

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агротехнологій  
Кафедра землеробства, геодезії та землеустрою

## МЕЛІОРАЦІЯ ЗЕМЕЛЬ

**Методичні рекомендації**  
для виконання практичних робіт  
здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
ОПП «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія»  
денної та заочної форм здобуття вищої освіти



МИКОЛАЇВ

2024

УДК 631.6

М47

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету від 14 березня 2024 р., протокол № 9.

Укладачі:

- І. В. Смірнова – доцент кафедри землеробства, геодезії та землеустрою Миколаївський національний аграрний університет;
- Ю. В. Задорожній – старший викладач кафедри землеробства, геодезії та землеустрою Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

- О. М. Дробітько – канд. с.-г. наук, директор фермерського господарства «Олена» Вознесенського району Миколаївської області;
- О. А. Коваленко – д-р с.-г. наук, професор кафедри рослинництва та садово-паркового господарства, Миколаївський національний аграрний університет.

© Миколаївський національний аграрний університет, 2024

## ЗМІСТ

Вступ	4
Практичне заняття № 1. Розрахунки вологості ґрунту, запасів вологи в ґрунті та величини поливної норми.....	5
Практичне заняття № 2. Визначення сумарного водоспоживання сільськогосподарських культур та величини зрошувальної норми.....	7
Практичне заняття № 3. Визначення норм та строків поливів графоаналітичним методом О.М. Костякова.....	9
Практичне заняття № 4. Розрахунок режиму зрошення буряків цукрових.....	13
Практичне заняття № 5. Розрахунок елементів зрошувальної системи.....	21
Практичне заняття № 6. Організація території і проектування зрошувальної мережі при дощуванні.....	22
Практичне заняття № 7. Організація території і проектування зрошувальної мережі при поверхневому поливі.....	28
Практичне заняття № 8. Основні принципи проектування краплинного зрошення.....	31
Практичне заняття № 9. Осушувальна система та її елементи	
Список рекомендованої літератури.....	42
Додатки.....	43

## ВСТУП

У підвищенні продуктивності та стійкості сільськогосподарського виробництва важлива роль відводиться меліорації земель. В Україні найпоширенішими видами меліорації є гідротехнічні - зрошення на півдні країни та осушення – на півночі.

Зрошення – одне з головних напрямків інтенсифікації сільськогосподарського виробництва в районах недостатнього зволоження. Зрошення створює сприятливі умови для більш повного використання рослинами поживних речовин ґрунту та добрив. В умовах зрошення поєднуються і діють з найбільш можливим ефектом всі головні напрямки інтенсифікації сільськогосподарського виробництва – хімізація, комплексна механізація тощо.

Зрошення є складовою частиною комплексу агротехнічних, агро меліоративних та організаційних заходів, що входять до системи землеробства тієї чи іншої природно економічної зони.

Перетворюючи та покращуючи умови родючості ґрунту, зрошення позитивно впливає і на інші фактори життя рослин, в тому числі і на мікроклімат. В результаті такої багатосторонньої дії зрошення на поливних землях посушливої місцевості отримують урожаї в 2-2,5 рази вищі, ніж без зрошення.

В умовах переходу всіх галузей економіки на засади сталого розвитку важливого значення набуває розробка і впровадження ресурсо-, енерго- та водозберігаючих технологій. Набувають поширення відносно нові для України технології.

Методичні рекомендації для виконання практичних занять здобувачами вищої освіти з дисципліни “Меліорація земель” мають за мету надати здобувачам інформацію та практичні рекомендації по виконанню окремих практичних робіт, в тому числі по розрахунках вологості ґрунту, запасів вологи в ґрунті, величини поливної норми, по визначенні сумарного водоспоживання сільськогосподарських культур, величини зрошувальної норми, режиму зрошення.

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

### Тема: «Розрахунки вологості ґрунту, запасів води в ґрунті та величини поливної норми»

Вологістю ґрунту називають кількість води, що міститься в даний момент в ґрунті і виражена у вагових або об'ємних відсотках по відношенню до сухого ґрунту. Вологість ґрунту може коливатись від дуже малого вмісту води до повної вологоємності. Один і той же ґрунт може бути неоднаково зволожений на різних глибинах та на окремих ділянках ґрунтового профілю. Вологість залежить від фізичних властивостей ґрунту, водопроникності, вологоємності, капілярності та інших умов зволоження. Зміна вологості ґрунту і створення сприятливих умов зволоження на протязі вегетаційного періоду досягається зрошенням та прийомами агротехніки.

Кожен ґрунт має свою динаміку вологості, яка змінюється по генетичним горизонтам. Розрізняють вологість абсолютну, що характеризується валовою (абсолютною) кількістю води в ґрунті в певній точці на даний момент і виражена у відсотках від маси або об'єму ґрунту, і відносну вологість, що виражається у відсотках від пористості (повної вологоємності).

Розрахунки вагової, об'ємної та відносної вологості проводяться по формулам:

$$\gamma_B = \frac{P_B}{P_G} \times 100;$$

$$\gamma_{об} = \gamma_B \times \alpha_0;$$

$$\gamma_0 = \frac{\gamma_{об}}{V} \times 100;$$

де  $\gamma_B$  – вологість у відсотках від маси сухого ґрунту;

$P_B$  – маса води в ґрунті;

$P_G$  – маса сухого ґрунту;

$\gamma_{об}$  – вологість у відсотках від об'єму ґрунту;

$\alpha_0$  – об'ємна маса ґрунту (г на 1 см<sup>3</sup>);

$V$  – пористість в об'ємних відсотках;

$\gamma_0$  – відносна вологість у відсотках.

Величину запасу води в ґрунті виражають в тонах або кубічних метрах і для певної глибини ґрунтового шару розраховують по формулі:

$$W = 100 \times h \times \alpha_0 \times \gamma_B,$$

де  $W$  - запас води в тонах, або об'єм в  $\text{м}^3$ ;

$\gamma_B$  – вологість ґрунту у вагових відсотках на абсолютно сухий ґрунт;

$h$  – глибина, потужність шару ґрунту, м;

$\alpha_0$  - об'ємна маса ґрунту,  $\text{г}/\text{см}^3$ .

Запас води в ґрунті можна виразити в міліметрах водного шару. Для цього кількість води в тонах або кубометрах на гектар необхідно розділити на 10, оскільки шар води в 1 мм на площі 1 га складає  $10 \text{ м}^3$  або 10 т.

Для визначення запасу води в ґрунті в міліметрах водного шару користуються формулою:

$$A = \gamma_B \times h \times \alpha_0 \times 10,$$

де  $A$  – запас води, мм.

Основою при визначенні величини поливної норми служить величина найменшої (або гранично-польової) вологоємкості.

**Найменша вологоємкість** (НВ або ГПВ) - це найбільш можливий вміст підвішеної вологи в даному шарі ґрунту в її природному стані при відсутності підпирання ґрунтових вод та після стікання всієї гравітаційної вологи.

**Поливна норма** являє собою різницю між запасом води при найменшій вологоємкості та наявним на заданій глибині запасом води в ґрунті перед поливом.

Поливна норма розраховується з таким розрахунком, щоб вода зволожувала активний шар ґрунту і не просочувалась нижче цієї глибини.

$$m = W_{\text{НВ}} - W_{\text{mn}} = 100 \cdot h \cdot \alpha_0 \cdot \gamma_{\text{НВ}} - 100 \cdot h \cdot \alpha_0 \cdot \gamma_{\text{mn}} = 100 \cdot h \cdot \alpha_0 \cdot (\gamma_{\text{НВ}} - \gamma_{\text{mn}});$$

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

$W_{\text{НВ}}$  – запас води в ґрунті при найменшій вологоємкості,  $\text{м}^3/\text{га}$

$W_{\text{mn}}$  – запас води в ґрунті перед поливом,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$\gamma_{\text{НВ}}$  – вологість ґрунту при найменшій вологоємкості, %;

$\gamma_{\text{mn}}$  – вологість ґрунту перед поливом, %.

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

### Тема: «Визначення величини сумарного водоспоживання сільськогосподарських культур та величини зрошувальної норми»

При встановленні поливного режиму кожної культури необхідно знати ту загальну кількість води, яку потребує ця культура за її вегетаційний період для створення запланованого урожаю при певній агротехніці та даних природних умовах. Ця кількість води може бути встановлена на основі матеріалів дослідних закладів та практики передовиків зрошувального землеробства для відповідних районів. Вона залежить від рівня агротехніки, родючості ґрунту, величини врожаю.

Загальна кількість води, що витрачається культурою ( $E$ ) може бути виражена формулою:

$$E = Y \times K_v, \text{ м}^3/\text{га},$$

де  $Y$  - необхідна урожайність даної культури, т/га;

$K_v$  – коефіцієнт споживання води (в  $\text{м}^3$  на 1 т урожаю) даної культури, що відповідає кліматичним умовам розвитку рослин, рівню родючості ґрунту, агротехніці, урожайності.

Коефіцієнт споживання води на одиницю урожаю ( $K_v$ ), зменшується з підвищенням родючості ґрунту, із збільшенням урожаю з одиниці площі. Чим вище родючість ґрунту, кращі умови живлення рослин, вищий рівень агротехніки тим менша витрата води на одиницю урожаю.

В посушливих районах загальна кількість води, що потребує культура, як правило, не забезпечується опадами. Дефіцит потреби рослин у воді, тобто різниця між потребою рослин у воді і тими природними ресурсами вологи, які можуть використати рослини в даному районі на протязі їх вегетації, поповнюється зрошенням.

Кількість води, що необхідно надати певній культурі за її вегетаційний період називається зрошувальною нормою. Позначається зрошувальна норма буквою “ $M$ ”, визначається в  $\text{м}^3/\text{га}$  і розраховується за формулою:

$$M = E - P - \Delta W;$$

де  $E$  – загальна потреба рослин у воді на транспірацію і випаровування з ґрунту,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$P_0$  – кількість опадів, що надійшли в активний шар ґрунту за вегетаційний період,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$\Delta W$  – використані запаси вологи з ґрунту за період вегетації, м<sup>3</sup>/га.

$$\Delta W = W_0 - W + K,$$

де  $W_0$  – запас вологи в активному шарі ґрунту на початок вегетаційного періоду, м<sup>3</sup>/га;

$W$  – запас вологи в активному шарі на кінець вегетаційного періоду (ця величина не повинна бути меншою мінімально допустимого для рослин запасу вологи в даному ґрунті), м<sup>3</sup>/га;

$K$  – кількість капілярної вологи, що може надійти в активний шар ґрунту від ґрунтових вод при близькому їх заляганні, м<sup>3</sup>/га;

При глибині ґрунтових вод більше 2,5 м “ $K$ ” складає менше 5% і не враховується.

Величина зрошувальної норми “ $M$ ” суттєво залежить від кількості використаних запасів ґрунтової вологи  $\Delta W$ , а саме чим більша величина  $\Delta W$ , тим менша, при інших рівних умовах, величина зрошувальної норми.

Тому на зрошуваних землях необхідно намагатись максимально збільшувати запаси ґрунтової вологи  $\Delta W$ . Для цього слід зменшувати коефіцієнт стікання води, проводити сніго- та водозатримання, зяблеву оранку та інші заходи, які підвищують вбирання та накопичення атмосферних опадів осінньо-зимового періоду.



## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

### Тема: «Визначення норм та строків поливів графоаналітичним методом О.М. Костякова»

Режим зрошення включає встановлення норм, строків та кількості поливів сільськогосподарської культури. Він залежить від агротехніки, біологічних особливостей рослин, урожайності, способів і техніки поливу, ґрунтово-кліматичних та організаційно-технічних умов.

В поняття режиму зрошення сільськогосподарських культур входить: визначення для даної культури загального водоспоживання, величин зрошувальної і поливних норм, призначення строків поливу та узгодження режиму зрошення із зрошувальною нормою; складання графіка подання води на зрошувальну ділянку та його комплектування.

При проектуванні зрошувальної системи режим зрошення розраховують для року 75 або 95% забезпеченості. Проектний режим зрошення є основою для розрахунків параметрів каналів, трубопроводів, гідротехнічних споруд та інших елементів зрошувальної мережі. При проектуванні режиму зрошення визначають дефіцит вологості ґрунту для поповнення сумарного водоспоживання рослин або зрошувальну норму.

Існує два основних методи визначення зрошувальної норми - аналітичний та графоаналітичний.

*Аналітичний метод* ґрунтується на визначенні зрошувальної норми для кожної культури без виявлення строків і норм поливу.

*Графоаналітичний метод*, запропонований академіком О.М. Костяковим, навпаки, передбачає визначення норм і строків поливу.

Розрахунки норм і строків поливу проводять в такій послідовності: із додатку 1 виписують опади по декадам за вегетаційний період культури для зони конкретного господарства.

Зміну запасів води ( $\text{м}^3/\text{га}$ ) в активному шарі ґрунту розраховують і з рівняння водного балансу:

$$E_{\text{гр}} + T_{\text{р}} + h_{\text{ст}} + \Phi = O + \Delta W + E_{\text{гв}} + W_{\text{к}} + M,$$

де  $E_{\text{гр}}$  – випаровування з поверхні ґрунту;

$T_{\text{р}}$  - випаровування рослинами (транспірація);

$h_{\text{ст}}$  - стікання води по поверхні ґрунту;

$\Phi$  - фільтрація води нижче розрахункового шару ґрунту;

О - опади;

$\Delta W$  - доступний запас води в шарі приросту кореневої системи;

$E_{гв}$  - підживлення активного шару ґрунту ґрунтовими водами;

$W_k$  - конденсація водяних парів в порах ґрунту;

М - зрошувальна норма.

Кількість ґрунтових вод, що надходять за одну добу в кореневмісний шар в суглинистих ґрунтах складає:

<i>Глибина залягання ґрунтових вод від поверхні ґрунту, м</i>	1	1,5	2,0	2,5	3,0
<i>Надходження кількості ґрунтових вод, м<sup>3</sup>/га</i>	14	8	5	2,5	0,6

З врахуванням природних умов конкретної зрошуваної ділянки рівняння водного балансу може значно спрощуватись. Випаровування з поверхні ґрунту та транспірація вологи рослинами в сумі складають сумарне водоспоживання  $E = E_{гр} T_0$ . Опади, що впливають на зміну вологості ґрунту враховуються коефіцієнтом їх використання  $K_0$ . При правильній організації поливів та високому рівні агротехніки стікання поверхневих вод не повинно бути, тобто  $h_{ст} = 0$ . Проникнення зрошувальної води при поливах нижче кореневмісного шару ґрунту має місце не у всіх випадках. Коли полив проводиться нормою, що не перевищує водоутримуючої здатності ґрунту  $\Phi = 0$ . Конденсація водяних парів в порах ґрунту складає незначну величину і її можна прирівняти до нуля  $W_k = 0$ .

Надходження води з ґрунтових вод спостерігається лише в тих випадках, коли ґрунтові води знаходяться на глибині менше максимальної висоти капілярного підняття ( $H_k$ ). Коли ж рівень ґрунтових вод знаходиться на глибині більшій від критичної, їх вплив на режим зрошення культури можна не враховувати. З врахуванням наведених особливостей конкретної ділянки рівняння водного балансу може бути записаним в наступному вигляді:

$$E = 10 \times K_0 \times O + \Delta W + M,$$

де 10- коефіцієнт переведення опадів, що вимірюються в мм, в об'єм води в м<sup>3</sup>/га.

В наведеному рівнянні прибуткова частина складається із опадів та запасів вологи в шарі приросту кореневої системи.

Доступний запас вологи (м<sup>3</sup>/га) в шарі приросту кореневої системи розраховують по залежності:

$$\Delta W = 100 \times h_y \times \alpha \times \gamma_{гв} \times K_H \times K_{вук},$$

де  $h_y$  – приріст кореневої системи за декаду, м;



Далі подекадно розраховують максимальні та мінімально допустимі (при зрошенні) запаси вологи в ґрунті для конкретних ґрунтово-кліматичних умов.

Максимальні запаси вологи в ґрунті відповідають гранично-польовій вологості ґрунту (або НВ), а мінімальні – відповідно до культури  $K_n \times \text{НВ}$  або  $(0,7-0,75-0,8)\text{НВ}$ .

Ці запаси розраховують по залежностям:

$$W_{\max} = 100 \times h \times \alpha_0 \times \gamma_{\text{НВ}};$$

$$W_{\min} = 100 \times h \times \alpha_0 \times \gamma_{\text{КНВ}}.$$

Глибину активного шару ґрунту подекадно визначають з урахуванням його поглиблення, яке орієнтовно складає 0,05 м за декаду.

Декадні значення максимальних запасів вологи в ґрунті за вегетаційний період відкладають на графіку. На цей же графік наносять поточне водоспоживання культури за кожну декаду. При перетинанні поточних запасів вологи з лінією мінімально допустимих запасів призначають полив. Величину поливу визначають як різницю між максимальними і мінімальними запасами вологи в ґрунті на період призначення поливу. Дату поливу встановлюють по календарному графіку.

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4

### Тема: «Розрахунок режиму зрошення буряків цукрових»

У ФГ «Авангард» Миколаївського району Миколаївської області необхідно організувати зрошення буряків цукрових на площі  $\omega = 256$  га, брутто. Ділянка розміщена поблизу Інгулецького магістрального каналу. Ґрунти ділянки чорноземи південні, по механічному складу – суглинкові. Об'ємна маса метрового шару ґрунту  $1,4 \text{ г/м}^3$ , найменша вологоємність – 26% маси сухого ґрунту. рельєф ділянки рівний, уклон поверхні – 0,002. Джерелом зрошення може служити Інгулецький магістральний канал, витрата води якого достатня для зрошення наведеної площі. Коефіцієнт земельного використання (КЗВ) 0,9, а коефіцієнт корисної дії зрошувальної мережі  $\eta = 0,8$ .

Клімат півдня Миколаївської області характеризується жарким, сухим літом та відносно теплою, з частими відлигами зимою. Ґрунт промерзає до 0,7-0,8 м. Сніговий покрив не перевищує 3-5 см. безморозний період біля 160-180 днів. Річна сума опадів складає 410 мм в сухий рік і 470 мм в середні і вологі роки. Майже щорічно з травня по вересень спостерігаються суховії. Влітку ґрунт сильно висушується. Ґрунтові води залягають на глибині 5-7 м від поверхні ґрунту, їх мінералізація складає 3-5 г/л.

Природні умови території в цілому сприятливі для вирощування при зрошенні основних сільськогосподарських культур, в тому числі буряків цукрових.

Основні дані для розрахунку режиму зрошення буряків цукрових наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

## Основні дані для розрахунку режиму зрошення буряків цукрових

Розрахункові елементи	квітень	травень			червень			липень			серпень			вересень
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Опади, мм	11	13	15	17	18	20	22	22	20	18	16	14	12	11
Коефіцієнт використання опадів, $K_o$	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Активний шар ґрунту, $h$ , м	0,40	0,40	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Поглиблення активного шару ґрунту, $h_a$ , м	-	-	-	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	-	-	-	-
Розподіл по декадам сумарного водоспоживання, (на випаровування з ґрунту та транспірацію), $P_c$ , %	2	2	4	6	8	9	10	11	12	12	11	7	4	2

Для розрахунків режиму зрошення буряків цукрових графоаналітичним методом академіка О. М. Костякова необхідно знати допустимі граничні запаси води в активному шарі ґрунту в вегетаційний період. Верхній оптимальний поріг (ВОП) характеризує потенційну водоутримуючу здатність активного шару ґрунту і при глибокому заляганні ґрунтових вод близький до найменшої вологості (НВ), яка, в залежності від механічного складу та структури ґрунту дорівнює 80-90% повної вологості.

Верхній оптимальний поріг запасу води в активному шарі ґрунту ( $W_{\text{воп}}$ ) розраховують по залежності:

$$W_{\text{воп}} = 100 \times h \times \alpha \times \gamma_{\text{нв}},$$

де  $h$  – активний шар ґрунту, м;

$\alpha$  – щільність ґрунту, г/см<sup>3</sup>;

$\gamma_{\text{нв}}$  – найменша вологості ґрунту, % маси сухого ґрунту.

Верхній оптимальний поріг запасу води в активному шарі ґрунту  $W_{\text{воп}}$  залежить від біологічних особливостей, фаз вегетації та глибини розповсюдження кореневої системи рослин.

Таблиця 3

### Верхній та нижній оптимальні пороги запасу води

Розрахункові елементи	квітень	травень			червень			липень			серпень			вересень
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Верхній оптимальний поріг запасу води	1352	1352	1352	1521	1690	1859	2028	2197	2366	2535	2535	2535	2535	2535
Нижній оптимальний поріг запасу води	1014	1014	1014	1141	1268	1394	1521	1573	1775	1901	1901	1901	1901	1901

Розрахункові дані таблиці 3 наносять на графік граничних запасів води в активному шарі ґрунту, а саме дві криві  $W_{\text{воп}}$  і  $W_{\text{ноп}}$  (рис. 1, додаток 5). Крива  $W_{\text{ноп}}$  сигналізує про необхідність проведення поливу, як тільки крива фактичного запасу води в активному шарі наблизиться до неї, або перетне її.

Крива  $W_{\text{воп}}$  служить верхньою межею при призначенні поливних норм. Поливні норми повинні бути такими, щоб після поливу (в той

же день) запас води в активному шарі ґрунту не перевищував верхній оптимальний поріг вмісту вологи.

Приклад водобалансових розрахунків для визначення прибутку та витрати води в розрахунковому шарі ґрунту при зрошенні цукрових буряків наведені в таблиці 4.

Таблиця 4

### Зміна запасів води в активному шарі ґрунту

Статті водного балансу	квітень	травень			червень			липень			серпень			вересень	Всього
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	
Прибуток води, П															
Від опадів $10 \cdot K_0 \cdot O$	99	117	135	136	144	160	176	154	140	126	112	98	84	77	1788
Від поглиблення активного шару ґрунту $\Delta W = 100 \times h \times \alpha \times \gamma_{\text{нв}} \times K_n$				160	160	160	160	160	160	160					1120
Разом (+)	99	117	135	296	304	320	336	314	300	286	112	98	84	77	2878
Витрата води, В															
На випаровування та транспірацію $E = \frac{K_e \cdot Y}{100} \cdot P_c$	104	104	208	312	416	468	520	572	624	624	572	364	208	104	5200
Зміна запасів води в активному шарі ґрунту ( $\pm 3B$ )															
Надлишок води (+)		13													13
Нестача води (-)	5		73	16	112	1487	184	258	324	338	460	266	124	27	2322

На основі розрахунків таблиці 4 визначають норми, строки і кількість поливів цукрових буряків. При цьому спочатку визначають запас води в активному шарі ґрунту на день сівби культури по залежності:

$$W_{\text{сiv}} = W_{\text{вон}} \times K_n = 1352 \times 0,95 = 1284$$

де:  $K_n$  – коефіцієнт насичення ґрунту водою перед сівбою.



$K_H$  можна прийняти (0,9-0,95)НВ. Результати розрахунків заносять в таблицю 5.

На рис. 1 наносять поточні запаси води в активному шарі ґрунту з урахуванням змін запасів води за кожну декаду. За вихідну точку слід приймати вміст води на період сівби, який відповідає вологості НВ або (0,90-,095) НВ.

Запас води на кінець першої декади вегетації розраховують по залежності:

$$W_k = W_{\text{сіб}} \pm 3B,$$

де  $\pm 3B$  – баланс води за декаду,  $\text{м}^3/\text{га}$ .

Цю величину наносять на графік.

Запас води на кінець першої розрахункової декади є одночасно запасом води на початок другої декади. Такий порядок розрахунків зберігається до тих пір, поки запас вологи на кінець розрахункової декади не виявиться менше нижнього оптимального порога. Коли крива фактичного запасу води перетне лінію нижнього оптимального порогу або досягне його, в точці перетину визначають: по горизонтальній осі – дату поливу, а по вертикальній – норму поливу.

Поливну норму визначають по залежності:

$$m_{\text{max}} = W_{\text{воп}} - W_{\text{ноп}}$$

Поливну норму приймають із умов зволоження ґрунту до (0,9-1,0) НВ, а в кінці вегетації – із розрахунку створення запасу води в ґрунті для досягання врожаю.

Зрошувальна норма нетто ( $M_{\text{нетто}}$ ) – це кількість води, яку необхідно подати на один гектар за період вегетації культури, щоб отримати запланований урожай.

$M_{\text{нетто}} = \sum m$ , тобто зрошувальна норма є сума поливних норм.

Для визначення об'єму води, який необхідно забрати із джерел зрошення для поливу одного гектара зрошуваних земель розраховують зрошувальну норму брутто по залежності:

$$M_{\text{бр}} = \frac{M_{\text{нетто}}}{\eta},$$

де  $\eta$  – коефіцієнт корисної дії зрошувальної системи.

Зрошувальна норма нетто для буряків цукрових в наведеному прикладі складає:

$$M_{\text{нетто}} = 400 + 470 + 530 + 600 + 634 + 634 = 2368 \text{ м}^3/\text{га},$$

$$M_{\text{брутто}} = M_{\text{нетто}}/n = \dots \text{ м}^3/\text{га}.$$

$n$  – кількість поливних норм.



## Визначення норм, строків та кількості поливів буряків цукрових

Місяць	Декада	Запас води на початок декади $W_p, \text{ м}^3/\text{га}$	Зміна запасу води за декаду $\pm ZB, \text{ м}^3/\text{га}$	Запас води в ґрунті на кінець декади		Дата поливу	Норма поливу	Запас води в ґрунті на день поливу		Поливна норма
				до поливу	після поливу			до поливу	після поливу	
квітень	3	1284	-5	1279						
травень	1	1279	+13	1292						
	2	1292	-73	1219						
	3	1219	-16	1203	1600	15.05	1	1200	1600	400
червень	1	1600	-112	1488						
	2	1488	-148	1340	1800	13.06	2	1440	1910	470
	3	1800	-184	1610	2140	29.06	3	1640	2170	530
липень	1	2140	-258	1882						
	2	1882	-324	1558	2168	13.07	4	1800	2400	600
	3	2168	-338	1830	2464	28.07	5	1901	2535	634
серпень	1	2464	-460	2004						
	2	2004	-266	1738	2372	15.08	6	1901	2535	634
	3	2372	-124	2248						
вересень	1	2248	-27	2221						



## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 5

### Тема: «Розрахунок елементів зрошувальної мережі»

**Зрошувальна система** - це гідромеліоративна система для зрошування сільськогосподарських культур. Складається з гідротехнічних та експлуатаційних споруд, що забезпечують забір води з джерела, транспортування і розподіл її для зрошування.

1 - джерело зрошування, тобто водний об'єкт, який забезпечує необхідний обсяг води належної якості в установлені строки для зрошування сільськогосподарських культур (річка, ставок, озеро, підземні води);

2 - водозабірна споруда (здебільшого насосна станція), яка подає воду з джерела до каналу або трубопроводу;

3 - провідна зрошувальна мережа призначена для подавання води в регульовальну мережу;

4 - регульовальна зрошувальна мережа, що призначена для безпосереднього подавання води у ґрунт;

5 - дренажно-скидна мережа, що призначена для збирання та відведення зайвих поверхневих, а також і дренажних вод;

6 - гідротехнічні споруди, призначені для регулювання витрати, швидкості руху і рівнів води у каналах;

7 - лісові смуги, що запобігають шкідливому впливу вітру;

8 - дороги, необхідні для здійснення експлуатаційних заходів, підвезення насіння, добрив, вивезення врожаю;

Зрошувальні системи за конструкцією провідної зрошувальної мережі поділяються на три типи: відкриті, закриті і комбіновані. Зрошувальна мережа відкритих систем являє собою канали в земляному чи облицьованому руслі, або залізобетонні лотіки.

У закритих зрошувальних системах замість каналів застосовуються трубопроводи, звичайно підземні. Закриті системи можуть бути стаціонарними, напівстаціонарними і пересувними. У стаціонарних зрошувальних системах всі ланки зрошувальної мережі стаціонарні. Напівстаціонарні системи звичайно мають постійні розподільні і розбірні поливні трубопроводи. У пересувних системах всі трубопроводи розбірні.

Комбіновані зрошувальні системи складаються з відкритих магістральних і міжгосподарських каналів та закритої внутрішньогосподарської мережі.

Найбільш досконалою є закрита зрошувальна система, що має високий к.к.д. і дає змогу автоматизувати подачу і розподіл води при поливі.

У деяких випадках зрошувальна система може не мати окремих елементів.

Прикладом сучасної зрошувальної системи є Каховська, розміщена у посушливих степах Херсонської і Запорізької областей. Вода в систему забирається з Каховського водосховища насосною станцією продуктивністю 530 м<sup>3</sup>/с. Площа зрошування першої черги будівництва - 260 тис. га.

Гідравлічний розрахунок передбачає визначення параметрів поперечного його розрізу, швидкості руху і глибини води в ньому.

**Витрата Q** (м<sup>3</sup>/с), на яку розраховують розміри каналу, беруть з укомплектованого графіку. Витрату розраховують за формулою:

$$Q = \omega v,$$

де  $\omega$ - площа живого розрізу каналу, м<sup>2</sup>,

$v$ - швидкість руху води в каналі, м/с.

Живий розріз каналу, тобто частину площі поперечного розрізу каналу, яка зайнята водою, що рухається визначають по формулі:

$$\omega = h(b + \phi h),$$

де  $h$ - глибина води в каналі, м;

$b$  – ширина каналу по дну, м;

$\phi$  – коефіцієнт закладення відкосів каналу.

**Швидкість руху води** в каналі знаходять по формулі Шезі:

$$v = C\sqrt{Ri},$$

де  $v$  - швидкість руху води в каналі, м/с;

$R$  – гідравлічний радіус, м;

$i$  – нахил дна каналу;

$C$  – швидкісний коефіцієнт.

**Гідравлічний радіус каналу (R)** визначається по залежності:

$$R = \frac{\omega}{P},$$

де  $R$  – гідравлічний радіус, м;

$\omega$ - площа живого розрізу каналу, м<sup>2</sup>.

**Змочений периметр (P)** знаходимо по залежності

$$P = b + 2h\sqrt{1 + \phi^2}$$

**Завдання:** Визначити параметри поперечного розрізу дільничного каналу і глибину його наповнення. Дано  $Q_{д.к.} = 250$  л/с;  $i=0,0015$ ;  $\varphi=1$ ,  $C=33,5$ .

Для мінімальної фільтрації води з каналів в практиці приймають такі співвідношення  $b/h=1-2$  при  $Q<1$  м<sup>3</sup>/с;  $b/h=1-3$  при  $Q=1-3$  м<sup>3</sup>/с;  $b/h=2-6$  при  $Q=3-5$  м<sup>3</sup>/с.

*Перше припущення:* так як  $Q<1000$  л/с, то приймаємо  $b_1=0,5$  м,  $h_1=0,5$  м.

Послідовність проведення розрахунків:

- площа поперечного розрізу каналу,
- змочений периметр,
- гідравлічний радіус;
- швидкість руху води;
- витрата води.

*Друге припущення:* глибину  $h$  зменшуємо  $h_2=0,3$  м, а ширину  $b$  залишаємо таку саму, щоб зберіглася можливість порівняння, тобто  $b_2=0,5$  м.

Для визначення наповнення каналу ( $h$ ) при проходженні заданої розрахункової витрати будують графік. За допомогою цього графіку витрата  $Q$ , яка дорівнює 250 л/с, пройде по каналу заданого поперечного перерізу з наповненням  $h=?$ .

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 6

### Тема: «Організація території і проєктування зрошувальної мережі при дощуванні»

Поливна ділянка - основна ланка зрошувальної системи, на якій здійснюється індивідуальна подача води для розподілу її на території. Поливна ділянка являє собою частину зрошуваного масиву, обмежену постійними каналами, дорогами, або лісосмугами, поливи на якій виконуються з одного постійного зрошувального каналу або трубопроводу. Поливні ділянки по можливості повинні мати прямокутну форму із співвідношенням сторін 1:2. Площа їх залежить від типу сівозміни, способу і техніки поливу, водопроникності ґрунтів і коливається від 20 до 100 га.

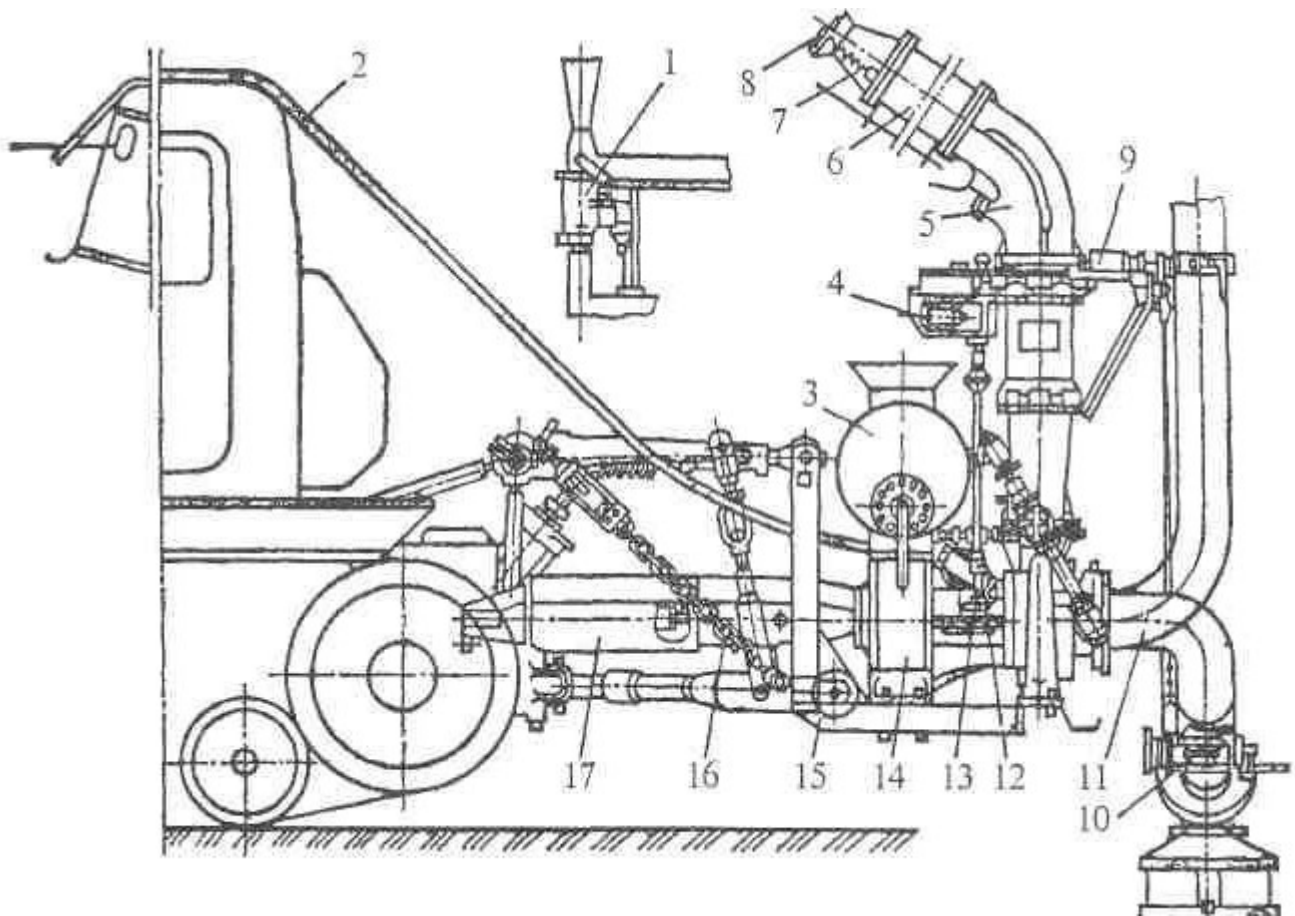
Далекоструйна навісна дощувальна машина ДДН-70, що агрегуються з тракторами Т-74 і, ДТ-Т5, призначена для зрошення дощуванням овочевих і технічних культур, лісорозсадників. Вона складається з далекоструйного апарату з механізмом обертання, відцентрового насоса з редуктором, всмоктуючої лінії, бака-підживлювача, вакуум-системи і опорної рами. Машина харчується від тимчасової зрошувальної мережі і водойм.

Машина ДДН-70 працює позиційно; відстань між зрошувачами 125 м. Відстань між стоянками машини в залежності від схем поливу становить 60 і 120 м.

Перед пуском машини в роботу в канаві встановлюють перемичку (підпирних щиток) для створення необхідного підпору води, після чого в канал опускають всмоктувальну лінію. Усмоктувальна лінія і насос ДДН-70 заповнюються водою механічно - водоструминним вакуум-апаратом. Після заливки всмоктуючої лінії і насоса включають вал відбору потужності трактора, завдяки чому починає обертатися відцентровий насос. Технологія роботи машини полягає в тому що вода, засмоктується насосом з зрошувача через всмоктувальну сітку, по всмоктуючому шлангу надходить в насос і далі через напірний патрубок апарату - в стовбур з малої і великої насадками, що обертаються навколо вертикальної осі. Пройшовши насадки, вода двома струменями спрямовується вгору, поступово розпадається на краплі, які у вигляді обертової смуги дощу падають на рослини і ґрунт. Велика струмінь, що виходить з насадки діаметром 55 мм, зрошує периферію круга, а мала струмінь, що



виходить з насадки діаметром 17,5 мм центральну частину. Для більш рівномірного розподілу дощу по зрошуваній площі в малу струмись введена лопатка.



**Рис. 1 Дощувальна машина ДДН-70**

1 – ежектор; 2 – трубопровід; 3 – гідропідживлювач; 4 – механізм повороту ствола; 5 – мале сопло; 6 – трубопровід; 7 – конфузор; 8 – велике сопло; 9 – гальмо; 10 – лебідка; 11 – всмоктувальний трубопровід; 12 – черв'ячний редуктор; 13 – карданний вал; 14 – насос-редуктор; 15 – рама; 16 – розвантажувальні ланцюги; 17 – кожух карданного вала.

**Завдання 1.** Провести розрахунок поливу дощуванням машиною ДДН-70. Дано:  $\omega_{\text{дїл.б}} = 240$  га;  $KЗВ = 0,98$ ; кількість полів  $n = 6$ ; коефіцієнт, що враховує умови поливу з однієї стоянки  $\eta_c = 0,94$ ;  $m_n = 300$  м<sup>3</sup>/га;  $m_с = 330$  м<sup>3</sup>/га; площа поливу з однієї стоянки  $\omega_c = 1$  га;  $T = 12$  діб;  $T_{\text{доб}} = 18$  год.;  $\eta_{\text{доб.}} = \eta_{\text{сез.}} = \eta_{\text{ч}} = 0,8$ ;  $Q_M = 65$  л/с;  $k = 1,2$ ; ширина поля  $B = 500$  м.

1. Знаходимо площу зрошувальної ділянки нетто ( $\omega_{\text{дїл.н}}$ ):

$$\omega_{\text{дїл.н}} = \omega_{\text{дїл.б}} \cdot KЗВ,$$

де  $\omega_{\text{дїл.б}}$  – площа зрошувальна ділянка брутто, га;

КЗВ – коефіцієнт земельного використання.

2. Визначаємо площу одного поля брутто ( $\omega_b$ ) та нетто ( $\omega_n$ ):

$$\omega_b = \omega_{\text{дїл.б}} / n,$$

$$\omega_n = \omega_{\text{дїл.н}} / n,$$

де  $n$  – кількість зрошувальних полів.

3. Знаючи ширину поля знайдемо довжину  $L$  :

$$L = 10000 \omega_b / B,$$

де  $B$  – ширина поля, м.

4. Інтенсивність дощу  $I$  (мм/хв) знаходимо за формулою:

$$I = \frac{60Q_m}{w_c \eta_c},$$

де  $Q_m$  – витрата дощувальної машини, л/с;

$w_c$  – площа поливу з однієї стоянки, м<sup>2</sup>;

$\eta_c$  – коефіцієнт, що враховує умови поливу з однієї стоянки.

5. Тривалість стоянки  $T_{ст}$  (хв) дощувальної машини на одній стоянці знаходимо по формулі:

$$T_{ст} = \frac{m_b \omega_c \eta_c}{600Q_m},$$

де  $m_b$  – поливна норма брутто, м<sup>3</sup>/Га.

6. Витрату необхідну для поливу дощуванням наданної площі визначають за формулою:

$$Q = \frac{m_b \omega_{\text{дїл.н}}}{3.6 T_{\text{доб.}} T \eta_{\text{ч}}},$$

де  $T_{\text{доб}}$  – тривалість роботи дощувальної машини протягом доби, год;

$T$  – між поливний період, діб;

$\eta_{\text{ч}}$  – коефіцієнт використання часу.

7. Для визначення кількості дощувальних машин  $n_m$ , одночасно працюючих на поливі необхідно знати сезонну площу зрошення ( $\omega_{\text{сез}}$ ):

$$\omega_{\text{сез}} = \omega_{\text{доб}} \eta_{\text{сез}} T,$$

де  $\eta_{\text{сез}}$  – коефіцієнт використання часу протягом сезону;

$T$  – міжполивний період, діб.;

$\omega_{\text{доб}}$  – площа поливу однією машиною за добу, га.

8. Площу поливу однією машиною за добу визначаємо за формулою:

$$\omega_{\text{доб}} = 3.6 T_{\text{доб}} \eta_{\text{доб}} Q_m / m_b,$$

де  $\eta_{\text{доб}}$  – коефіцієнт використання часу протягом доби.

9. Кількість машин для одночасного поливу ( $n_m$ ) визначаємо за формулою:

$$n_m = k \frac{\omega_{\text{дїл.н}}}{\omega_{\text{сез}}},$$

де  $k$  – коефіцієнт запасу.

10. Фактична площа поливу однією машиною за сезон становить ( $\omega_\phi$ ):

$$\omega_\phi = \omega_{\text{дїл.н}} / n_m$$

ДА-100МА - найпоширеніший дощувальний агрегат. Агрегат призначений для поливу сільськогосподарських культур у всіх ґрунтово-кліматичних зонах дощуванням короткоструменевими дефлекторними насадками. Полив здійснюється в русі із забором води з постійної або тимчасової відкритої зрошувальної мережі.

Агрегат монтується на тракторах типу ДТ-75 або ДТ - 75Т . Установка на агрегаті насадок дозволяє:

- робити полив з витратою води 100 і 130 л/с;
- підвищити врожайність за рахунок поліпшення розподілу води по зрошуваній площі;
- знизити енергетичний вплив дощу на ґрунт за рахунок зменшення краплі й інтенсивності.

Дощувальний агрегат ДДА-100МА поливає культури під час руху, працює на відкритому зрошувачі, в якому глибина води повинна бути не менше 30 см.

Щоб забезпечити нормальні умови забору води машиною і максимально використати поливну воду, в зрошувачі створюють підпір. Для цього на визначеній відстані по довжині зрошувача встановлюють дві брезентові перемички.

Полив заданою нормою проводять за декілька проходів дощувальної машини. Число проходів залежить від поливної норми і норми полива за один прохід машини. Після поливу площі між двома брезентовими перемичками дощувальна машина переходить на наступний відрізок каналу. Коли закінчується полив на одному зрошувачі, то дощувальна машина переходить на наступний зрошувач.

Щоб знати відстань між брезентовими перемичками, необхідно визначити витрату в голові відкритого зрошувача і допустимий підпір рівня води в ньому, який створюється брезентовою перемичкою.

Витрату води, яка подається в голову зрошувача:

$$Q_0 = \frac{Q_m}{\eta_0},$$

де  $Q_m$  – витрата води дощувальною машиною ДДА-100МА, м<sup>3</sup>/с;  
 $\eta_0$  – коефіцієнт корисної дії відкритого зрошувача, дорівнює 0,9-0,97.

$Q_m$  для дощувальної машини ДДА-100МА дорівнює 0,13 м<sup>3</sup>/с.

Площа живого розрізу відкритого зрошувача при такій витраті визначають за формулою:

$$w_{к.р} = \frac{Q_0}{v},$$

де  $v$  – середня швидкість води, яка не розмиває ґрунту, м/с.

Швидкість руху води в каналі приймаємо 0,4-0,7 м/с.

Глибина води  $h_b$  в відкритому зрошувачі визначають за формулою:

$$\omega_k = h_b(b_d + \phi h_b),$$

де  $w_k$  – площа поперечного перерізу каналу, м<sup>2</sup>.

Його вирішують шляхом підбору, тобто задають дві глибини води в каналі, при яких отримують площу поперечного розрізу. На основі отриманих результатів будують графік. Знаючи площу поперечного розрізу за допомогою графіку визначаємо глибину води в каналі.

**Завдання 2.** Визначити підпір  $h_{под}$  і загальну глибину  $h_b$  води перед перемичкою в відкритому зрошувачі при витраті  $Q_0=0,145$  м/с.

**Дано:**  $b_d=0,6$  м;  $\phi=1$ ;  $h_{в.1}=0,2$  м;  $h_{в.2}=0,3$  м; будівельна глибина каналу  $h_{ст}=0,7$  м; запас вільної глибини каналу над підпірним рівнем води в ньому  $h_3=0,1-0,2$  м.

1. Визначаємо площу поперечного перерізу відкритого зрошувача при глибині води в ньому 0,2 і 0,3 м.
2. Знаючи площу поперечного перерізу відкритого зрошувача (0,24 м<sup>2</sup>), за допомогою графіку знаходимо  $h_b$ .
3. Допустимий підпір води в каналі, який створюється перемичкою, розраховуємо за допомогою формули:

$$h_{под} = h_{ст} - (h_b + h_3)$$

4. Загальна глибина води в відкритому зрошувачі перед перемичкою з врахуванням підпору дорівнює  $h_{в.к}=h_b + h_{под}$ .
5. Відстань між брезентовими перемичками в відкритому зрошувачі:

$$l_{от.о} = \frac{h_{под}}{i_о},$$

де  $l_{от.о}$  – відрізок каналу між перемичками, м;

$i_о$  – схил дна відкритого зрошувача,  $i_о=0,0045$ .

6. Число перемичок на відкритому зрошувачі складає:

$$n_{пер} = \frac{l_о}{l_{от.о}},$$

Для визначення тривалості поливу поля однією дощувальною машиною ДДА-100МА необхідно знати її час роботи на одному зрошувачі і число зрошувачів в межах поля. Для цього розраховують:

1. Час, необхідний для проходу ДДА-100МА відрізка каналу між перемичками з розрахунку різної швидкості її вперед і назад:

$$T_{от.о} = \frac{l_{от.о}}{v_м} \quad v_м = \frac{v_п + v_з}{2},$$

де  $v_м$  – середня швидкість руху ДДА-100МА під час поливу, км/год;

$v_п$  і  $v_з$  – передня і задня швидкість руху ДДА-100МА, км/год.

2. Шар дощу за один середній прохід дощувальної машини:

$$m_1 = \frac{Q_м}{B v_м},$$

3. Число агрегатів при поливі нормою  $m=400$  м<sup>3</sup>/га складає:

$$n_{прох} = \frac{m}{m_1},$$

4. Тривалість роботи ДДА-100МА на відрізку між двома брезентовими перемичками:

$$T_6 = n_{прох} T_{от.о}$$

5. Тривалість роботи ДДА-100МА на відкритому зрошувачі при коефіцієнті використання робочого часу машини  $\beta_{сум}=0,75$  складає:

$$T_о = \frac{T_6 n_{пер}}{\beta_{сум}},$$

6. Тривалість поливу поля, на якому нарізано 7 відкритих зрошувачів:

$$T_{поля} = T_о n_о,$$

де  $n_о$  – кількість відкритих зрошувачів.

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 7

### Тема: “ Організація території і проєктування зрошувальної мережі при поверхневому поливі ”

При поверхневому способі зрошення ґрунт промочується достатньо глибоко (на 0,7-1 м) і в ньому створюється значний запас вологи. Але із-за складності проведення частих поливів допускаються великі коливання вологості кореневмісного шару. При цьому способі воду подають на поля періодично через певні проміжки часу згідно графіка водоподачі.

Залежно від характеру надходження води на поверхню зрошуваного поля та і надходження її в ґрунт розрізняють три основних способи поливу: по борознам, напуск по полосам і затоплення чеків. При всіх цих способах поливу поливальник розподіляє воду за допомогою лопати або мотиги. В цих умовах рівномірне зволоження ґрунту, необхідне для одержання високих врожаїв, та економічне використання води доступне тільки досвідченому поливальнику який добре знає рельєф зрошуваної ділянки. При цьому внаслідок малої поливної витрати, яка подається на робоче місце рівень праці поливальника складає всього 0,5 ... 0,8 га за зміну.

Збільшити рівень праці поливальника можна при:

- ретельному плануванні поверхні зрошуваної площі;
- збільшенні поливного току до 100...200 л/с;
- використанні технічних засобів при поливі (сифонів, переносних щитів і т.д.)

#### Умова для вирішення задачі

На щільному легкому суглинку, здатному поглинути в перший час зволоження шар води товщиною  $H_B=6$  см, вирощується пшениця. Посів проводять вузькорядною сівалкою шириною - 4,2 м. Поливна карта – прямокутник довжиною  $L=1000$  м, шириною  $B=200$  м, повздовжній нахил  $i = 0,003$ , поперечний  $j = 0,0005$ , рельєф та мікрорельєф середні. Поливна норма  $m=700$  м<sup>3</sup>/га,  $\alpha=0,5$ ,  $F=h$ ,  $P=1$ ,  $R=h$ , коефіцієнт шорсткості  $K_{ш} = 0,05$ . Полив карти необхідно провести в 4 восьмигодинних зміни. Необхідно розбити поливну мережу усередині карти.

Так як легкий суглинок відноситься до ґрунтів середньої водопроникності, посів пшениці проводиться з вузьким міжряддям,

повздовжній нахил 0,003 – середній і лежить в інтервалі 0,0017 – 0,006, поперечний нахил 0,0005 незначний, то вибираємо полив напуском по полосам.

Тривалість подачі води з вивідної борозни на полосу (год) знаходимо по формулі:

$$t = \left[ \frac{m}{10000N_B} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}},$$

де  $m$  – поливна норма, м<sup>3</sup>/га;  $N_B$  - шар води здатному поглинути в перший час зволоження, м; .

Довжину полоси (м) розраховуємо за формулою:

$$l = \frac{\sigma t}{m} 10000,$$

де  $\sigma$  – кількість води в кубічних метрах, що випускається в один час на 1 пог. метр ширини полоси.

Маючи на увазі ця рівність, підбираємо  $l$  і  $\sigma$  таким чином, щоб  $\sigma$  лежало в межах для середніх ґрунтів від 2 до 6 л/с, або від 7,2 до 21,6 м<sup>3</sup>/час, щоб  $l$  було в інтервалі від 150 до 200 м і число вивідних борозен було цілим.

Візьмемо число вивідних борозен  $N=6$ .

Тоді довжина полоси:

$$l = \frac{L}{N},$$

Тепер проведемо перевірку на розмив при заданому повздовжньому нахилі, якщо легкий суглинок витримує швидкість не більше 0,15 м/с.

Формула швидкісного коефіцієнта:

$$C = \frac{h^{1,5\sqrt{K_{ш}}}}{K_{ш}},$$

Швидкість:

$$v = C\sqrt{Ri} = Ch^{\frac{1}{2}}\sqrt{0,003},$$

Витрата (л/с):

$$\sigma = Fv = 1,1h^{\frac{5}{6}},$$

При ширині полоси  $b=4,2$ м на неї треба подавати кількість води (л/с):

$$Q = b \cdot \sigma,$$

Кількість полос по ширині карти знаходимо:

$$H = \frac{B}{b},$$

Із допустимих розмірів поливної робочої струї 20-50 л/с робочу струю на полосу  $p=40$  л/с. Цією струєю один поливальник може поливати одночасно  $40:10=4$  полоси площею  $S_{\text{п}}$  яку треба визначити. Тепер визначимо за скільки часу буде полита площа всієї карти  $S_{\text{к}}=20$  га. Так як по завданню карта може бути полита за 32 години визначимо кількість  $X_{\text{п}}$  поливальників які виконають цю задачу.



## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 8

### Тема: «Основні принципи проєктування краплинного зрошення»

#### **Завдання:**

1. Ознайомитися з основними елементами краплинного зрошення.
2. Замалювати базову схему комплектації системи краплинного зрошення.
3. Законспектувати порядок проєктування систем краплинного зрошення.

Краплинне зрошення є економічно обґрунтованим і екологічно безпечним способом поливу садів, виноградників, ягідників, овочів та баштанних культур в умовах відкритого ґрунту, а також в теплицях і на присадибних ділянках.

Краплинне зрошення – спосіб поливу рослин, при якому волога подається тривалий час в обмежених кількостях прямо в прикореневу зону рослин.

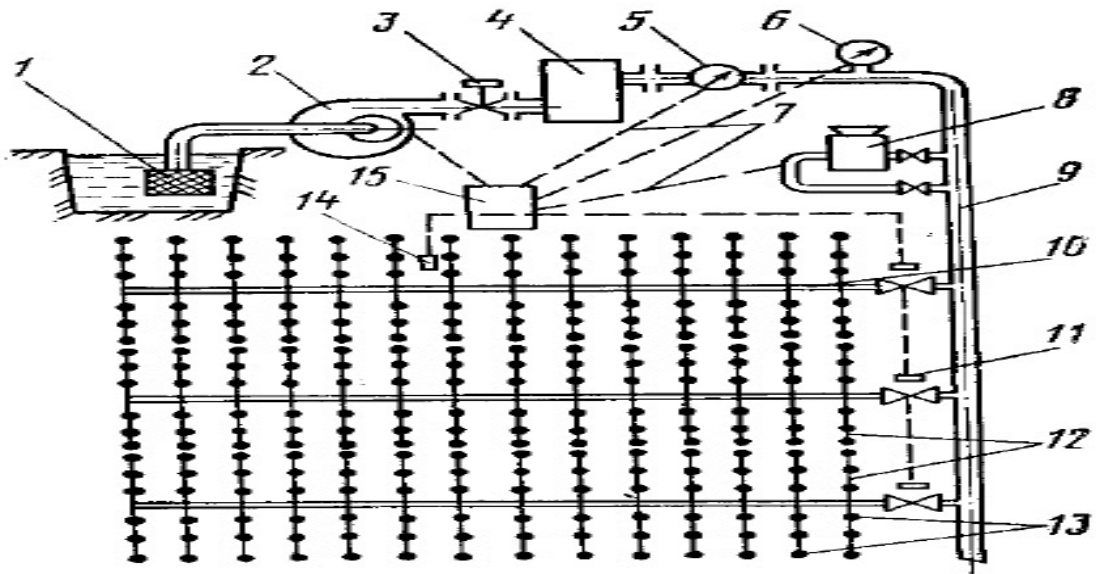
#### **Основні елементи систем краплинного зрошення**

Вибір конструкції систем краплинного зрошення залежить від кліматичних, геоморфологічних, ґрунтових, гідрогеологічних, геологічних і господарських умов території, а також якості води для зрошення. Основними елементами систем краплинного зрошення є: водозабір, насосна станція, вузол підготовки води та внесення добрив, мережа магістральних, розподільних і поливних трубопроводів з крапельницями, лінії зв'язку, система автоматизації, вітрозахисні лісосмуги та ін. (рис. 2).

У кожному випадку конструкція системи може змінюватись відповідно до конкретних умов її застосування. При цьому, надійність роботи систем краплинного зрошення визначається її основними елементами, до яких, насамперед, належать крапельниці та технічні засоби підготовки (очищення) води.

Джерелом зрошення можуть бути річки, озера, водосховища, обводнювальні і зрошувальні канали, води місцевого поверхневого стоку, а також підземні води. Водозабірні споруди і насосні станції обладнують сміттязтримуючими ґратами. Оскільки якість води природних джерел не завжди відповідає сучасним вимогам, одним із

головних елементів систем краплинного зрошення є засоби очищення води від механічних і біологічних забруднень.



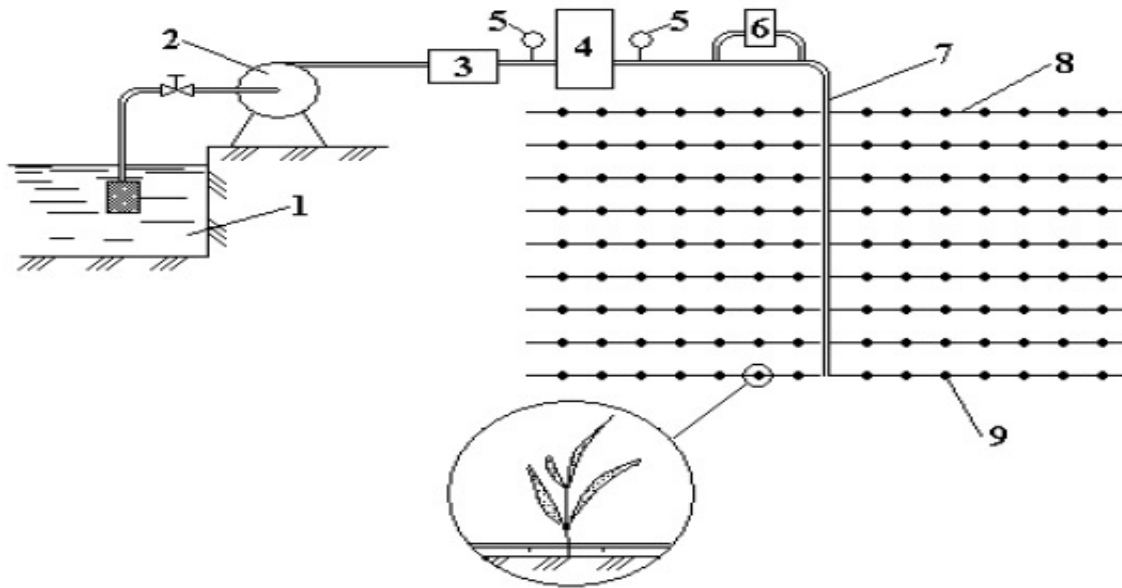
**Рис. 2** Схема системи краплинного зрошення

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

Технологічну схему очистки води для конкретної ділянки обирають, виходячи з якості води у джерелі водопостачання, прийнятих типів трубопроводів та їхніх вимог до ступеня очищення води. Розчинні добрива перед подачею їх у зрошувальну мережу підлягають також попередньому очищенню.

### **Особливості проектування систем краплинного зрошення**

На сучасному етапі базова комплектація систем краплинного зрошення складається із водозабірної споруди на джерелі зрошення (1), вузла насосної станції (2), системи управління (3), станції підготовки води (4), водомірного обладнання (5), пристрою для підготовки, змішування і дозування добрив (6), магістрального трубопроводу (7), розподільної трубопровідної мережі (8), та комплекту поливних трубопроводів з крапельницями (9). Принципова схема такої системи зображена на рисунку 3.



**Рис. 3 Базова схема комплектації системи краплинного зрошення**  
 1 – водозабірна споруда на джерелі зрошення; 2 – насосна станція; 3 – блок автоматизації поливу; 4 – станція підготовки води; 5 – водомірне обладнання; 6 – пристрій для змішування і дозування добрив; 7-8 – магістральна і розподільна трубопроводна мережа; 9 – крапельниці.

### **Порядок проєктування систем краплинного зрошення наступний:**

- спочатку розраховують водоспоживання сільськогосподарських культур, що планують вирощувати при краплинному способі зрошення на основі ґрунтових, кліматичних і маркетингових досліджень;
- розрахунок кількості поливних трубопроводів по ділянках, згідно схеми посадки рослин;
- розподіл ділянок на поливні блоки (враховуючи довжину рядків, потужність насосно-силового обладнання, дебіт свердловин, конфігурацію полів тощо);
- вибір вузла підготовки води (фільтростанції), враховуючи необхідні витрати води по блоках і тривалість поливу кожної ділянки;
- гідравлічний розрахунок магістральних і розподільних трубопроводів.

Необхідно також визначити щоденну максимальну потребу води з метою перевірки зрошувальної здатності вододжерела, вибору фільтростанції, фасонних частин і арматури. Наприклад, для півдня України максимальну щоденну зрошувальну норму можна прийняти 60–70 м<sup>3</sup>/га. Виходячи з цього проводять попередній розрахунок пропускної здатності фільтростанції за формулою:

$$Q \geq 60 \text{ м}^3/\text{га} \cdot S / T,$$

де  $Q$  – пропускна здатність фільтростанції,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;

$S$  – запланована площа зрошення, га;

$T$  – запланований час роботи системи за добу (приймають близько 16-20 годин).

Якщо джерело водопостачання задовольняє потреби у воді, то наступним етапом є визначення кількості зрошувальних трубопроводів з урахуванням технології вирощування прийнятих сільськогосподарських культур. Для кожної культури з урахуванням схеми посадки і зайнятої площі потребу в поливних трубопроводах встановлюють:

$$L_t = S_k \cdot 10000 / L, \text{ м},$$

де  $L_t$  – потреба в поливних трубопроводах;

$S_k$  – площа зайнята сільськогосподарською культурою;

$L$  – відстань між поливними трубопроводами (приймають згідно схеми посадки рослин).

Особливістю проектування і будівництва цих систем є використання типових (модульних) блоків площею 10-12 га для виноградників та саду, і 16-20 га для овочевих культур. Система придатна для застосування у всіх зонах промислового садівництва і овочівництва при похилі місцевості  $i=0-0,3$ . Для прикладу схема модульних ділянок наведена на рис. 4.



Рис. 4 Схема модульної ділянки краплинного зрошення

Схема трубопроводів повинна бути ув'язана зі схемою посадки садів, виноградників, або овочевих культур. В плані її проектують, як правило, тупиковою. Магістральні і розподільні трубопроводи проектують із залізобетонних і азбестоцементних труб; ділянкові і поливні трубопроводи – із поліетиленових труб.

Тип труб визначають робочим тиском води в мережі з врахуванням категорії і висоти засипки ґрунту. Вибір матеріалу і типу труб із поліетилену здійснюють за робочим тиском в трубопроводі з урахуванням нормального терміну служби, температури води і способу з'єднання.

За робочий тиск в трубопроводі приймають найбільший можливий в умовах експлуатації внутрішній тиск в мережі при сталому русі води. Робочий тиск в трубопроводі встановлюють на підставі гідравлічних розрахунків.

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 9

### Тема: «Осушувальна система та її елементи»

**Осушення земель** – це відведення зайвої води з ґрунту, щоб створити в ньому сприятливий для рослин водно-повітряний режим. Осушують болота, заболочені луки й пасовища, надмірно зволожені орні землі.

Осушують землі в усіх зонах, але найбільше в зоні надмірного зволоження. Основною зовнішньою ознакою земель, для нормального використання, яких потрібні осушувальні меліорації, є постійне або періодичне надмірне зволоження їх кореневмісного шару. Найголовніші види надмірно зволених земель: мінеральні надмірно зволожені, заболочені та болота.

**Надмірно зволожені мінеральні землі** — це території, на яких широко розвинений дерново-підзолистий процес ґрунтоутворення і які зазнають періодичного перезволоження (навесні, восени та влітку в період затяжних дощів), внаслідок чого затримуються строки проведення польових робіт, спостерігається зрідження сходів та вимокання посівів, що в підсумку призводить до зниження або повної загибелі врожаю.

**Заболоченими** називають землі, надмірне зволоження яких призвело до розвитку на них вологолюбної рослинності і початку процесу торфоутворення (шар торфу на поверхні землі менший 30 см).

Під **болотом** розуміють частину земної поверхні, надмірне зволоження на якій призвело до розвитку на ній вологолюбної рослинності та нагромадження на поверхні шару торфу товщиною понад 30 см у не осушеному стані.

### Причини заболочування

Джерелом надмірного зволоження кореневмісного шару ґрунту можуть бути:

1) атмосферні опади, що випадають безпосередньо на осушувані землі у вигляді дощу або снігу; конденсація в кореневмісному шарі ґрунту водяних парів повітря влітку – тобто все те, що називається атмосферним живленням;

2) поверхневі води, що стікають зі схилів прилеглого водозбору (схилове живлення);

3) води весняних і літніх паводків, які надходять у великій

кількості з річок і озер (руслове живлення);

4) ґрунтові води, що надходять у кореневмісний шар з розміщеного вище водозбору, річок і озер та утворюють близькі до поверхні землі рівні ґрунтових вод (ґрунтове живлення).

На водне живлення – основну причину утворення боліт і заболочених земель – впливає ряд факторів, які підсилюють, а іноді послаблюють дію основної причини. Це рельєф, літологічна будова ґрунтових шарів і гідрогеологічні умови місцевості.

Саме такі ґрунти дуже поширені в західній частині України – Чернівецькій, Івано-Франківській, Львівській та Закарпатській областях.

**Осушувальною системою** називають осушувані території, обладнані комплексом споруд і будівель, що забезпечують усунення надмірного зволоження кореневмісного шару і підтримують у ньому водно-повітряний режим, потрібний для вирощування високих і сталих урожаїв сільськогосподарських культур, а також створюють умови для високопродуктивного використання сільськогосподарських машин, знарядь і транспортних засобів.

Залежно від способу відведення зайвих вод, що їх збирає осушувальна мережа з меліоративної території, осушувальні системи поділяють на 3 види: самопливні, машинні та змішані.

На **самопливних системах** вода з осушувальної мережі скидається у водоприймач самопливом. Більшість діючих осушувальних систем та тих, що будуються в Україні, є самопливними.

На **машинних системах** воду з осушувальної мережі відводять у водоприймач за допомогою насосних станцій. Такі системи застосовують у тому разі, коли рівень води у водоприймачі вищий рівня води у магістральному каналі.

**Змішані осушувальні системи** застосовують у тому разі, коли рівні води у водоприймачі протягом року різко змінюються: у посушливу пору вони настільки низькі, що можливий самопливний скид води в них, а в інші періоди, наприклад під час весняної повені, доводиться перекачувати воду з магістрального каналу у водоприймач за допомогою насосної станції.

За конструкцією осушувальні системи поділяють на відкриті (регулювальна мережа виконана у вигляді відкритих каналів) і закриті (регулювальна мережа представлена дренажем) і комбіновані.

Невід'ємною частиною системи є водойма, мережа

експлуатаційних доріг, насосні станції, експлуатаційні будівлі, споруди та обладнання. Осушувальна мережа складається з таких частин: регулювальної та огороджувальної.

### **Регулювальна мережа**

Дія регулювальної мережі повинна бути спрямована на регулювання надлишкових вод, поверхневих або ґрунтових. Тому за принципом дії вона буває 2 типів: для своєчасного відведення поверхневих вод та для регулювання ґрунтових.

Регулювальна мережа повинна також забезпечувати і подавання недостатньої вологи у посушливі періоди.

Регулювальна мережа буває відкритою, закритою і комбінованою. На важких водонепроникних ґрунтах відкрита регулювальна мережа складається з природних знижень рельєфу (улоговин), відкритих каналів (збирачів), доповнених борознами і кротовинами, які роблять під час виконання агроеліоративних прийомів обробітку ґрунту, а також з вирівняної поверхні.

У закритій регулювальній мережі на важких ґрунтах відкриті збирачі замінюються закритими. Закриті збирачі — це звичайні закриті дрени, в яких траншеї до поверхні землі засипають матеріалами підвищеної водопроникності (піском, гравієм, шлаком). Незважаючи на різні принципи дії закритої дрени і закритого збирача у виробничій практиці їх називають дренами, а мережу дренажем.

За принципом побудови закритий дренаж поділяють на:

- траншейний;
- безтраншейний.

Для побудови траншейного дренажу за допомогою багатоковшевого екскаватора-дреноукладача ЗТЦ-202А риють траншею, дно її розплановують під заданий похил. На дно траншеї укладають трубки, які зверху накривають захисним фільтруючим матеріалом. Після цього траншею засипають вийнятим з неї ґрунтом.

При траншейному дренажі використовують: гончарні, пластмасові, дерев'яні, бетонні, піщано-бітумні, скляні трубки, а також камінь і гравій. У віддалених лісових районах для будівництва траншейного дренажу можуть застосовуватися місцеві матеріали — хмиз. Найбільшого поширення набули гончарний та пластмасовий дренажі.

До безтраншейних відносять кротовий та щілинний дренажі. Кротовий дренаж являє собою підземні отвори, які нагадують кротові ходи, прокладені в ґрунті за допомогою спеціальних машин КН-700,



КН-1200, ДКК-2, Д-657 та ін.

На ґрунтах з пеньками та похованою деревиною замість кротового влаштовують щілинний дренаж, застосовуючи машини ДВМ-5 і ДДМ-5.

### **Огороджувальна мережа**

Огороджувальна мережа призначена для захисту осушуваної території від надходження на неї надмірних поверхневих або ґрунтових вод. Бокове протікання води на осушувану площу, як правило, не є основною причиною надмірного зволоження. І все ж, зважаючи на значне його поширення і підсилення дії інших причин, проти нього треба створювати огороджувальну мережу, яка включає: нагірні канали, ловчі канали; ловчий, або головний, дренаж; береговий дренаж, кільцевий дренаж та захисні дамби.

Насосні станції на осушувально-зволожувальних системах бувають стаціонарними (постійними) і пересувними. Розміщують їх у місцях, де не можна самопливом скинути воду при осушуванні (відкачування води з магістрального каналу у водоприймач) або подати воду для зрошення.

Дороги на осушувально-зволожувальній системі прокладають з таким розрахунком, щоб їх загальна довжина була мінімальною. На території, що осушується відкритими каналами, дороги прокладають уздовж великих каналів.

**Завдання.** Товщина шару води, яка поглинається в перший час поверхнею орного шару  $W_1=2$  см; для підґрунття відповідно  $W_2=1$  см. Рівень ґрунтових вод – на глибині 6 м. На поверхні ділянки багато в вимочок. Розрахункова злива 50 мм з тривалістю 2 години. Осушити ділянку для вирощування зернових культур.

Знижувати рівень ґрунтових вод, які лежать на глибині 6 м, не потрібно, тому звичайний траншейний дренаж не потрібний. Відкриті канали також не треба використовувати, так як надлишково зволожений тільки верхній шар, а підґрунття звожене недостатньо. Тому треба використовувати кротовий дренаж.

Норма осушення для зернових культур 75 см, виорюємо кротові дрени діаметром  $d_1=10$  см на глибині  $h_1=75$  см, з відстанню між ними  $D_1=3$  м. Для зброду надлишку води закладаємо траншейні гончарні дрени діаметром  $d_2=5$  см на глибині  $h_2=65$  см з відстанню  $D_2=50$  м між ними і водовідвідним колектором. Траншейні дрени повинні відводити воду з ділянки і тому повинні мати схил не менше 0,002.

Частина дощової води поглинається поверхнею ґрунту, а частина зливається в щілини кротодрен; частина води, яка попала в кротодрену всмоктується в підґрунття, частина залишається в кротодрені, а залишок зливається в траншейну дренаж. Визначимо цю кількість води.

Злива інтенсивністю 50 мм дає  $500 \text{ м}^3/\text{га}$  води за 2 години.

Поверхня 1 га поглинає за 2 години

$$m_1 = w W_1 t^{1-a}$$

де  $w$  – площа,  $\text{м}^2$ .

При відстані 3 м між кротодренами кожний погонний метр кротодрени обслуговує  $3 \text{ м}^2$ , тому на 1 га буде  $L=10000/3=3333$  пог. м кротодрен. Так як кротодрени розташовані на  $h_0=h_1-h_2=75-65=10$  см нижче траншейних дрен.

Тому в кротодрену зіллється  $500 - 252=248 \text{ м}^3$  води на площі 1 га.

При відстані 3 м між кротодренами кожний погонний метр кротодрени обслуговує  $3 \text{ м}^2$ , тому на 1 га буде  $L=10000/3=3333$  пог. м кротодрен. Так як кротодрени розташовані на  $h_0=h_1-h_2=75-65=10$  см нижче траншейних дрен, то в кротовинах і щілинах кротодрен, нижче рівня траншейних дрен, залишається деяка кількість  $v$  води, яка не може злитися в траншейну дренаж. Ця кількість дорівнює:

$$v = \pi d^2 L / 4 + b h_0 L,$$

де  $b$  – ширина щілини ( $2 \text{ мм}=0,002 \text{ м}$ ).

Площа внутрішньої поверхні частини кротодрен, яка змочується за час випадання дощу, на протязі 1 пог. м кротодрен дорівнює:

$$S_0 = \pi d_1 + 2(h_1 - d_1/2),$$

а на площі 1 га:

$$S = S_0 L.$$

При інтенсивності всмоктування  $W_1=1$  см в перший час із кротодрен в підґрунття за 2 години всмоктується:

$$m_2 = S W_1 t^{1-a},$$

Таким чином, в кротодрені буде затримано  $Z_0 = v + m_2$

З нього в траншейний дренаж зіллється лише  $248 - Z_0$ , тому із зливної води в ґрунті і підґрунті залишиться:

Тому дощі потужністю до 30 мм зовсім не будуть давати стік і траншейний дренаж буде працювати тільки після інтенсивних сильних і коротких злив. Таким чином, задача переведення води в підґрунття буде вирішена.

При відстані 50 м між траншейними дренами на 1 га буде 20 ліній таких дрен, і відповідно кожна лінія повинна відвести  $160/20=8$  м<sup>3</sup> води. Гончарна дрена  $d=5$  см, покладена під схилом  $i=0,002$ , здатна пропустити:

$$q = \frac{d^2}{4} C \sqrt{di} \pi \text{ (м}^3\text{/сек), де } C=20.$$

При цій пропускній здатності весь надлишок води буде скинутий через

$$T=8/q$$

Через це залишок води буде скинутий через ? годин після закінчення зливи.

Затримка стоку збільшить кількість води, яка поглинається підгрунтям із кротодрен, і призведе до більшої акумуляції води в підгрунті.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ващик С. М., Рокочинський А. М. Інженерне облаштування територій: меліорація земель в Україні : навч. посіб. Львів : ГАЛИЧ-ПРЕС, 2017. 268 с.
2. Доценко В. І., Морозов В. В., Онопрієнко Д. М. Зрошення сільськогосподарських культур способом дощування : навч. посіб. Херсон : ОЛДІ+, 2019. 448 с.
3. Краплинне зрошення : навч. посіб. / М. І. Ромащенко та ін. Херсон : ОЛДІ+, 2019. 300 с.
4. Ромащенко М. І., Рокочинський А. М., Корюненко В. М. Краплинне зрошення. Стереотипне видання : навч. посіб. Херсон : ОЛДІ+, 2024. 300 с.
5. Сташук В. А., Рокочинський А. М., Мендусь П. І. Рисові зрошувальні системи : навч. посіб. Херсон : ОЛДІ+, 2018. 435 с.
6. Розвиток інтенсивних систем землеробства на зрошуваних землях України : науково-технологічне забезпечення / за ред. Р. А. Вожегової. Херсон : ОЛДІ+, 2020. 254 с.
7. Дударєва Г. Ф. Меліорація та рекультивація земель : навч. посіб. Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2019. 80 с.
8. Доценко В. І., Морозов В. В., Онопрієнко Д. М. Зрошення сільськогосподарських культур способом дощування. Стереотипне видання : навч. посіб. Херсон : ОЛДІ+, 2024. 448 с.



## Середня декадна кількість опадів, мм

Назва метеорологічної станції	квітень			травень			червень			липень			серпень			вересень		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Мигія	9	11	13	16	18	19	21	22	23	24	23	22	16	16	14	13	11	10
Вознесенськ	7	9	13	15	16	16	18	20	20	20	18	17	15	14	12	12	11	9
Володимирівка	9	11	12	13	13	15	17	18	20	20	19	18	16	14	13	11	9	9
Баштанка	9	10	11	13	15	17	18	20	22	22	20	18	16	14	12	11	10	9
Миколаїв, обсерваторія	9	10	11	12	13	15	20	23	24	18	15	14	14	12	11	10	9	9
Миколаїв, порт	8	9	9	10	13	14	18	22	23	19	13	11	11	11	12	10	8	8
Очаків	5	7	9	9	10	10	12	14	16	14	13	12	12	12	11	9	7	9



**Урожаї та коефіцієнт сумарного водоспоживання для основних  
сільськогосподарських культур півдня України, м<sup>3</sup>/т**

Культура	Урожай, т/га	Коефіцієнт водоспоживання м <sup>3</sup> /т
Зернові озимі	4,0...5,0	900...1000
Зернові ярові	3,5...4,0	1000...1100
Буряки цукрові	30...40	100...130
Картопля	25...30	90...150
Капуста рання	20...30	120...160
Капуста пізня	40...50	80...120
Огірки	15...25	150...160
Кукурудза на зерно	5,5...6,5	550...700
Кукурудза силос	45...55	80...100
Багаторічні трави на сіно	10...12	500...600
Баклажани	30...40	100...140
Перець	20...30	180...230
Цибуля	20...30	160...250
Морква	20...30	100...150
Помідори	30...32	160...260
Горох	3,0...4,0	1100...1300



**Водно-фізичні властивості основних типів ґрунтів  
півдня України**

Тип ґрунту	Глибина шару, см	Щільність ґрунту, г/см <sup>3</sup>	Гранично-польова вологоємність, %	Пористість, %
Чорнозем звичайний легкосуглинковий	0...30	1,10	20,2	60,2
	0...50	1,15	19,4	58,4
	0...100	1,25	17,5	56,3
Чорнозем звичайний середньосуглинковий	0...30	1,20	23,1	55,0
	0...50	1,30	21,4	50,6
	0...100	1,40	20,2	48,8
Чорнозем звичайний важкосуглинковий	0...30	1,42	25,5	46,0
	0...50	1,54	24,1	41,2
	0...100	1,60	22,8	38,4
Чорнозем звичайний глинистий	0...30	1,38	30,8	47,2
	0...50	1,50	27,9	42,8
	0...100	1,56	26,2	41,9
Чорнозем південний легкосуглинковий	0...30	1,28	23,6	51,7
	0...50	1,36	21,6	48,9
	0...100	1,54	20,0	39,5
Чорнозем південний середньосуглинковий	0...30	1,26	26,8	52,1
	0...50	1,38	24,0	47,6
	0...100	1,62	23,0	38,0
Чорнозем південний важкосуглинковий	0...30	1,18	27,4	56,4
	0...50	1,24	25,2	53,1
	0...100	1,46	23,2	45,2
Темнокаштанові легкосуглинкові	0...30	1,16	24,8	56,6
	0...50	1,32	22,7	48,2
	0...100	1,52	21,2	41,0
Темнокаштанові середньосуглинкові	0...30	1,24	28,2	53,0
	0...50	1,40	26,1	48,6
	0...100	1,58	24,2	39,4
Темнокаштанові важкосуглинкові	0...30	1,15	19,5	58,0
	0...50	1,20	18,0	55,5
	0...100	1,36	17,4	49,5

**Орієнтовні фази розвитку основних сільськогосподарських культур для Миколаївської області**

№ п/п	Культура	Фази розвитку	Строки настання фаз
1	2	3	4
1	Пшениця озима	сівба сходи 3 <sup>й</sup> листок кущіння відновлення вегетації вихід в трубку колосіння цвітіння молочна стиглість воскова стиглість	2.09-5.09 13.09-22.09 19.09-4.10 26.09-18.10 24.03-28.03 26.04-30.04 25.05-31.05 3.06-7.06 15.06-18.06 29.06-4.07
2	Жито озиме	сівба сходи 3 <sup>й</sup> листок кущіння відновлення вегетації вихід в трубку колосіння цвітіння молочна стиглість воскова стиглість	17.09-... 19.09-29.10 22.09-24.11 30.09 25.03 24.04-30.04 14.05-18.05 26.05-29.05 10.06-15.06 26.06-28.06
3	Пшениця яра	сівба сходи 3 <sup>й</sup> листок кущіння вихід в трубку колосіння цвітіння молочна стиглість воскова стиглість	30.03 17.05 29.04 6.05 9.06 16.06 27.06 10.07
4	Ячмінь	Сівба сходи 3 <sup>й</sup> листок кущіння вихід в трубку колосіння цвітіння молочна стиглість воскова стиглість	31.04-4.04 17.04-21.04 29.04-2.05 5.05 17.05-20.05 11.06-12.06 - 23.04-24.04 5.07-6.07

## Продовження додатка 4

1	2	3	4
5	Овес	Сівба сходи 3 <sup>й</sup> листок кущіння вихід в трубку колосіння цвітіння молочна стиглість воскова стиглість	29.03-5.04 18.04-25.04 7.04-31.04 6.05 17.05-21.05 11.06-18.06 20.06-27.06 27.06-4.07 7.07-19.07
6	Кукурудза	Сівба сходи 3 <sup>й</sup> листок викидання волоті цвітіння повна стиглість	21.04-29.04 10.05-17.05 15.05-23.05 4.07-15.07 8.07-21.07 18.08-16.09
7	Просо	Сівба сходи кущіння викидання волоті повна стиглість	25.04-30.04 10.05-4.06 27.05-20.07 30.06-20.07 30.07-21.08
8	Соняшник	Сівба сходи друга пара листків утворення суцвіть цвітіння досягання збирання	2.04-10.04 26.04-6.05 14.07-1.07 6.07-12.01 10.08-28.08 17.09-26.09
9	Картопля (весняна посадка)	садіння сходи утворення суцвіть цвітіння в'янення бадилля	20.04-26.04 14.05-22.05 6.06-26.06 14.06-5.07 28.08-24.09
10	Картопля (літня посадка)	сівба сходи цвітіння в'янення бадилля	14.07-15.07 26.07-29.07 20.08-21.08 5.09
11	Капуста	сівба сходи висадка розсади збирання врожаю перше збирання врожаю останнє	14.02-19.04 20.02-17.05 20.04-26.06 28.06-12.09 19.07-1.11

## Продовження додатка 4

1	2	3	4
12	Огірки	сівба сходи висадка розсади збирання врожаю перше збирання врожаю останнє	24.08-24.05 11.05-5.06 27.06-3.07 6.07-13.07 31.08-14.14.09
13	Томати	сівба сходи висадка розсади цвітіння перший урожай другий урожай	26.03-5.04 7.04-16.04 14.05-30.05 28.05-11.07 11.07-30.07 19.09-6.10
14	Кавуни	сівба сходи цвітіння збирання врожаю перше збирання врожаю друге доспівання	26.04-23.05 16.05-2.06 7.07-27.07 1.08-29.08 26.08-29.09 21.08-26.08
15	Дині	сівба сходи цвітіння збирання врожаю перше збирання врожаю друге	30.04-19.05 15.05-21.06 20.06-20.07 5.08-26.08 26.08-28.09
16	Кабаки	сівба сходи цвітіння достигання збір врожаю	6.05 20.05 26.06 15.08 27.09

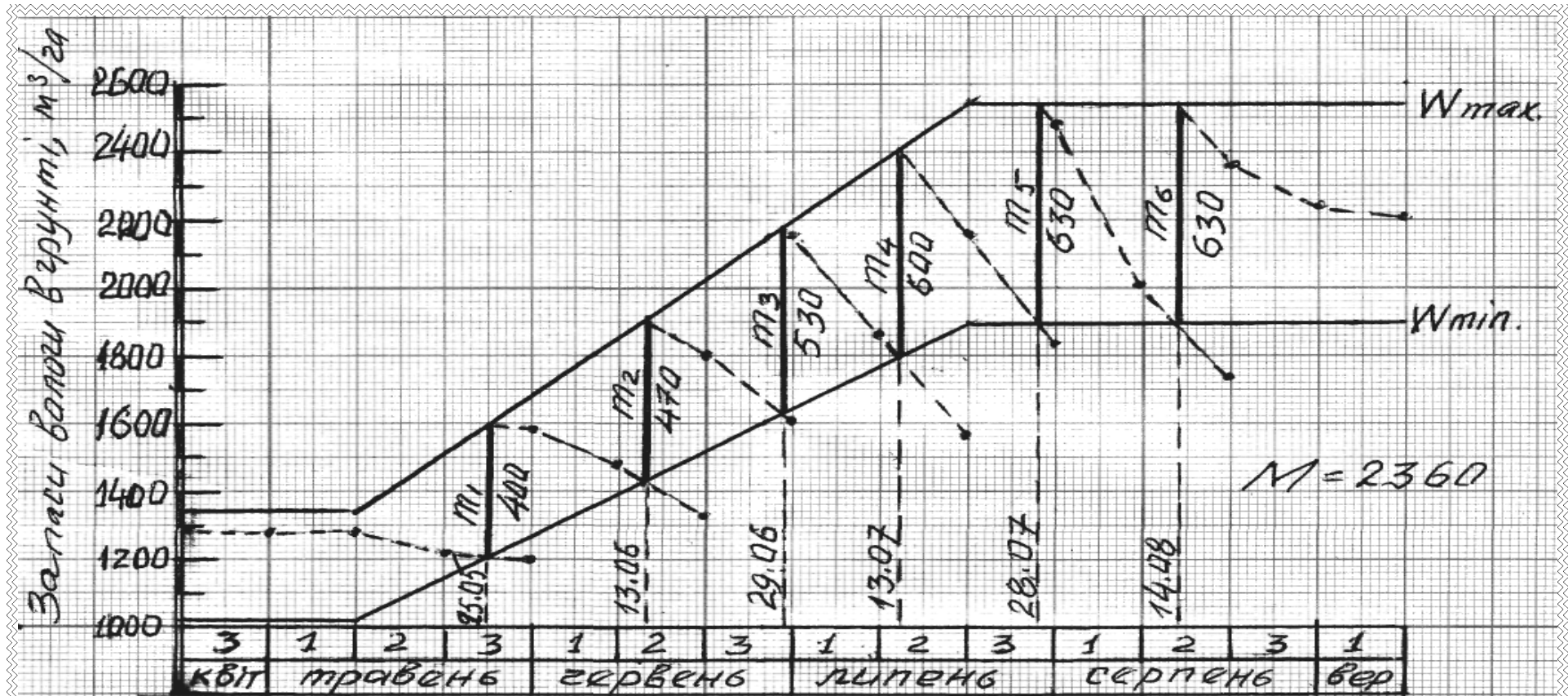


Рис. 1. Розрахунковий графік для визначення норм та строків поливу цукрових буряків.  
 $m_1 - 400$  - поливна норма,  $m^3/2a$   
 $M - 2360$  - зрошувальна норма,  $m^3/2a$ .  
 - - - - крива потенційних запасів води в ґрунті.



Навчальне видання

***МЕЛІОРАЦІЯ ЗЕМЕЛЬ***

Методичні рекомендації

Укладачі

**Задорожній Юрій Володимирович**  
**Смірнова Ірина Вікторівна**

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 3,5.

Тираж 20 прим. Зам. № \_\_\_\_\_

Надруковано у видавничому відділі  
Миколаївського національного аграрного університету  
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.

