	III
II клас	Понад 75	Понад 70	Понад 65	Понад 60	Понад 55	Понад 50	Понад 45	Понад 40	Понад 35	

Примітка 1. У разі вмісту у воді Mg^{2+} більше ніж Ca^{2+} до суми ($Na^{+} + K^{+}$) додають різницю ($Mg^{2+} - Ca^{2+}$), мекв/дм³.
Примітка 2. Градацію ґрунтів за протисолонцювальною буферністю наведено в додатку Д.
Примітка 3. Показники активності кальцію у ґрунтах України наведено в додатку Е (ДСТУ 3866).
Примітка 4. За III класу якості води за небезпечкою підплення оцінювання її за небезпечкою осолонцювання недоцільне.

Якість зрошувальної води за небезпечкою її токсичного впливу на рослини оцінюють за водневим показником рН, за вмістом лужності від нормальних карбонатів (CO_3^{2-}) і вмістом аніона хлору (Cl^{-}) відповідно до таблиці 4. Таблиця 4 — Оцінювання якості зрошувальної води за небезпечкою її токсичного впливу на рослини за поливів дощ уванням Показники якості води Токсичні іони, еквівалентів Cl^{-} Клас якості рН CO_3^{2-} , мекв/дм³ Cl^{-} , мекв/дм³ води Від 6,5 до 7,5 Відсутній Менше ніж 3,0 Менше ніж 15 I » 5,5 »

6,4 » 7,6 » 8, 8 Від 0,1 до 0,6 Від 3,0 до 15,0 Від 15 до 40 II Понад 8, 8 Менше ніж 5,5 Понад 0,6 Понад 15 Понад 40 III

5.5.4 Якість зрошувальної води за небезпекою її токсичного впливу на рослини оцінюють за водневим показником рН, за вмістом лужності від нормальних карбонатів (CO_3^{2-}) і вмістом аніона хлору (Cl^-) відповідно до таблиці 4.

Таблиця 4 — Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою її токсичного впливу на рослини за поливів дощуванням

Показники якості води			Токсичні іони, еквівалентів Cl	Клас якості води
рН	CO_3^{2-} , мекв/дм ³	Cl^- , мекв/дм ³		
Від 6,5 до 7,5	Відсутній	Менше ніж 3,0	Менше ніж 15	I
» 5,5 » 6,4 » 7,6 » 8,8	Від 0,1 до 0,6	Від 3,0 до 15,0	Від 15 до 40	II
Понад 8,8 Менше ніж 5,5	Понад 0,6	Понад 15	Понад 40	III

5.6 Для отримання повної інформації додатково оцінюють якість зрошувальної води за термодинамічними показниками, враховуючи протисолонцювальну буферність ґрунтів (таблиця 5).

Таблиця 5 — Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою осолонцювання та підлучення ґрунтів за термодинамічними показниками

Буферність ґрунту	Термодинамічні показники зрошувальної води			Клас якості води
	pNa – 0,5 pCa потенціал осолонцювання ґрунту	pH – pNa потенціал підлучення ґрунту	$\frac{\text{pH} - \text{pNa}}{\text{pNa} - 0,5 \text{ pCa}}$ співвідношення потенціалів	
Низька	Понад 1,35	Від 3,0 до 4,0	Менше ніж 3,0	I
Середня	Понад 1,25	» 3,0 » 4,5	» 3,6	
Висока	Понад 1,20	» 3,0 » 5,0	» 4,2	
Низька	Від 1,35 до 0,65	» 4,0 » 5,0	Від 3,0 до 7,0	II
Середня	» 1,25 » 0,55	» 4,5 » 6,0	» 3,6 » 11,0	
Висока	» 1,20 » 0,50	» 5,0 » 7,0	» 4,2 » 14,0	
Низька	Менше ніж 0,65	Понад 5,0	Понад 7,0	III
Середня	» 0,55	Понад 6,0	Понад 11,0	

Оптимальний температурний режим зрошувальної води у вегетаційний період повинен бути в межах від 10 °С до 30 °С. Для поливів у поза вегетаційний період температуру води не нормують.

ДОДАТОК (на при кінці розділу, довідковий)

МЕТОД ОБЧИСЛЕННЯ СУМИ ТОКСИЧНИХ СОЛЕЙ У ЗРОШУВАЛЬНІЙ ВОДІ В ЕКВІВАЛЕНТАХ ХЛОРИД-ІОНІВ

A.1 За допомогою хімічного аналізу зрошувальної води визначають кількість основних іонів (K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- , С

Г) у міліграм-еквівалентах на дециметр кубічний, які треба зв'язати в молекули токсичних і нетоксичних солей.

А.2 Всю кількість аніонів CO_3^{2-} зв'язують з катіоном Na^+ у токсичну сіль NaCO_3 . Із загальної кількості аніонів HCO_3^- вилучають нетоксичну його частку, тобто зв'язану з катіонами кальцію. У такому випадку катіонами кальцію можна вважати зв'язаними не більше ніж 2 мекв/дм³ HCO_3^- (у середньому 1,752 мекв/дм³), що дорівнює межі розчинності солі $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ в зрощувальних водах. Залишкову частину аніонів HCO_3^- вважають зв'язаними з катіонами магнію, натрію та калію. А.3 Аніони SO_4^{2-} вважають зв'язаними в нетоксичну сіль CaSO_4 із залишком катіона кальцію, а решта аніонів SO_4^{2-} , що лишилися незв'язаними — у токсичні солі з катіонами магнію, натрію і калію, які залишились після зв'язування з аніонами CO_3^{2-} і HCO_3^- . А.4 Залишок катіонів вважають зв'язаним у токсичні солі з хлором у послідовності, вказаній у таблиці А.1.

Таблиця А

А.4 Залишок катіонів вважають зв'язаним у токсичні солі з хлором у послідовності, вказаній у таблиці А.1.

Таблиця А.1 — Схема зв'язування іонів у токсичні солі

Іони	CO_3^{2-}	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-
Ca^{2+}	—	2	5	8
Mg^{2+}	—	3	6	9
$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	1	4	7	10

А.5 Кількість токсичних солей в еквівалентах хлору обчислюють у такій послідовності. До визначеної кількості хлоридів додають зменшену в 5 разів кількість токсичних сульфатів і зменшену в 2,5 разу кількість токсичних гідрокарбонатів і збільшену в 5 разів кількість карбонатів натрію.

Суму токсичних солей в еквівалентах хлору у міліеквівалентах на дециметр кубічний обчислюють за формулою:

$$\text{е Cl}^- = \text{Cl}^- + 0,2 \text{ SO}_4^{2-} + 0,4 \text{ HCO}_3^- + 5 \text{ CO}_3^{2-}, \quad (\text{A.1})$$

де Cl^- — кількість хлоридів, мекв/дм³;

токс.

SO_4^{2-} — кількість токсичних сульфатів, мекв/дм³;

токс.

HCO_3^- — кількість токсичних гідрокарбонатів, мекв/дм³;

токс.

CO_3^{2-} — кількість токсичних карбонатів, мекв/дм³.

А.5 Кількість токсичних солей в еквівалентах хлору обчислюють у такій послідовності. До визначеної кількості хлоридів додають зменшену в 5 разів кількість токсичних сульфатів і зменшену в 2,5 разу кількість токсичних гідрокарбонатів і збільшену в 5 разів кількість карбонатів натрію. Суму токсичних солей в еквівалентах хлору у міліеквівалентах на дециметр кубічний обчислюють за формулою:

$$\text{е CL} = \text{CL} + 0,2 \text{ SO}_4 + 0,4 \text{ HCO}_3 + 5 \text{ HCO}_3, \quad (\text{A.1})$$

— кількість хлоридів, мекв/дм³;

— кількість токсичних сульфатів, мекв/дм³;

— кількість токсичних гідрокарбонатів, мекв/дм³;

— кількість токсичних карбонатів, мекв/дм³

ДОДАТОК Б
(довідковий)

**КЛАСИФІКАЦІЯ ҐРУНТІВ ЗА ГРАНУЛОМЕТРИЧНИМ СКЛАДОМ
(ДЛЯ СТЕПОВОГО ТИПУ ҐРУНТОУТВОРЕННЯ)**

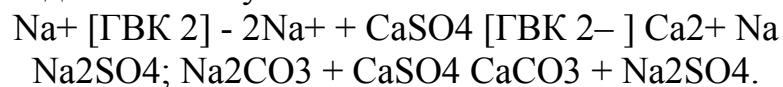
Таблиця Б.1

Вміст фізичної глини (часток менше ніж 0,01 мм), %	Гранулометричний склад
Від 0 до 10	Пісок
» 10 » 20	Супісок
» 20 » 30	Суглинок легкий
» 30 » 45	Суглинок середній
» 45 » 60	Суглинок важкий
Понад 60	Глина

Визначення дози гіпсу для меліорації солонцюватих ґрунтів

Метою гіпсування ґрунтів є заміна у ґрунтового вбирного комплексу ґрунтів (ГБК) увібраного натрію на кальцій меліоранта.

Для лужних солонцевих ґрунтів доза хімічного меліоранта (гіпсу), як правило, обумовлена кількістю Ca^{2+} , що забезпечує заміну увібраного і нейтралізацію надлишкової лужності за такими схемами:



Одним з методів розрахунку доз гіпсу для меліорації лужних (солонцевих) ґрунтів є метод, що використовує вміст у ґрунті вбирного Na^+ , рівного загальному вмісту вбирного Na^+ мінус 1-3% його відносного вмісту. Передбачається, що частка увібраного Na^+ менше 1% у слабобуферних і

Завдання.

1. Складіть перелік показників, що визначають якість води для зрошення
2. Розрахувати суму токсичних солей в еквівалентах хлору
3. Дати оцінку водам різних джерел в межах України

ПИТАННЯ САМОКОНТРОЛЮ:

1. В яких межах повинен бути температурний режим зрошувальної води у вегетаційний період.
2. Які агрономічні критерії оцінювання якості зрошувальної води мають охоплювати такі показники: як суму токсичних солей, величину рН
3. Які є класи води для зрошення
4. Які солі є найбільш токсичними?
5. Яка характеристика води відображає небезпеку осолонцювання
6. Як механічний склад ґрунту та його властивості впливає на стійкість до осолонцювання та засолення

ПРАКТИЧНА РОБОТА 8

Організація поливу по борознам

Мета засвоїти особливості та оволодіти знаннями необхідними для проектування поливу по борознам

Обладнання: Методичні вказівки, конспект лекцій, комп'ютер із доступом до інтернету, довідкова література.

Поливні борозни нарізають зачіпними культиваторами-підгортальниками КОН-2,8; КОН-2,8Т; КРН-4,2 або спеціальними борозноутворювачами, які можуть мати трикутний, трапецієподібний, параболічний або складний перерізи.

Для забезпечення водоподачі одночасно у велику кількість поливних борозен, вивідні борозни нарізають по горизонталях з похилом не більше 0,001. Рівномірне зволоження ґрунту за довжиною борозни, особливо при похилах понад 0,003, досягається шляхом проведення поливів змінним струменем.

Борозни-тераси нарізають до посадки спеціальними підгортальниками, що навішуються на культиватор-підгортальник КОН-2,8. Борозни-щілини нарізають борозноробом-щілерізом ДЩН-2 або ДЩН-3. По борознах-щілинах можна проводити і вегетаційні поливи овочів і картоплі. У цьому випадку борозни-щілини нарізають через міжряддя.

Для поливу овочевих культур борозни утворюються сівалкою СКОН - 4,2 одночасно з висівом насіння. При цьому глибина нарізаних борозен досягає 15 см. Для нарізання поливних борозен у міжряддях плодових садів використовується спеціальний садовий культиватор КСШ -5А. Нарізування борозен у міжряддях винограду проводять плугами ПРВН - 2,5 Л за ширини міжрядь 2,5 м і плугами ПРВН 1,5 А за ширини міжрядь 1,5 і 2 м. Для цього плуги обладнують двополицевим корпусом або спеціальним пристроєм ПРВМ-19, який є змінним робочим органом плугів.



Рис. 14. Полив за допомогою сифонів

Для влаштування смуг застосовують палероби ПАЛ-КЗУ-03, валикороби ВПУ-0,7, смугоутворювачі риджерного типу та інші знаряддя. Під час нарізання смуг прагнуть, щоб валики, які їх обмежують, були паралельними. Ширина смуг найчастіше приймається 3,6 і 4,2 м, а висота валиків після їхньої усадки – не менше 15 см. Переваги смугоутворювачів: вирівнюють поверхню всередині смуги і не утворюють резерви вздовж валиків. Під час влаштування смуг валикоробами вздовж валиків утворюють резерви глибиною 6 – 12 см, що ускладнює рівномірність розподілу води за шириною смуги.



Рис. 15 Полив із ґрунтового відвідного розподільвача

Широкі поливні смуги обмежують високими (до 30 см) і пологими ($\varphi = 3...4$) укосами. Розрівнюють їх палеробами-розрівнювачами і волокушами.

Під час поливу затопленням нагортання валиків для обмежовування чеків проводять спеціальними валиконагортачами канавокопача КЗУ- 0,3 В або грейдерами. Висота таких валиків 30 – 45 см.

Розрахунок елементів техніки поливу по борознах.

Вихідними даними для розрахунку є:

глибина борозни d_s ;

ширина по дну $b=0$;

закладання укосів $\varphi=1$;

коефіцієнт шорсткості $n=0,04$;

допустима швидкість руху води у борозні $v_{\text{доп}}=0,1\ldots 0,2$ м/с;

відстань між борознами a ;

поливна норма m ;

середня швидкість всмоктування води у ґрунт в першу годину, $K_{\text{ср}}$;

похил зрошуваної ділянки L_{not} .

За формулами визначають

площу живого перерізу

$$S = (b + \varphi d_s) d_s = \varphi d_s^2;$$

змочений периметр борозни

$$\chi = b + 2 d_s \sqrt{1 + \varphi^2} = 2 d_s \sqrt{1 + \varphi^2}$$

гідравлічний радіус $R = S / \chi$ (у першому наближенні $R = d_s / 2$);

швидкісний коефіцієнт за Павловським

$$C = (1/n) R^{1/3}$$

швидкість руху води в борозні

$$v_{\text{доп}} = C \sqrt{R L_{\text{not}}}$$

За відомими φ , $v_{\text{доп}}$, і d_s визначають $q_{\text{max}} = \varphi d_s^2 v_{\text{доп}}$.

Довжину борозни l визначають з умови, що вона обслуговує площу, яка дорівнює al .

При поливній нормі m на цю площу необхідно подати об'єм води $mal/10000$ витратою q за час t .

З рівняння $mal/10000 = qt$ визначають довжину борозни

$$l = \frac{3 \cdot 6 q t 10000}{ma}.$$

Звідси

$$t = \left(\frac{ma}{10000 K_0 \beta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \text{ при } \beta = \lambda h \sqrt{1 + \varphi^2};$$

де λ – коефіцієнт, що враховує бічне всмоктування води в укоси борозни (для легких ґрунтів – 1,5, для важких – 2,5).

Одержане значення t використовують для обчислення довжини борозни l .

Визначену довжину борозни заокруглюють до величини, кратної довжині поливної ділянки L .

Для правильної організації поливу визначають: кількість вивідних борозен на довжині ділянки $N_1 = L/l$;

загальну кількість всіх поливних борозен на поливній ділянці шириною B $N_2 = N_1 B/a$;

кількість одночасно працюючих борозен, вважаючи, що полив здійснюється цілодобово ($T=24$ год.), $N = N_2 t/T$;

витрату, яку необхідно подати на поливну ділянку, $Q = qN$; продуктивність праці поливальника залежно від тривалості поливу t , поливної норми m , поливного струменя q і умов поливу K . ($K < 1$)

$$П = \frac{3.6 q t}{m}$$

кількість поливальників, необхідних для проведення поливів

$$n = A_{nt} P t,$$

де A_{nt} – площа зрошення, га;

t – тривалість поливу (з укомплектованого графіка гідромодуля), діб.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

<https://www.youtube.com/watch?v=dFkhxOrpKLU>

<https://l8.nu/ZOlX>

<https://l8.nu/12PWL>

<https://l8.nu/ZOI>

Завдання.

1. Провести для визначених умов розрахунок елементів техніки поливу по борознам.

2. Зазначити переваги та недоліки такої системи порівняно із дощуванням, внутрішньо- ґрунтовим зрошенням.

ПИТАННЯ САМОКОНТРОЛЮ:

1. За якими показниками проводять розрахунок елементів техніки поливу по борознах

2. Як визначають кількість вивідних борозен на довжині ділянки

3. Як покращити якість поливу по борознам

4. Які переваги та недоліки такого поливу

5. Які перспективи поширення поливу по борознам, умови ефективного застосування.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 9

Особливості організації поливу по смугах

Мета ознайомитися із особливостями та оволодіти методикою проектування поливу по смугам

Обладнання: Методичні вказівки, конспект лекцій, комп'ютер із доступом до інтернету, довідкова література.

Розрахунок техніки поливу по смугах. Основним видом поливу по смугах є полив з головним пуском води. При цьому розміщення поливних смуг і елементів зрошувальної мережі на зрошуваній ділянці має правильну геометрію. Розрахунок техніки поливу включає визначення довжини і ширини смуги, питомої витрати води в голові смуги, тривалості поливу, висоти водоутримуючих валиків.

Розрахунок техніки поливу включає визначення довжини і ширини смуги, питомої витрати води в голові смуги, тривалості поливу, висоти водоутримуючих валиків.

Вихідні дані для розрахунку:

- мінімальна поливна норма m ;
- середня швидкість всмоктування води в ґрунт у першу годину K_{cp} ;
- показник ступеня дорівнює 0,3 – 0,8;
- коефіцієнт шорсткості смуги дорівнює 0,04;
- похил смуги L_{not} ;
- ширина B і довжина L поливної ділянки.

Розрахунок елементів техніки поливу по смугах проводиться на 1 м ширини смуги відповідно до допустимої швидкості руху води, v_{don} , що дорівнює 0,1 – 0,2 м/с. Обчислення проводять аналогічно, як і при поливі по борознах.

Витрата води на 1 м ширини смуги

$$q = s v_{don} = d_s v_{don}.$$

Гранично допустиму довжину смуги визначають за формулою

$$l = 3,6qt10\,000/m.$$

Час, за який всмоктується поливна норма, визначають за формулою

$$t = \left(\frac{m}{10000 K_0} \right) \quad \begin{array}{l} \text{Витрата на} \\ \text{всю} \quad \text{смугу} \end{array}$$

становить

$$Q = qb,$$

де b – ширина смуги, м.

Ширину смуги і висоту валика приймають з умови влаштування смуги.

Для організації поливу на ділянці визначають кількість вивідних борозен

$$N_l = L/l \text{ і}$$

кількість всіх поливних смуг

$$N_2 = N_1 B / b.$$

Кількість смуг, які одночасно поливаються

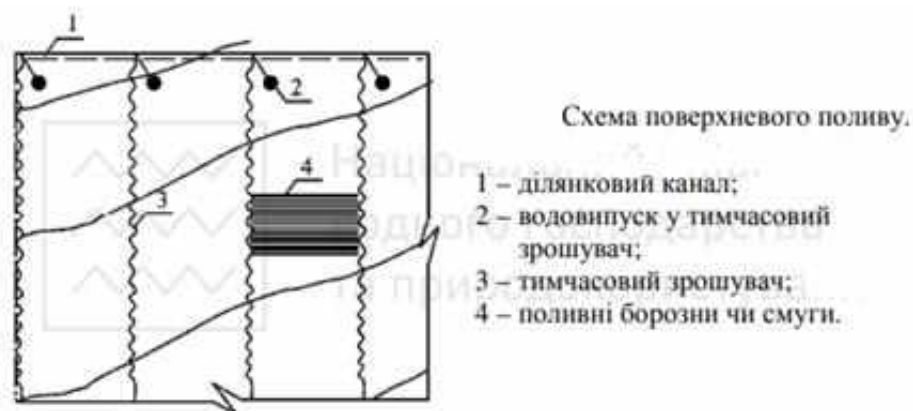
$$N = N_2 t / T,$$

де T – тривалість поливу, год.

Витрата води нетто, що подається на поливну ділянку, $Q_n = qN$



Рис. 16 Поперечний переріз поливів по борознам та смугам



Інтернет посилання

<https://www.youtube.com/watch?v=wxmSvfNyTVw>

<https://www.youtube.com/watch?v=-jvgjoougDA>

<https://www.youtube.com/watch?v=iL856Jqqv6c>

<https://www.youtube.com/watch?v=tqQlDIvR1-g>

Завдання.

1. Визначити та освоїти розрахунок техніки поливу по смугам
2. Провести проектування поливу масиву способом по смугам.

ПИТАННЯ САМОКОНТРОЛЮ:

1. Як проводять розрахунок елементів техніки поливу по смугам
2. Як визначають кількість витрат на всю смугу
3. Які ґрунти краще придатні для такого поливу
4. На яких культурах має переваги застосування поливу по смугам.
5. Які переваги та недоліки поливу по смугам
6. За яких умов доцільне застосування поливу по смугам.
7. Якими заходами можна покращити якість поливу.
8. Який вплив проявляє полив по смугам на екологію та фізичні властивості ґрунту.
9. Як запобігти прояву ерозії при такому способі поливу?

ПРАКТИЧНА РОБОТА 10

Розрахунки техніки поливу дощуванням

Мета освоїти методику розрахунків елементів техніки поливу дощуванням

Обладнання: Методичні вказівки, конспект лекцій, комп'ютер із доступом до інтернету, довідкова література.

Інтенсивність дощу – це шар дощу, який випадає за одиницю часу на одиницю площі, мм/хв.

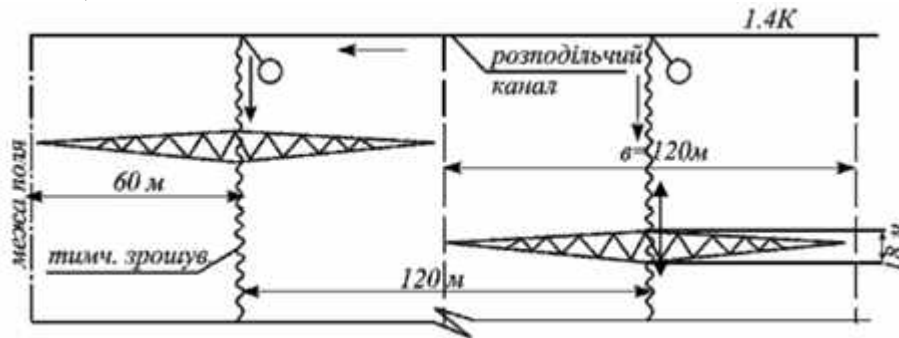


Рис. 17 Схема поверхневого поливу та поливу та двохконсольним дощувальним агрегатом ДДА 100 МА

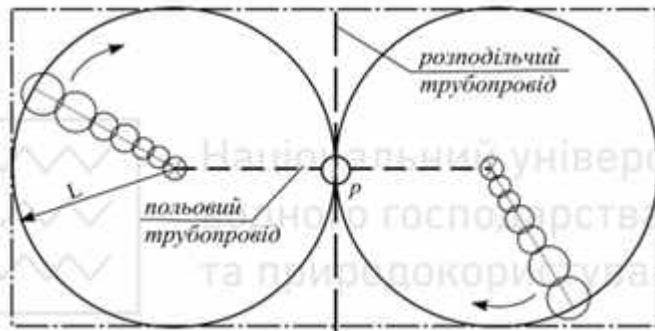


Рис. 18 Схема роботи дощувальної установки радіального типу Фрегат

Основні характеристики деяких модифікацій ДМ „Фрегат”.

Модифікація ДМ	Витрата Q , л/с	Напір, H , м	Довжина захвату l , м	Кількість візків	Допустимі похиби
ДМУ-А337-65	65	59	337,4	12	0,05
ДМУ-А362-50	50	54	362,2	13	0,05
ДМУ-А392-50	50	50	391,8	14	0,05
ДМУ-Б379-75	75	57	379,2	13	0,05
ДМУ-Б409-80	80	58	408,8	14	0,05
ДМУ-Б434-90	90	62	433,6	15	0,05

Дощування має багато технологічних рішень проведення, які мають відповідні переваги та недоліки.

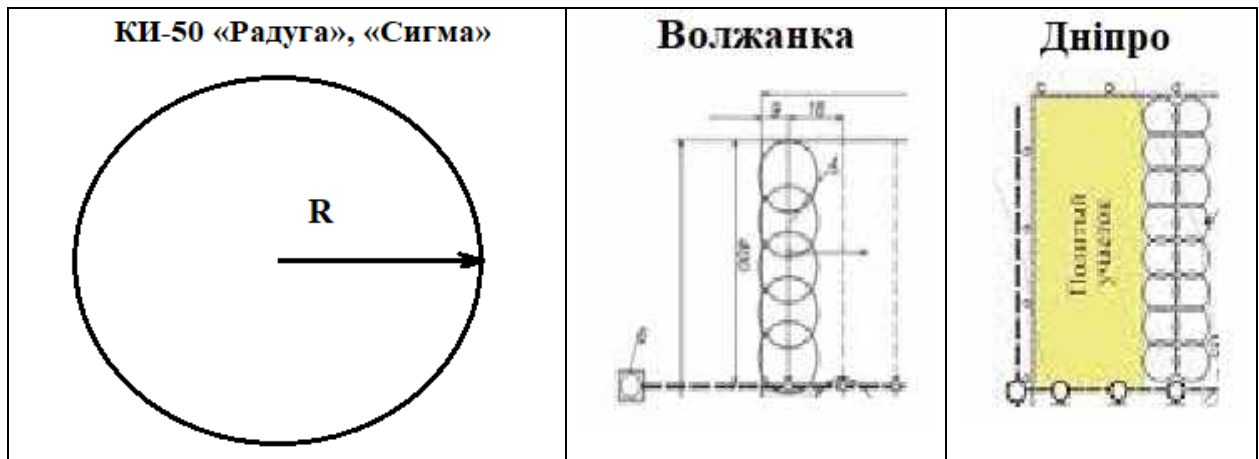


Рис. 19 Схеми роботи дощувальних пристроїв позиційної дії «Сигма», «Волжанка», «Днепр»

Для дощувальних пристроїв, що працюють позиційно (КИ-50 «Радуга», «Сигма», «Волжанка», «Днепр»),

$$I = 60 Q_{sd} / (L * b)$$

де L і b – довжина і ширина смуги зволоження з однієї позиції з урахуванням перекриття дощем з суміжних позицій, м;

Q_{sd} – витрати дощувальної машини, л/сек.;

A – площа поливу, ($L * b$) яку займає машина під час поливу на одній позиції. Для одинарних установок стаціонарних та пересувних – площа поливу є площу кола

Для дощувальних машин з струминними обертальними насадками (ДДН-70; ДДН-100)

$$I = \frac{60 Q_{sd} * \mu}{\pi R^2 * n},$$



де μ – коефіцієнт, що враховує перекриття дощем з суміжних позицій (під час поливу по квадратах $\mu = 1,57$, а під час поливу по трикутнику – 1,2);

R – радіус дії насадки, м;

n – частота обертання насадки, $хв^{-1}$.

Для дощувальних машин, що працюють під час руху (ДДА, «Кубань», «Фрегат», «Бригантина»),



де L і b – довжина і ширина смуги зволоження при стаціонарному положенні агрегату з урахуванням перекриття з суміжних позицій, *га*;

S – швидкість агрегату за 1 хв, м.

Середня інтенсивність дощу порівнюється із швидкістю фільтрації води у ґрунт, під час якої не утворюються калюжі і поверхневий стік. При цьому потрібно дотримуватись умови $I_{\text{ср.}} < K_{\text{всм}}$. Застосування дощувальних пристроїв з інтенсивністю дощу, яка не відповідає всмоктувальній здатності ґрунту, допускається лише як виняток.

Розрахунок елементів техніки поливу дощуванням.

Під час поливу дощуванням визначають продуктивність дощувальних машин, їх кількість, інтенсивність дощувальних пристроїв, тривалість поливу тощо.

Продуктивність (годинна, змінна, добова, сезонна) визначається за формулами

1. Продуктивність за годину:

$$A_{\text{г}} = 3,6 Q_{\text{sd}} / m$$

Q_{sd} – витрати дощувальної машини, л/с;

m – поливна норма, $\text{м}^3 / \text{га}$;

2. Продуктивність за зміну:

$$A_{\text{зм}} = 3,6 Q_{\text{sd}} t \kappa_{\text{зм}} / m$$

t – тривалість зміни, год;

$\kappa_{\text{зм}}$ – коефіцієнт використання робочого часу за зміну.

3. Продуктивність за добу:

$$A_{\text{дау}} = \frac{86,4 Q_{\text{sd}} \kappa_{\text{дау}}}{m \kappa_{\text{в}}},$$

$\kappa_{\text{дау}}$ – коефіцієнт використання робочого часу за добу

4. Сезонна продуктивність:

$$A_{\text{сез.}} = 86,4 t_{\text{кр.}} Q_{\text{sd}} K_{\text{dau}} K_{\text{сез.}} / m$$

$K_{\text{сез.}}$ – коефіцієнт використання робочого часу за сезон.

5. Інтенсивність дощу для кожної дощувальної машини визначається за формулами наведеними раніше.

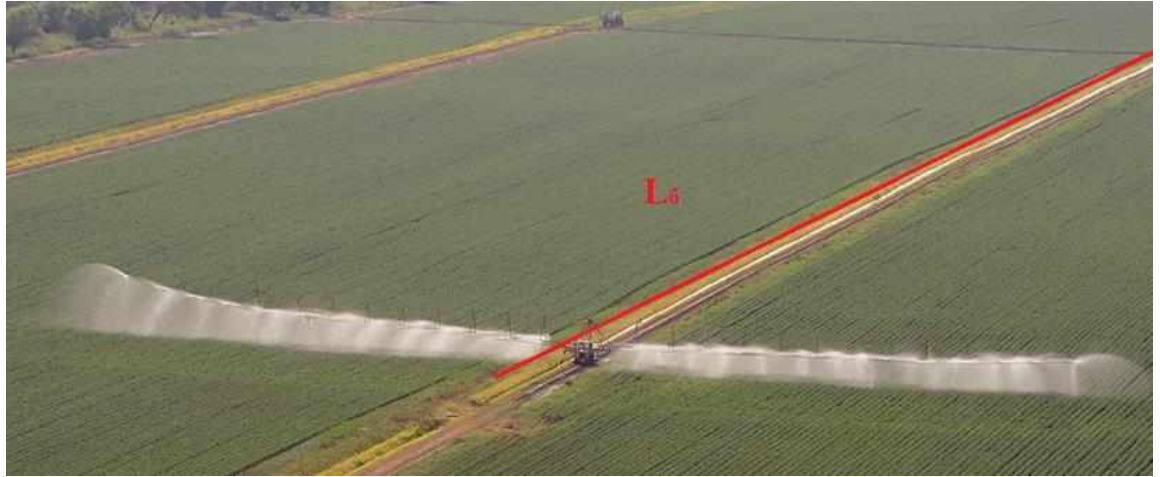


Рис. 20 Дощувальна машина ДДА -100 МА в роботі

Довжина б'єфу

$$L_6 = H - h_{\text{мін}} - \Delta / (L_{\text{not}} \text{ т. зр.})$$

H – глибина тимчасового зрошувача, (0,75-1,1 м);

$h_{\text{мін}}$ – мінімальна допустима глибина води у зрошувачі, (0,3 м);

Δ – перевищення дамби над рівнем води (0,10-0,15 м.)

Кількість б'єфів

$$П_6 = L_{\text{т.з.}} / L_6$$

$L_{\text{т.з.}}$ – довжина тимчасового зрошувача;

L_6 – довжина б'єфу;

Середній шар води за один прохід:

$$h_{\text{пр}} = 60 Q_{\text{sd}} K_{\text{в}} / (B V)$$

B – ширина захвату дощувального агрегату, (120 м)

V – середня швидкість руху,

Кількість проходів агрегату по б'єфу:

$$п_{\text{пр}} = m / h_{\text{пр}},$$

Дощувальні машини ДФ-120 "Днепр" і ДКШ-64 "Волжанка"

Тривалість поливу з однієї позиції

$$t^{\text{поз}} = 0,1 m A_{\text{nt}} K_{\text{в}} (60 Q_{\text{sd}})$$

A_{nt} – площа з однієї позиції, м, (ДКШ-64 - (18 x 800); ДФ - 120 - (54 x 460));

Дощувальні машини ДДН-70, ДДН-100

Тривалість поливу з однієї позиції:

$$t_{\text{поз}} = m / (i \cdot \pi)$$

i – інтенсивність дощу, мм/хв.;

π – частота обертання насадки.

Дощувальна машина "Фрегат"

Час, за який машина виконує один оберт:

$$T = m_p \cdot T_{\text{мін}}(m_{\text{мін}})$$

m_p – розрахункова поливна норма, м³/га

$m_{\text{мін}}$ – мінімальна поливна норма, м³/га (технічна характеристика машини);

$T_{\text{мін}}$ – мінімальний час повного оберту, год (технічна характеристика машини).

Тимчасові зрошувачі нарізають канавокопачами трапецієподібного перерізу. Розміри поперечного перерізу зрошувачів залежать від витрати води в них.

Витрата води у тимчасовому зрошувачі залежить від поливної норми, площі, яку обслуговують, часу поливу даної площі.

$$Q_{\text{нт}} = m \cdot B \cdot L (10^4 \text{ 86,4 t})$$

B – ширина ділянки поливу, м;

L – довжина ділянки, м.

Пропускную здатність зрошувачів стандартизують, приймаючи їх витрати з округленням до більшої величини: 40 – 60 – 80 – 100 – 120 – 160 л/с.

Таблиця 5

Розміри поперечного перерізу тимчасових зрошувачів за різних похилів і витрат

Похил	Розміри при витраті, л/с (b – ширина в основі; h – висота)											
	60		80		100		120		160		200	
	b	h	b	h	b	h	b	h	b	h	b	h
0,0005	0,3	0,42	0,4	0,43	0,5	0,45	0,5	0,48	0,6	0,47	0,6	0,52
0,001	0,3	0,35	0,4	0,37	0,5	0,38	0,5	0,42	0,6	0,39	0,6	0,42
0,002	0,3	0,31	0,4	0,32	0,5	0,32	0,5	0,35	-	-	-	-
0,003	0,3	0,28	0,4	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-
0,004	0,4	0,36	0,4	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-

Завдання.

1. Ознайомитися із типами дощувальних машин за режимами роботи

2.Провести розрахунок елементів техніки поливу дощуванням.

ПИТАННЯ САМОКОНТРОЛЮ:

- 1.Які переваги зрошення дощуванням
2. Що таке інтенсивність дощу, яке це має практичне значення. ?
3. Які характеристики дощувальних машин визначають їх технічні можливості?
4. Переваги та недоліки дощувальних машин що працюють в русі
6. Переваги та недоліки передвижних дощувальних машин, та таких, що працюють на стаціонарних позиціях
- 7.Як витрати води дощувальної машини впливають на технічні показники її роботи ?
8. Що таке коефіцієнт використання робочого часу та його значення.
9. Як підвищити сезонну продуктивність дощувальної машини?

ПРАКТИЧНА РОБОТА 11

Системи дощування

Мета освоїти методику вибору типу системи дощування та їх оцінювання

Обладнання: Методичні вказівки, конспект лекцій, комп'ютер із доступом до інтернету, довідкова література.

Дощувальні установки — пристрої, що складаються з легких розбірних переносних трубопроводів і дощувальних насадок. Дощувальна установка не має самохідної опори. Вода до дощувальної установки подається через напірну зрошувальну мережу насосними станціями. Такими були дощувальні установки «Веселка», «Сигма».



Рис. 21. Обладнання дощувальних установок.

Дощувальними машинами називають дощувальні пристрої, обладнані засобами механізованого пересування. Дощувальна машина мають самохідні опори на яких монтується дощувальна установка. Напір для роботи дощувальної машини створюється автономною насосною станцією. Такими є Фрегат, Волжанка, Дніпро, Кубань.



Рис. 22 Дощувальна машина

Дощувальні агрегати — це дощувальні машини, обладнані насосно-силовим устаткуванням для забору води з каналу (трубопроводу), створення потрібного напору й подачі її у дощувальні насадки (апарати), які обладнані на транспортному засобі. Дощувальний агрегат може складатися із однієї або декількох самохідних опор на яких змонтовано дощувальну установку й насос. Двоконсольним дощувальним агрегатом є ДДА-100 МА.



Рис. 23. Дощувальні агрегати

Дощувальна насадка (дощувальний апарат) – пристрій, що складається тільки з розпилювача води, який монтують на гідранті.

Гідрант – пристрій для відбору води із зрошувальної трубчастої мережі.



Рис. 24 Дощувальні насадки (консольна та фронтальна) і гідрант до якого під'єднана дощувальна машина «Волжанка»



- багатоопорні широкозахватні дощувальні машини з поливом у русі;
- багатоопорні широкозахватні дощувальні машини позиційної дії;
- мобільні дощувальні агрегати, включаючи – шлангово-барабанні дощувальні машини;
- переносні та пересувні дощувальні установки

У *стаціонарних системах* усі елементи, крім дощувальних апаратів, займають постійне положення. Такі системи використовують у парниках і теплицях, для зрошення гірських схилів, високорентабельних сільськогосподарських культур.

У *пересувних системах* усі елементи в процесі поливу переміщуються.

Напівстаціонарні дощувальні системи одержали найбільше поширення. На цих системах насосні станції й транспортуючі трубопроводи, як правило, стаціонарні, а дощувальні машини й установки, дощувальні трубопроводи — пересувні.

У *напівстаціонарних системах* використовують розбірні середньострумінні дощувальні установки, які переміщують вручну (Сигма, Веселка), дощувальні машини «Фрегат», «Дніпро», далекострумінну машину ДДН-100; шлейфи човникового переміщення зі стаціонарними насосними станціями.

За способом водозабору дощувальні машини розподіляються на машини з живленням водою від гідрантів закритої зрошувальної мережі та із забором води з відкритих каналів.

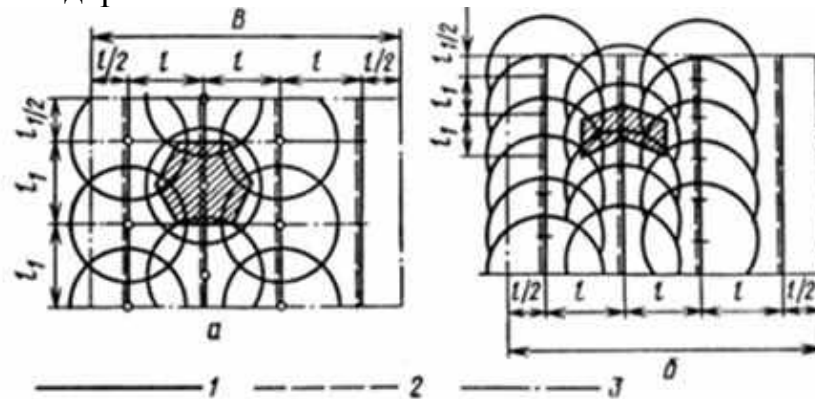


Рис. 25 Схеми поливу далекоструминними машинами:
 а – колом; б – сектором; 1 – тимчасовий зрошувач або трубопровід; 2 – тимчасова польова дорога; 3 – межі поля; l – відстань між зрошувачами; l_1 – відстань між позиціями дощувальних машин. Заштрихована площа поливу з однієї позиції з урахуванням перекриття дощем.

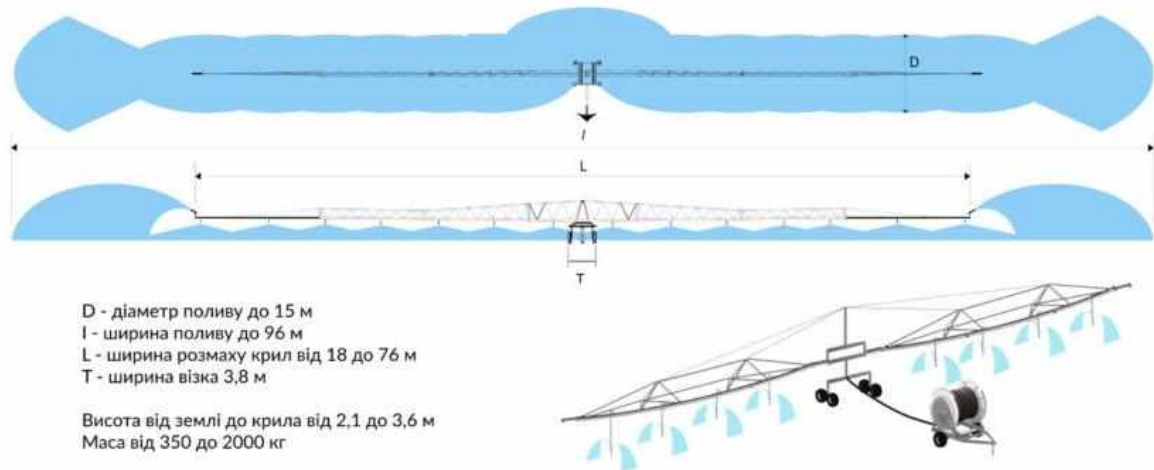
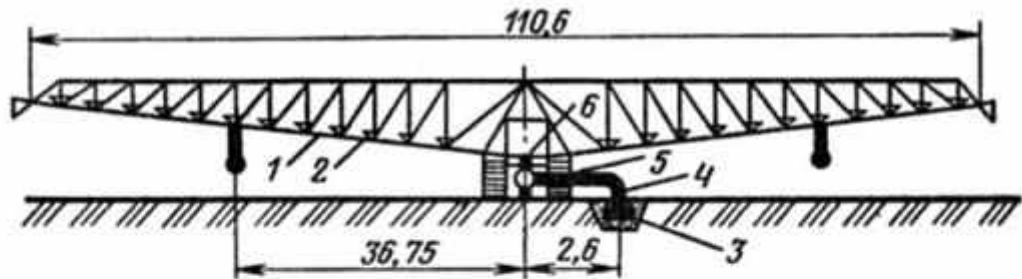


Рис.26. Сучасні агрегати консольного типу



*Рис. 27 Схема зрошувальної мережі для поливу дощувальною машиною ДДА-100МА:
 1 – ферма; 2- короткоструйна дефлекторна насадка;
 3 – всмоктуючий клапан; 4 – всмоктуюча лінія; 5 – консольний відцентровий насос; 6 – напірний патрубок;*

Широкозахватні дощувальні машини та їх типи

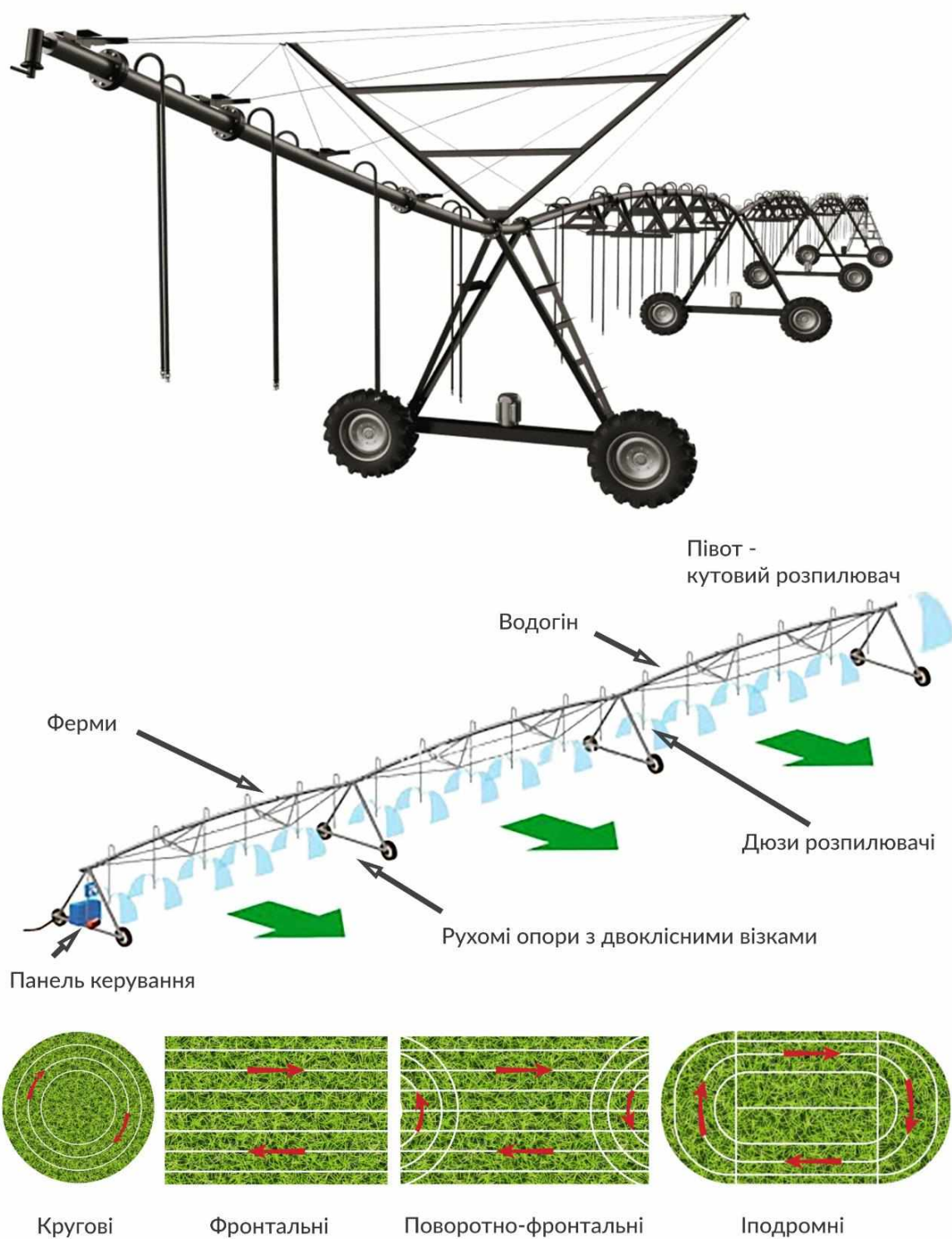


Рис. 28. Широкозахватні дощувальні машини

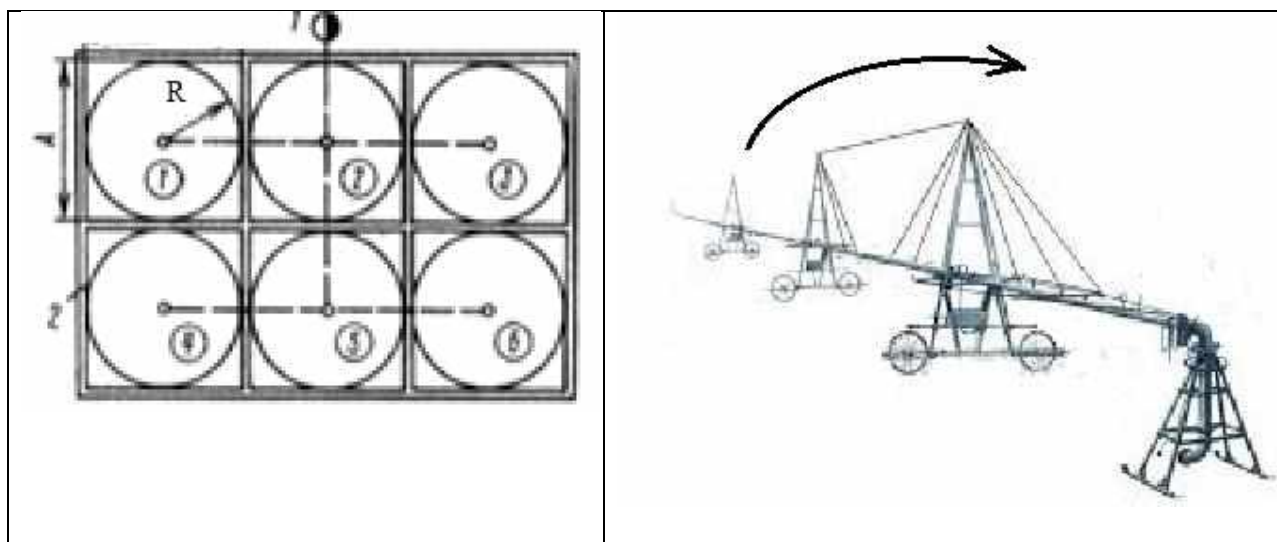


Рис. 29. Схема роботи дощувальної машини радіального (кругового) типу Фрегат

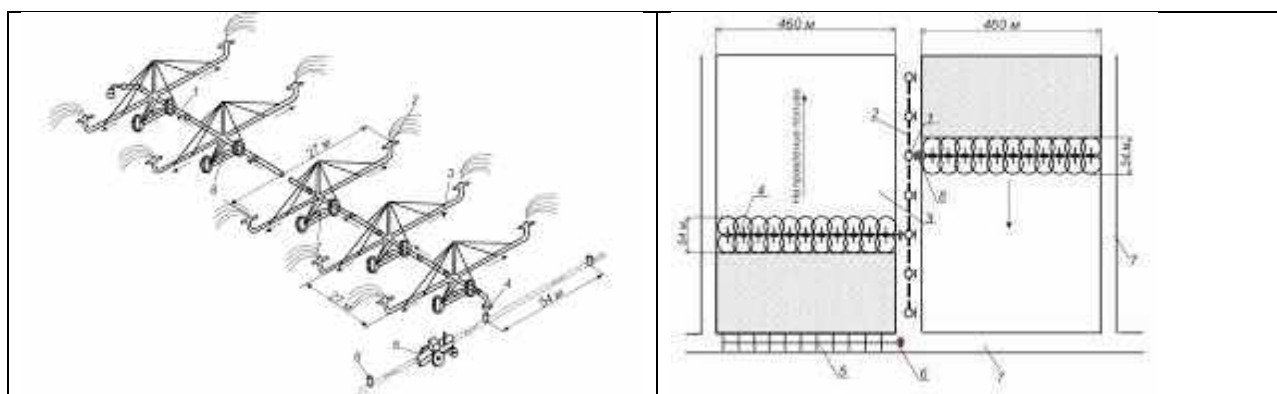


Рис. 30. Схема роботи дощувальної машини фронтального типу Дніпро

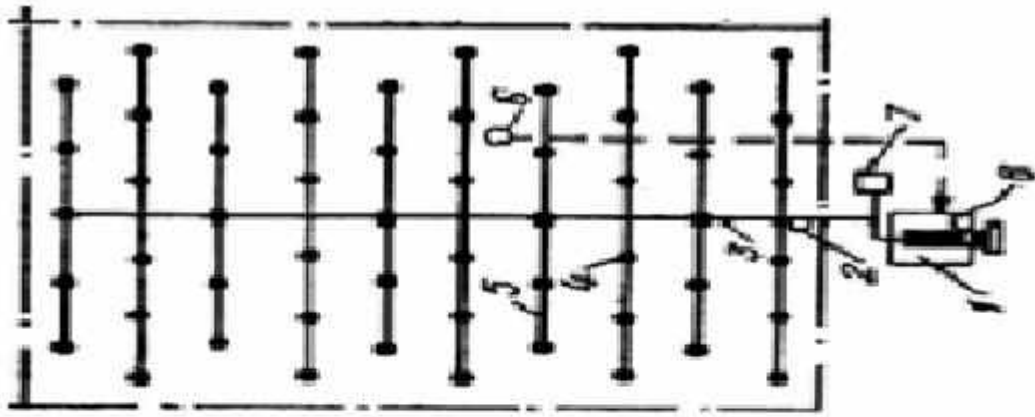


Рис. 31 Схема комплексу синхронного імпульсного дощування КСІД-10:

1 – насосна станція; 2 – контрольний гідроаккумулятор; 3 – розподільчий трубопровід; 4 – імпульсний дощувальний апарат; 5 – поливний трубопровід; 6 – ґрунтовий датчик необхідності поливу; 7 – генератор командних сигналів; 8 – пульт управління.

Завдання

Дати оцінку дощувальним машинам та установкам відповідно до їх класифікації за такими ознаками як : Вартість установки; Вартість мережі; Вартість води; Експлуатаційні витрати; Площа обслуговування; Автоматизація; Відповідність технічних параметрів ґрунтовим умовам та потребам культури.

ПИТАННЯ САМОКОНТРОЛЮ:

1. У чому відмінності дощувальних установок від інших дощувальних пристроїв?
2. Які переваги та недоліки дощувальних установок?
3. Як відмінності дощувальних машин від інших дощувальних пристроїв?
4. Які технологічні відмінності в дощувальних машин фронтального та радіально способу руху ? наведіть приклади таких машин.
5. Які відмінності дощувальних машин за способами водозабору ?
6. Які відмінності дощувальних агрегатів від інших дощувальних пристроїв?
7. Переваги та недоліки дощувальних агрегатів.
8. Типи та призначення дощувальних насадок
9. Схеми роботи делекоструминних машин.
10. Широкозахватні дощувальні машин : кругові, фронтальні, поворотно-фронтальні, іподромні. Їх переваги та недоліки.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 12

Елементи системи краплинного зрошення

Мета Сформувати поняття щодо складових елементів сучасних систем краплинного зрошення.

Обладнання: Методичні вказівки, конспект лекцій, комп'ютер із доступом до інтернету, довідкова література.

Система краплинного зрошення це складний комплекс технологічних обґрунтованих рішень щодо подавання. Очищення розподілу води до кожної рослини.

Складові системи краплинного зрошення.

- 1) Джерело водозабезпечення
- 2) Система забезпечення тиску
- 3) Система забезпечення якості води
- 4) Система приготування робочих розчинів
- 5) Система розподілу води між секціями (полями, клітками)
- 6) Система розподілу води до рослин.
- 7) Система автоматики та управління режимом зрошення.

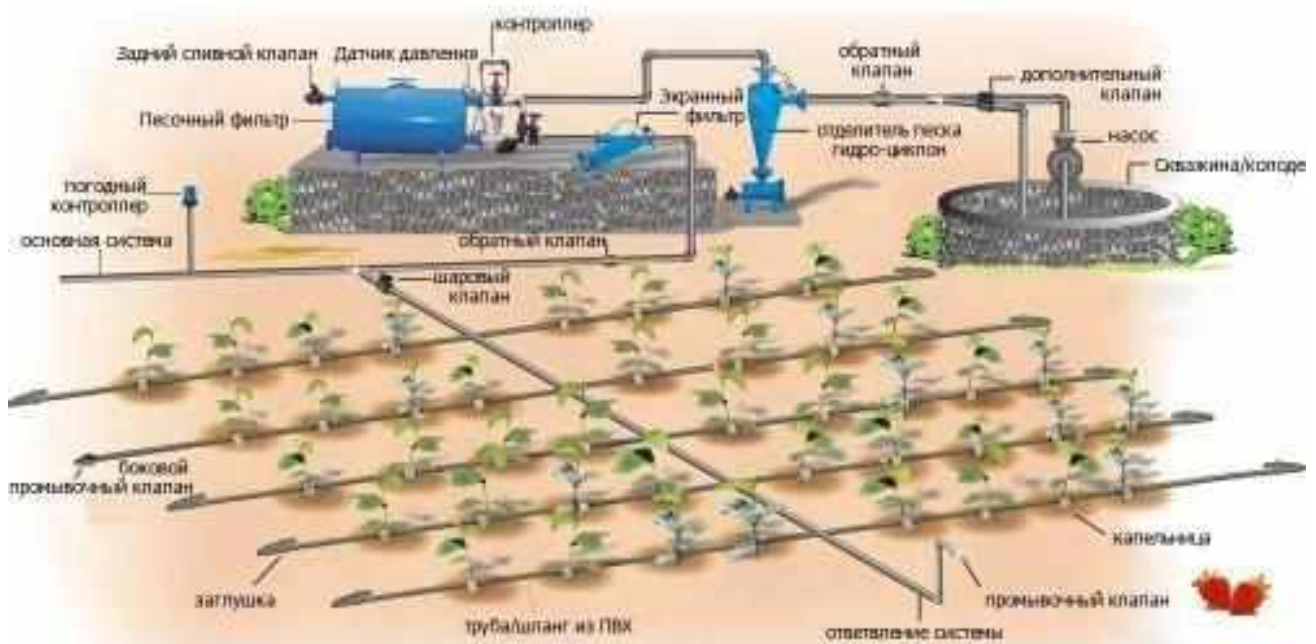


Рис 32. Базова комплектація системи крапельного поливу.

Напірний трубопровід армований, гнучкий, плоскоскатный ПВХ
шланг Лейфлет (layflat)

Цей елемент системи крапельного зрошення служить для доставки зрошувальної води з магістрального трубопроводу Лейфлет (layflat) до крапельної стрічки. Трубопровід Лейфлет (layflat) виконаний з високоякісного матеріалу, який не піддається корозії. Армований, гнучкий, плоскостатний ПВХ шланг Лейфлет (layflat) повинен мати достатній

діаметр, щоб пропустити і рівномірно розподілити необхідний обсяг води до краплинної стрічки. Діаметр розвідного трубопроводу розраховується, виходячи з обсягу витраченої води, довжини рукава і кількості приєднаних краплинної стрічки. Для невеликих ділянок рекомендується використовувати ПЕ трубу, виготовлену з первинної сировини. На ринку існує широкий спектр фурнітури (фітинги, міні-краники, зубчасті з'єднання) для приєднання крапельних ліній до ПЕ труби. Для промислових ділянок (площею понад 1 га) в якості розвідного трубопроводу рекомендується використовувати гнучкий армований ПВХ шланг до Layflat (Лейфлет). Лейфлет (layflat) не деформується під впливом температури, не руйнується від УФ-променів, має тривалий термін експлуатації (понад 5 років), витримує тиск до 4 атм. і дозволяє проходження колісної техніки (при відсутності тиску). Для з'єднання з краплинної стрічкою і у нас передбачено (можливо купити посамой низькою роздрібною і оптовою ціною) широкий асортимент сполучної і запірної фурнітури-широкий спектр фурнітури (фітинги Layflat (Лейфлет), міні-краник в Layflat (Лейфлет), зубчасті з'єднання для Layflat (Лейфлет)) Всі ці якості, а також зручність в монтажі, експлуатації, демонтажу та зберіганні роблять Layflat дійсно найбільш придатним варіантом виконання розвідного трубопроводу, який не йде в порівняння ні з якими іншими видами трубопроводів.

Базова комплектація системи крапельного поливу передбачає наявність наступних елементів.

Клапан автоматичного вивільнення повітря (повітряний клапан). Призначений для випуску і впуску повітря в систему крапельного зрошення. Коли система краплинного зрошення не працює, всі трубопроводи Лейфлет (layflat) і стрічки краплинного поливу (зрошення) заповнені повітрям. При запуску (включення насоса для крапельного поливу) вода починає заповнювати систему крапельного зрошення, в результаті чого виникає надлишковий тиск, який може викликати гідравлічний удар. При відключенні подачі води відбувається зворотний процес, і в системі виникає розрядка тиску (вакуум), що змушує систему всмоктувати повітря через емітери стрічки краплинного зрошення, що представляє небезпека засмічення крапельниць, деформації трубопроводів, виникнення розгерметизації системи. Ці проблеми мають місце для всіх великих систем, але особливо актуальні для полів з ухилами. Щоб уникнути цих ситуацій в систему встановлюється клапан вивільнення тиску. Він монтується в найвищих і/або кінцевих точках магістрального та розвідного трубопроводу Лейфлет (layflat) leyflet.

При монтажі системи крапельного зрошення виникає необхідність використання різного роду сполучної фурнітури (кути, трійники, переходи, відводи, згони, крани, заглушки, фітинги і т. д.).

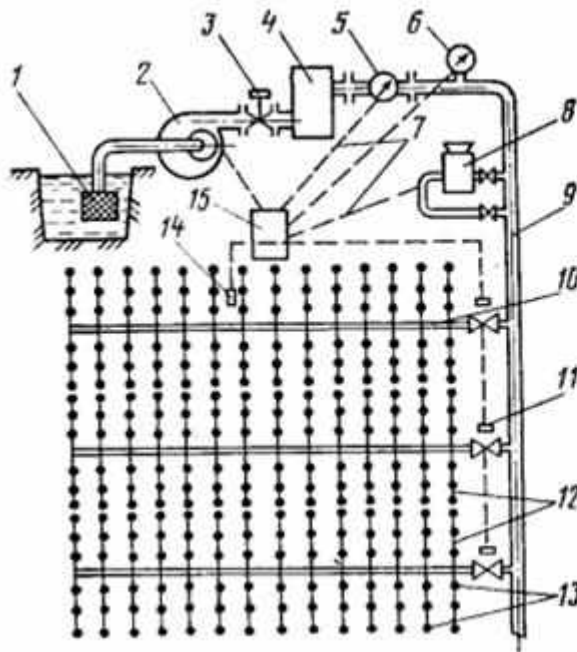


Рис. 33 Схема системи краплинного зрошення:

1 – водозабір; 2 – насосна станція; 3 – головна засувка; 4 – фільтр; 5 – вимірний пристрій; 6 – манометр; 7 – канали зв'язку; 8 – вузол для внесення добрив; 9 – магистральний трубопровід; 10 – розподільний трубопровід; 11 – дистанційна засувка; 12 – поливні трубопроводи; 13 – крапельні; 14 – датчик необхідності поливу; 15 – пульт управління.

Сполучна та запірна фурнітура

Неприпустимо використання фурнітури, виготовленої із чорних металів, зважаючи на їх схильності до корозії. Тому рекомендується використовувати фурнітуру з поліетилену, ПВХ або інших матеріалів, які не піддаються корозії. При виборі цих елементів системи слід звертати особливу увагу на технічні характеристики виробів (максимальний робочий тиск, якість виготовлення, простоту монтажу). Виробництво даного роду виробів вітчизняними виробниками поки не здатне задовольнити потреби ринку, ні в якісному, ні в кількісному відношенні. В якості запірної арматури рекомендується використовувати полнопроходные конструкції, наприклад, кульові крани замість клинових засувки. Так як другі не забезпечують безперешкодний рух потоку, що призводить до втрати тиску.

Краплинні стрічки Оскільки крапельна стрічка є основним елементом системи крапельного зрошення, її вибору необхідно приділити особливу увагу. Будь-який з наведених видів крапельного зрошення має свої особливості.

Товщина плівки складає 100-300 мкм або 0,1-0,3 мм. Для зручності вибору потрібної стрічки, її товщина визначається мілами. 1 мил = 0,025 мм. У продаж надходить крапельна стрічка:

- 5 і 6 міл – найтонша, дешева, розрахована на експлуатацію протягом одного сезону на м'яких ґрунтах. Робочий тиск 0,2–0,3 атм.
- 7 і 8 міл – може експлуатуватися на нормальному ґрунті 2 сезону, якщо перед заморозками її промити, продути повітряним компресором, висушити, згорнути в рулон, зберігати в теплому приміщенні. Робочий тиск 0,4–0,8 атм.

- 9–12 міл – міцна, стійка до атак гризунів, може експлуатуватися на кам'янистому ґрунті, витримує до 3 поливних сезонів. Робочий тиск 0,8–1,1 атм.

- 13–15 міл – найміцніша, стійка до механічних пошкоджень, гризунів, каміння, найдорожча, служить декілька сезонів. Робочий тиск 1,5–2,0 атм.

Для присадибних ділянок України оптимальний баланс ціни і якості представлений крапельної стрічкою з товщиною стінки 9–12 міл.

Промисловість випускає два стандартних типорозміра:

- 16 мм. Використовується на присадибних ділянках. Розрахована на лінії 300–450 м. На більш довгих рядах не ефективна.

- 22 мм. Призначена для застосування в великих господарствах. Ефективна на рядках довжиною 700–750 м.

Стрічки краплинного зрошення рекомендовані для використання на багаторічних насадженнях або фруктових садах, овочівництві їх застосування доцільне в силу ряду причин: конструкція крапельниці дозволяє використовувати трубку під ґрунтом; робочий тиск від 0,5 до 1 атм.; вигідна ціна. Крапельна стрічка (трубка) з твердим емітером може використовуватися в овочівництві і має такі особливості: мінімальна відстань між водовипусками - 10см, 15см, 20см, 25 см, 30 см, чого достатньо для багатьох овочевих культур, забезпечує необхідну однорідність зрошення для дрібнонасінних (цибуля, морква, буряк тощо); мінімальний робочий тиск таких крапельниць знаходиться в межах від 0,5 до 1 атм.; мають обмежений вибір крапельниць по витраті (1-2 види); конструкція крапельниці в крапельної стрічки дозволяє використовувати стрічку під ґрунтом; мінімальна товщина стінки 4міл. Крапельна стрічка передбачена для поливу, як овочевих культур, так і багаторічних насаджень.

Відстань між водовипусками крапельницями варіюють у межах від 10 до 30 см. Вартість краплинної стрічки не залежить від відстані між крапельницями, як у аналогів з твердим емітером.

Крапельниці даного типу починають нормально функціонувати вже при тиску 0,3 атм.

Щілиноподібна конструкція водовипуску краплинної стрічки дозволяє внутрішньогрунтове використання стрічки. Широкий спектр крапельниць по інтенсивності витрат: 0,5 л/год; 0,75 л/год; 1,0 л/год; 2 л/год.

Крапельна стрічка з інтегрованим емітером має широкий вибір моделей з товщиною стінки: від самої тонкої в світі стрічки - 4міл до 12міл. Вартість ціна краплинної стрічки залежить тільки від товщини стінки.

За формою крапельниць розрізняють три види стрічок.

Лабіринт

Канал має складну форму, що сповільнює просочування, завдяки чому рідина в стрічці встигає прогрітися. До недоліків відноситься нерівномірність поливу, ризик пошкодження каналів при змотуванні-розмотуванні і труднощі при розкладці лінії догори крапельницею. Застаріла, рідко використовується модель.



Рис. 34. Краплинна стрічка «Лабіринт»

Щілинна стрічка з лабіринтовим каналом, вбудованим всередині стрічки по всій довжині. Водовипускні отвори пробиті лазером із заданим інтервалом. Конфігурація каналу залежить від виробника, але принцип роботи у всіх марок однаковий. Даний вид надає рівномірну подачу води, стійкий до механічних пошкоджень. Деякі моделі мають вбудований механізм самоочищення. Стрічка розрахована на низьку витрату, тому вода перед поливом повинна бути відфільтрована.



Рис. 35. Краплинна стрічка щілинна

Емітерна

Всередині стрічки з певним інтервалом вбудовані спеціальні плоскі крапельниці – емітери. Форма лабіринту в крапельниці робить витрати води більш рівномірними і створює турбулентні потоки, що запобігають

засміченню. Вартість емітерної системи вище щілинної. Чим частіше вбудовані крапельниці, тим дорожче стрічка.



Рис. 36. Краплинна стрічка емітерна

Емітери вбудовуються з кроком:

- 10–20 см для щільної посадки культур: цибуля, часник, зелень, редис, малина.
- 30 см для посадок середньої щільності: картопля, томати, огірки, полуниця, перець, баклажани.
- Від 40 см для розріджених посадок: гарбуз, кавун, диня, капуста, ягідники.



Рис. 37. Вбудований емітер

Емітери по стабільності водоподачі бувають компенсовані та некомпенсовані

- **Компенсовані.** Забезпечують рівномірну витрату води по всій довжині лінії. Продуктивність 2,0–3,8 л/год. Використовуються для культур, що вимагають підвищеної норми поливу, і на піщаних швидко вбираючих ґрунтах.

- **Некомпенсовані.** Витрата води залежить від довжини ряду. Продуктивність 1,0–1,6 л / год. Використовуються для вирощування будь-яких культур на нормальних ґрунтах.

Краплинні трубки

Краплинна трубка – це круглий в перетині цілнотянутий двошаровий шланг, що не змінює своєї форми під час надходження або відсутності води. Внутрішній шар виготовлений з гуми, зовнішній – з стабілізованого ПВХ, що захищає гумову частину від УФ-опромінювання. Для наземної експлуатації випускаються вироби з чорним ПВХ.



Рис. 38. Краплинна трубка емітерна для підземної експлуатації

Трубка розрахована на експлуатацію протягом 5–10 років. Її використання доцільно для поливу багаторічних культур, які не потребують пересадки, а значить, щорічної збірки/розбирання зрошувальної системи. Після закінчення сезону трубку слід промити, продути повітряним компресором, законсервувати систему до весни.

Параметри трубки:

- Діаметр 12 мм, 16 мм і 20 мм. 12 і 16 мм підходять для коротких рядів, 20 мм застосовується на довгих дистанціях.

- Товщина стінок 0,6–2,0 мм.

Виробники випускають трубки двох типів:

- З вбудованими емітерами. Інтегровані дозатори розміщуються зі стандартним кроком 25 см, 30 см, 50 см, 100 см.

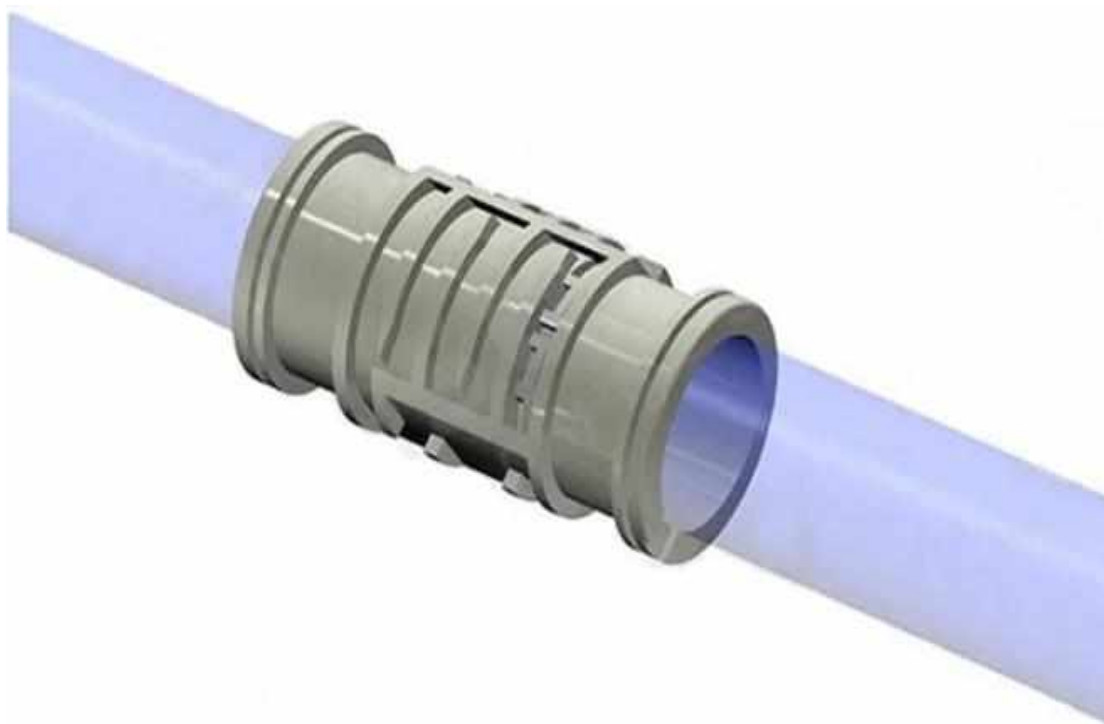


Рис. 39. Краплинна трубка з вбудованим емітером

- Без емітерів (сліпа). Передбачає проколювання отворів (на коротких лініях) або самостійну установку власником зовнішніх дозаторів в потрібних місцях.

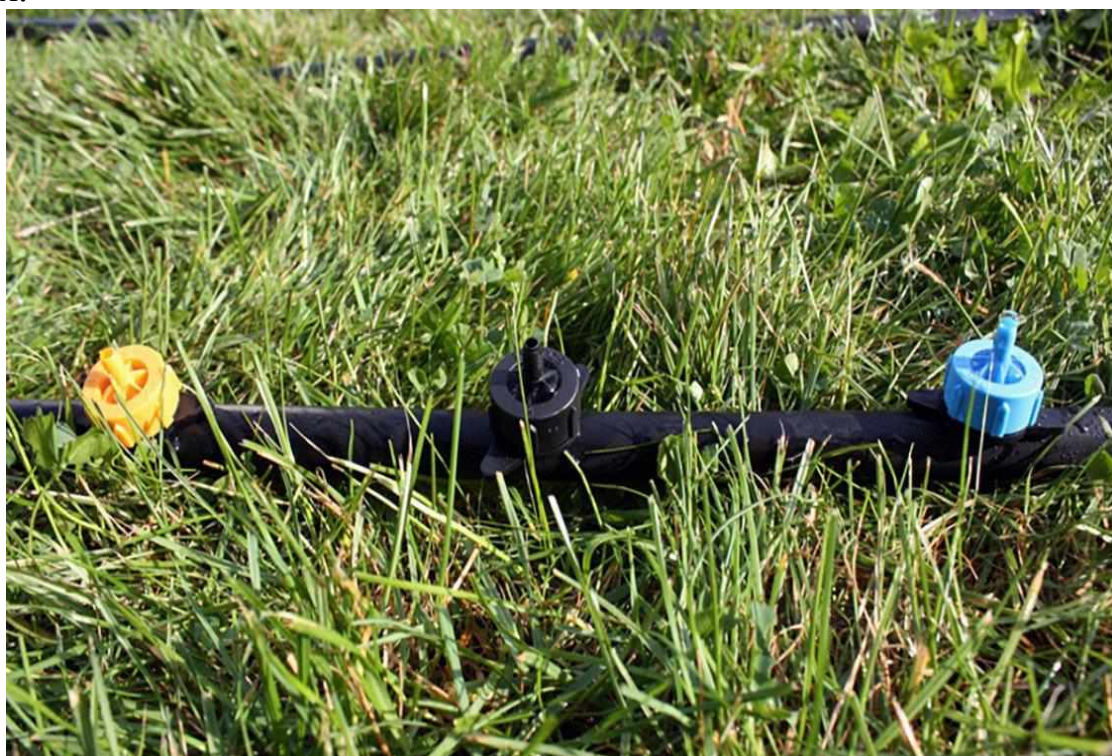


Рис. 40. Крапельна трубка сліпа з самостійно встановлюваними крапельницями

Трубки з інтегрованими емітерами є двох видів:

- З компенсованими крапельницями. Компенсовані емітери рівномірно витрачають воду по всій довжині на протяжних дистанціях. Рекомендовані для використання на лініях довжиною від 200 м. Слід враховувати, що крапельниці різних марок працюють з різним тиском води 0,3–1,0 атм. Якщо тиск нижче зазначеного виробником, емітери можуть не розкритися.

- З некомпенсованими крапельницями. Витрата води залежить від робочого тиску, а значить, від довжини ряду. Використовуються на коротких лініях. Працюють при будь-якому тиску, в тому числі в самопливних системах.

Стандартний крок між вбудованими емітерами:

- 10–20 см для густих посадок: зелень, газон, цибуля, редис, часник, малина.
- 30 см для зрошення посадок середньої щільності: картопля, томати.
- 40 см і більше – для розріджених посадок: ягідники, баштан, розарії, плодові дерева.

Завдання

1. Вивчити складові системи краплинного зрошення
2. Ознайомитися із будовою краплинних стрічок різних конструкцій
3. Вивчити технологічні характеристики краплинних стрічок
4. Системи забезпечення якості води та приготування робочих розчинів, їх складові та призначення
5. Визначити вимоги до системи розподілу води різних рівнів.
6. Визначити вимоги до системи автоматики.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Які складові системи краплинного зрошення
2. Які є краплинні стрічки та як вони впливають на будову системи зрошення
3. Як забезпечується якість поливної води
4. В яких діапазонах тиску працюють системи краплинного зрошення.
5. Які недоліки некомпенсованих крапельниць ?
6. Яка різниця лабіринтної, щільної та емітерної крапельниці
7. Які є типи поливних трубок та їх переваги і недоліки.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 13

Проектування системи краплинного зрошення

Мета освоїти методику проектування краплинного зрошення

Обладнання: Методичні вказівки, конспект лекцій, комп'ютер із доступом до інтернету, довідкова література.

При проектуванні та підборі систем краплинного зрошення враховують такі фактори:

1. Крок між крапельницями – це відстань між водовипускними отворами. Через які вода подається в кореневу зону кожної рослини.
2. Норма виливу. Залежить від культури та роду ґрунту.
3. Відстань між рядами. Встановлюють на вигляд посаджених рослин.
4. Щоденна максимальна кількість води для поливу (зрошувальна норма). Залежить від регіону вирощування культури. Це все, що потрібно, щоб провести розрахунок краплинного зрошення.

Крок між отворами крапельниці

Щоб правильно вибрати відстані між крапельницями, орієнтуйтеся на вигляд посадженої рослини. І відстанню між висаджуванням культур.

При невеликій відстані між саджанцями використовують частий крок між виливними отворами. Якщо відстань між саджанцями значна, то крок між виливними отворами — більший.

Для надходження достатнього обсягу рідини при вирощуванні овочів:

- пір'яної та ріпчастої цибулі,
- моркви та салату,
- кропу та петрушки.

Доцільно використати крок від 10 до 20 см.

Для більшої розсади, такої як:

- помідори,
- перець,
- огірки,
- картопля.

Підходить крок 20...30 см

Для розсади баштанних культур, кукурудзи та ін. – 30 см ... 40 см.

Норма виливу

Основним критерієм вибору нормованої кількості води є вид ґрунту. Цей показник приймають від 1,6 л/год до 2,4 л/год при піщаному ґрунті. Для глинистих ґрунтів – від 0,75 л/год до 1,35 л/год.

Як спроектувати систему для краплинного зрошення

Спочатку вважаємо площу, передбачену для висадки рослин. Потім досліджуємо ґрунт і визначаємо місце забору води. Підбираємо культури рослин для вирощування.

Після цього можемо приступати до розрахунків проектування:

1. Визначає витрати споживання води на задану площу.
2. Обчислення числа ліній крапельних стрічок діляниці.

3. Визначення числа крапельниць.
4. Обчислення обсягу витрати води.
5. Визначення числа секторів поливу.

Обчислення об'єму води для поливу розрахункової площі 1 га

Щоб провести розрахунок краплинного зрошення на 1 га обчислюємо обсяг води для поливу. Щоденний обсяг використаної води для поливу є основою при доборі:

- способів та методів її фільтрації,
- магістралей подачі води (лейфлет та ПНТ труба),
- апаратури регулювання гідравлічного напору,
- пристроїв з'єднання та перекриття елементів ліній.

Розраховуємо витрати споживання води на задану площу 1 га:

Спочатку нам потрібно дізнатися щоденну споживання води. Після розрахунку Ви легко підберете фільтри, магістраль. А також фурнітуру для її з'єднання.

Враховуємо, що максимальне значення щоденної води, що споживається, вважається від 50 до 110 м³/га.

Проводимо обчислення пропускної спроможності з урахуванням площі так:

$$Q = (50 \text{ м}^3 / \text{га} * S) / T,$$

де Q – розрахована здатність фільтра або фільтруючої установки в м³/год,

S – зрошувальна площа Вашої ділянки у га,

T – запланований час постійної роботи системи за день (від 16 до 20 год).

Наприклад, для зрошення 1 га пропускна здатність дорівнює:

$$Q = (50 \text{ м}^3 / \text{га} * 1 \text{ га}) / T.$$

У формулу підставляємо прийнятний час роботи.

Отже, для 16 годин безперервної роботи: 3,13 м³/год.

Для 17 годин – 2,94 м³/год.

18 годин – 2,77 м³/год.

Для 19 годин – 2,63 м³/год.

20 годин – 2,5 м³/год.

Розрахунок був зроблений з огляду на пропускну здатність фільтруючої установки. Для прикладу використали 50 м³/га. Підставте у формулу значення для розрахунку потрібного результату.

Розрахунок числа ліній крапельних стрічок на ділянці 1 га

Щоб провести розрахунок краплинного зрошення на 1 га обчислюють кількість стрічок поливу. Перед виконанням розрахунку Вам потрібно врахувати всі зрошувані культури. Для кожної групи рослин роблять окремий розрахунок довжини стрічки таким способом:

$$L = (S_k * 10000) / l,$$

де L – розрахована потреба в поливній стрічці в м,

S_k – площа, яку займає культура, га;

l – віддаленість зрошувальних стрічки один від одного (відстань між ними).

Нижче наведено середні відстані між поливними стрічками з урахуванням виду культур.

Таблиця 5

Середні відстані між поливними стрічками залежно від обліку виду культур

Відстань, см	Зрошувана культура
70	зелень, морква і капуста, всі сорти кукурудзи, часник
75	всі сорти цибулі, пекінська капуста і морква, картопля
90	перець чилі, кольорова капуста та деякі сорти картоплі, броколі
140	солодка кукурудза, болгарський перець та помідори
150	патисони, помідор, всі сорти гарбузів та кавунів, арбуз
320	огірки, баклажани, кабачки

Прорахуємо потребу в краплинній стрічці для ділянки 1 га:

$$L = 1 \text{ га} \cdot 10000 / l.$$

У формулу підставляємо значення відстані між стрічками (l) у метрах.

Отже, на відстані 70 см або 0,70 м: потреба в краплинній стрічці 14 286

м.

$$\text{При } l = 0,75 \text{ м: } L = 1 \text{ га} \cdot 10000 / 0,75 = 13\,333 \text{ м.}$$

$$\text{Якщо } l = 0,90 \text{ м: } L = 1 \text{ га} \cdot 10000 / 0,90 = 11\,111 \text{ м.}$$

$$\text{При } l = 1,40 \text{ м: } L = 1 \text{ га} \cdot 10000 / 1,40 = 7143 \text{ м.}$$

$$\text{Якщо } l = 1,50 \text{ м: } L = 1 \text{ га} \cdot 10000 / 1,50 = 6666 \text{ м.}$$

$$\text{І за } l = 3,20 \text{ м: } L = 1 \text{ га} \cdot 10000 / 3,20 = 3\,125 \text{ м.}$$

Визначення кількості крапельниць у крапельної стрічки на 1 га

Щоб провести розрахунок краплинного зрошення необхідно розрахувати кількість крапельниць. Число отворів трубопроводу визначається як таке співвідношення:

$$K = L / N,$$

де K – необхідна кількість емітерів або крапельниць у стрічки,

L – необхідність у зрошувальній стрічці в м,

N – крок між емітерами чи крапельницями біля крапельної стрічки.

У попередньому розрахунку ми вираховували:

Для вирощування картоплі та цибулі на ділянці 1 га з міжряддям 0,75 метра. Потрібно 13333 метрів крапельної стрічки.

При поливі цих культур використовують крок крапельниць 30 см (0,3 метри).

Кількість емітерів або крапельниць для ділянки 1 га:

При $K = 13333 \text{ м}/0,3 \text{ м} = 44443,3 \text{ шт.}$ Це необхідна кількість емітерів або крапельниць на ділянці 1 га.

Для томатів та кавунів на ділянці 1 га з міжряддям 1,5 м. Вам потрібно 6666 м крапельної стрічки.

При поливі цих культур використовують крок крапельниць 20 см (0,2 метри).

Кількість таких емітерів або крапельниць на ділянці 1 га:

При $K = 6666 \text{ метра} / 0,2 \text{ метра} = 33330 \text{ шт.}$

Підставте значення у формулу для точного результату.

Визначення рідини, що подається за годину, на 1 га

Тобто нам потрібно дізнатися витрату води на 1 га/годину. Для цього будемо використовувати таку формулу:

$$P = K * m,$$

де P – Витрата води,

K –кількість емітерів або крапельниць, шт/га

m – витрати крапельниці (емітеру), л/год).

Вона береться від виду ґрунтів на ділянці. Цей показник приймають від 1,6 до 2,4 літри на годину при піщаному ґрунті. Для глинистих ґрунтів – від 0,75 до 1,35 літра на годину.

Вибираємо тип ґрунту та значення підставляємо у формулу. Підставляємо кількість емітерних крапельниць із розрахунків вище. Робимо це залежно від вашої культури.

Для прикладу з овочів беремо картопля, моркву та цибулю.

Почнемо розрахунок із норми виливу на глинистих ґрунтах. Вона дорівнює 1,35 літра за годину.

Витрата води буде: $P = 44443,3 * 1,35 = 59,90 \text{ м куб./год.}$ Це витрата води при площі 1 га за годину.

Для томатів і кавунів на піщаному ґрунті норма виливу = 2,4 літра за годину.

$$P = 33330 * 2,4 = 79,99 \text{ м куб./год.}$$

За цими формулами Ви можете виконати прорахунок для своїх культур. Враховуючи особливості ґрунту.

Визначення числа секторів поливу

Щоб закінчити розрахунок краплинного зрошення на 1 га необхідно визначити кількість ділянок. Якщо у Вас велика ділянка зручніше буде поділити її на сектори. Кожен сектор можна поливати окремо. Також розділити Вашу ділянку на кілька секторів потрібно за довгих магістралей. Коли пропускна спроможність магістралі низька.

Пропускна спроможність магістралі буде важливим показником при поділі на сектори.

Для прикладу розглядатимемо армований рукав «Лейфлет»:

Лейфлет 3" (діаметр 75 мм) від 35 до 40 м куб за годину.

Лейфлет 4" (діаметр 100 мм) від 75 до 80 м куб за годину.

При даній пропускній здатності швидкість потоку води становить 23 до 25 м/с.

Далі розраховуємо кількість секторів поливу наступним чином:

$$U = P/R,$$

де U – кількість секторів поливу,

P – витрата води,

R – стандартна пропускна спроможність магістралі.

Наприклад, якщо діаметр магістрального лейфлету або труби 75 мм. То для такої магістралі витрата води $P = 59,90$ м куб за годину.

А його пропускна спроможність 35 м куб/година.

Тоді кількість секторів поливу ділянки на 1 га становитиме:

$U = 59,90/35 = 1,7$. Проводимо округлення у бік більшого = 2 сектори для вирощування цибулі та картоплі на 1 га.

Якщо пропускна спроможність магістралі 100 мм:

$$U = 59,90/75 = 0,8. \text{ Достатньо 1 сектора.}$$

Це означає, що з більшою магістраллю можна охопити велику площу поливу.

Завдання

1. Вивчити методику розрахунку крапельного зрошення
2. Розрахувати потреби матеріального забезпечення для зрошуваної системи на 1 га
3. Провести розробку макету схеми крапельного зрошення для облаштування систем на 1 га

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Як проводити розрахунок крапельного зрошення перед облаштуванням систем на 1 га?
2. Як можна спроектувати систему для краплинного зрошення?
3. Яке значення має крок між крапельницями та витрати ними води.
4. Як пов'язана схема укладання крапельних трубок з культурою та схемою посадки (сівби)
5. Від чого залежить норма поливу.
6. Який технологічний показник визначає кількість ділянок які поливаються одночасно.
7. Як зменшити потреби в крапельній стрічці ?

ПРАКТИЧНА РОБОТА 14

Сучасні системи управління поливами

Мета ознайомитися із системами автоматичного управління поливами

Обладнання: Методичні вказівки, конспект лекцій, комп'ютер із доступом до

Системи автоматизованого управління поливами набувають швидкого поширення на сучасних системах зрошення. Практично вони уже є обов'язковими елементами таких систем.

Переваги систем автоматичного поливу:

- скорочення трудовитрат на обслуговування.
- підвищення ефективності за рахунок оптимізації умов зволоження;
- повний контроль над кількістю води, яка подається на ділянку.
- - рівномірний та постійний розподіл вологи;
- економія витрат води та заощадження інших ресурсів;
- проведення зрошення без участі людини;
- можливість дистанційного керування роботою через інтернет зі смартфона;
- можливість програмування на період;
- робота в різних режимах зрошення;
- тривалий період експлуатації;
- підземні комунікації та бездротовий зв'язок

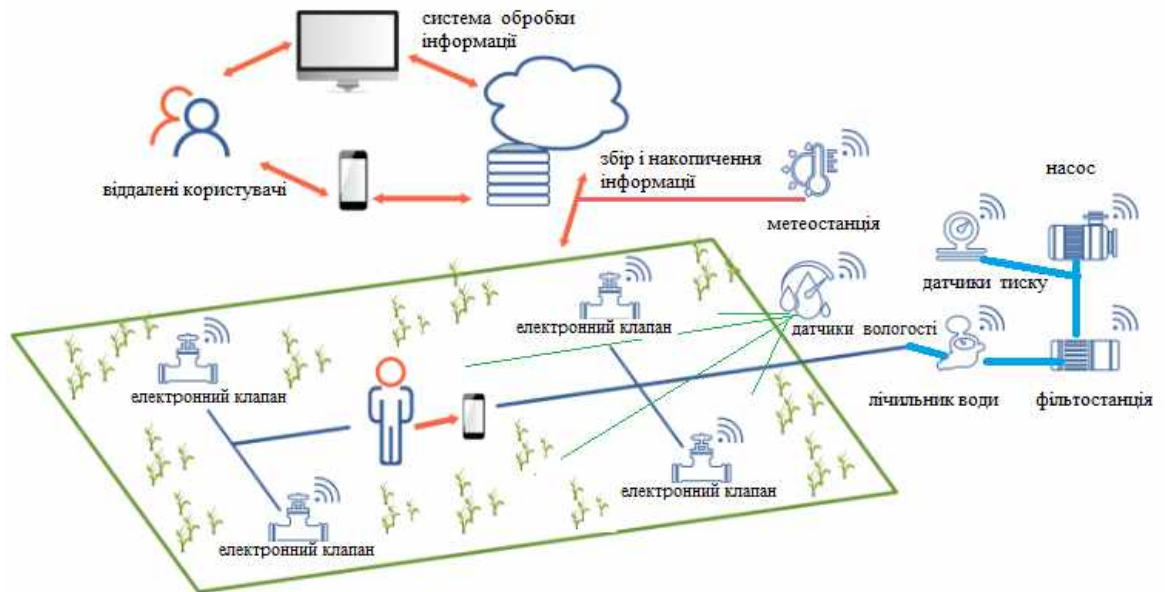
Автоматичні поливи забезпечені датчиками вологості і вітру. Після дощу вони відключають подачу води,

Правильно спроектований і зібраний автополив може довгий час працювати автономно. Для цього необхідно лише забезпечити безперебійну подачу води до системи.

Автоматизовані системи зрошення - це комплекс обладнання, до якого входять такі елементи:

виконавчі — розподіляють та подають вологу в ґрунт: краплинні трубки при краплинному поливі, спринклери, дощувачі. Вони мають різну конструкцію відповідно до типу (дощові, крапельні, внутрішньогрунтові).

Схема автоматизованої системи мікрозрошення



керуючі - регулюють подачу рідини (електроклапани);

Контролери поливу - це мозок системи автоматичного поливу. Він дозволяє запрограмувати й автоматизувати систему поливу здійснює контроль та забезпечує керування.

Умовно контролери можна поділити на модульні (з можливістю розширення кількості зон і функцій) і контролери з фіксованою кількістю зон.

Традиційні іригаційні контролери працюють по заздалегідь заданому запрограмованому режиму й таймерам. Нове покоління інтелектуальних іригаційних контролерів контролює погоду, умови ґрунту, випаровування та використання води для автоматичної настройки графіка поливу відповідно до фактичних умов ділянки.



Програмування контролерів можна здійснити локально за допомогою великого графічного РК-дисплея й клавіатури, за допомогою флешки, а також віддалено через інтернет за допомогою спеціально розробленого програмного забезпечення.

Контролери дозволяють управляти безліччю процесів: зрошенням і внесенням добрив, промиванням фільтра, виявляють і реагують на несправності в системі поливу та багато іншого. Важливим елементом є пристрій зв'язку між контролером і віддаленими об'єктами системи.

Віддалені термінали встановлюють для управління: насосами, клапанами, інжекторами добрив, фільтрами, а також для моніторингу показників на лічильники води та добрив, датчики тиску та інше. Радіус дії до 25 км.

Існують як провідні, так і бездротові системи. Живлення системи здійснюють від стандартного електричного джерела або від сонячної енергії.

Промислові системи для фертигації обладнуються вузлом приготування розчину та контролю якості. Автоматичний вузол фертигації дає можливість відстежувати й корегувати якість поливної води (рівень ЕС/РН) і точно дозувати маточний розчин, щоб уникнути загрози засолення та підлужування ґрунтів і раціонально використовувати добрива.

Складовими таких систем є пульт або **система управління** з таймером, можливістю програмування; сполучні - **фітінги**, магістральний трубопровід, деталі для згону; **фільтри** - запобігають потраплянню в магістральну трубу і дощувачі частинок сміття, забруднень, каменів, які можуть призвести до несправностей; **метеостанції**, датчики погоди, які фіксують швидкість і напрям вітру, температуру повітря, рівень вологості.

Системи автополиву можна запрограмувати на роботу в автоматичному режимі за певним графіком. Він регулюється в залежності від метеоумов, погоди.

Застосування системи автополиву можливе налюбій ділянці, с.г. культур багаторічних насаджень, декоративних культур тощо. Система безперебійно постачає воду.

Автоматичний полив підтримує культуру логозабезпеченою, в оптимальному стані. Налаштування розприскувачів і розпилювачів охоплюють велику територію.

Установку починають з розробки проекту. Розраховують загальну площу ділянки, пропускну здатність магістрального водопостачання або свердловини. Виділяють зони, де потрібне зрошення. Контролери і клапани встановлюють так, щоб можна було їх перевірити, в зоні вільного доступу.

При монтажі системи по ділянці прокладають магістральний трубопровід з урахуванням комунікацій, які вже проведені. Діаметр магістральних труб розраховують по максимальній витраті води.

Після прокладки магістралі проводять з'єднання елементів, встановлюють форсунки, дощувачі. Обов'язково монтують фільтри при заборі води з відкритих водойм, ґрунтових вод, свердловини. Це запобігає несправностям, робить автоматичний полив надійним і безперебійним.

1. Вивчити сучасні системи управління поливами

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Що таке система автоматичного зрошення і які її основні елементи?
2. Які датчики найчастіше використовуються в автоматизованих системах зрошення?
3. В чому переваги автоматичного зрошення порівняно з ручним?
4. Поясніть принцип роботи контролера в системі зрошення.
5. Які типи клапанів використовуються для управління водопостачанням у зрошувальній системі?
6. Як налаштувати систему зрошення на основі даних з вологості ґрунту?
7. Як впливає погодна станція на роботу автоматичної системи зрошення?
8. Які методи економії води реалізуються в автоматичних системах зрошення?
9. Опишіть алгоритм роботи системи, яка реагує на рівень вологості ґрунту.
10. Які типові помилки можуть виникнути в роботі системи і як їм запобігти?
11. Які метеопараметри найбільше впливають на потребу у зрошенні?
12. Що таке евапотранспірація і як вона використовується при плануванні зрошення?
13. Які типи погодних станцій використовуються для управління зрошенням?
14. Як зміна температури повітря впливає на графік поливу?
15. Що означає «адаптивне зрошення» у контексті погодних умов?

САМОСТІЙНА РОБОТА ЗДОБУВАЧІВ

Самостійна робота здобувачів з освітнього компоненту «Сучасні технології зрошення» може включати :

- опрацювання лекційного матеріалу та підготовка до практичних занять
- роботу в інформаційних мережах з пошуку та обробки інформації із змістовних компонентів;
- підготовку до усної міні-презентації;
- підготовка до обговорення окремих фахових питань;
- відео презентацію опрацьованого матеріалу;
- підготовка реферативних матеріалів
- розробка проекту
- підготовка до співбесіди за змістом окремих питань;
- підготовка до заходів контролю

ПИТАННЯ ЗАПРОПОНОВАНІ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

1. Види іригаційної деградації ґрунту та роль різних систем іригації
2. Вплив зрошення родючість, заходи стабілізації
3. Вплив ціни та забезпечення водними ресурсами на розвиток зрошення
4. Головні зрошувальні системи в Україні та перспективи їх модернізації
5. Державні політики країн Світу щодо зрошення та водозабезпечення
6. Забезпеченість регіонів України водними ресурсами в розрізі військових дій та кліматичних змін
7. Історичні місця виникнення та етапи розвитку зрошення в Україні та Світі
8. Класифікація дощувальних машин за мобільністю та меліоративною мережею
9. Комплексний вплив зрошення на агровиробництво та оточуюче середовище.
10. Машини кругової дії із кутовим прольотом, їх переваги
11. Особливості сучасних систем штучного дощу
12. Переваги та недоліки системи поверхневого поливу, сучасні підходи до застосування
13. Поняття про крапельно-імпульсне та мікродисперсне (аерозольне) зрошення
14. Поняття про мікродощування, мікрострументеве та крапельно-інскційне зрошення
15. Режим зрошення сільськогосподарських культур та засоби

- управління зрошенням
- 16. Системи зрошення багаторічних насаджень
- 17. Сучасні підходи до побудови системи мікрозрошення
- 18. Сучасні машини фронтальної, кругової дії та барабанного типу.
- 19. Тенденції розвитку та інновації в зрошенні
- 20. Технологія дощу та його значення для збереження ґрунту та запобігання деградаційним процесам
- 21. Типізація розбризкувачів (насадок) та їх зв'язок із конструкцією дощувальних машин.
- 22. Які завдання вирішує зрошення.
- 23. Якість поливної води, значення та заходи її забезпечення

МОДЕЛІ ПРАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ

1. Об ґрунтувати потребу зрошення для аграрного підприємства на основі системного аналізу ґрунтово-кліматичних та господарських умов
2. Розробити проект краплинного зрошення (масиву, сівозміни) для конкретних умов господарства
3. Об ґрунтувати вибір системи для мікрозрошення культури (сівозміни)
4. Об ґрунтування вибору технічних засобів для системи зрошення дощуванням
5. Об ґрунтування заходів запобігання екологічним проблемам та деградації ґрунту

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Інтегроване управління водними і земельними ресурсами на меліорованих територіях : монографія. Київ : Аграрна наука, 2016. 784 с.
2. Концепція відновлення та розвитку зрошення у південному регіоні України. Київ : ЦП «Компринт», 2004. 28 с.
3. Меліоровані агроecosистеми. Київ ; Ніжин : Видавець ПП Лисенко М.М., 2017. 696 с.
4. Методичні рекомендації з планування зрошення на територіях з урахуванням змін клімату та моделей аграрного виробництва. Київ, 2015. 54 с.
5. Морозов В.В. Ландшафтні меліорації. Навчальний посібник. - Херсон: Видавництво ХДУ, 2007. – 224 с.
6. Наукові основи адаптації систем землеробства до змін клімату в Південному Степу України : монографія / за наук. ред. чл.-кор. НААН Р. А. Вожегової ; Нац. акад. аграр. наук України, Ін-т зрошув. землеробства НААН. - Херсон : Олді-плюс, 2018. 751 с.

7. Розвиток інтенсивних систем землеробства на зрошуваних землях України: науково-технологічне забезпечення: методичні рекомендації. за ред.. чл.-кор. НААН Р.А. Вожегової. - Херсон, «ОЛДІ-ПЛЮС» 2020. 254 с.
8. Ромащенко М., Доценко В., Онопрієнко Д, Шевелєв О. – Системи краплинного зрошення. Київ-Дніпропетровськ – 2007.
9. Ромащенко М.І., Балюк С.А.. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення . – К.: Видавництво “Світ”, 2000. – 114 с.
10. Ромащенко М.І., Рачинська Е.С., Шевченко А.М. Інформаційне забезпечення зрошеного землеробства. Концепція, структура, методологія організації. /за ред.. М.І. Ромащенка. – К. : Аграрна наука, 2005. – 196 с.
11. Шевніков М. Я. Сучасні технології зрошення : навчальний посібник. Полтава: ВАТ Полтава. 2005. 192 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.

ДОПОМІЖНА

1. Ромащенко М. І., Балюк С. А. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення. Київ: Світ, 2000. 114 с.
2. Шувар І. А., Іванюк В. Я, Бінерт Б. І. Меліоративне землеробство: практикум. Луцьк, 2016. 128 с.
3. Лихочвор В. В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко - Львів : НВФ «Українські технології», 2006. 730 с.
4. Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Венедіктов О. М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Вінниця, 2011. 432 с.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

Агроекологічний журнал <http://journalagroeco.org.ua/>

Агроном <https://www.agronom.com.ua/>

Збалансоване природокористування <http://journals.urau.ua/bnusing>

Землеробство та рослинництво <http://journal-agriplant.com>

Новітні агротехнології <http://plant.gov.ua/>

World Journal of Agricultural Sciences <https://idosi.org/wjas/wjas.htm>

Global Journal of Agricultural Sciences <https://www.ajol.info/index.php/gjass>

World-agriculture. <http://www.world-agriculture.net/articles>

World Journal of Agricultural Research <http://www.sciepub.com/journal/WJAR>

[Agricultural Science and Practice](http://www.agrisp.com/index.php/agrisp/issue/view/2023_01)

https://www.agrisp.com/index.php/agrisp/issue/view/2023_01