

ДВНЗ "Херсонський державний аграрний університет"
Факультет водного господарства, будівництва та землеустрою

Кафедра гідротехнічного будівництва,
водної інженерії та водних технологій

ЗРОШЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ДОЩУВАННЯМ

методичні вказівки до виконання курсової роботи
з дисципліни "Основи гідромеліорацій" для студентів
3 курсу спеціальності 194 "Гідротехнічне будівництво, водна інженерія
та водні технології" денної та заочної форми навчання

Херсон - 2019

УДК: 631.6

Зрошення сільськогосподарських культур дощуванням. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни "Основи гідромеліорацій" для студентів 3 курсу спеціальності 194 "Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології" денної та заочної форми навчання / Кузьменко В.Д., Волочнюк Є.Г. – Херсон: ВВ ХДАУ, 2019. – 76 с.

Рецензент: Лавренко С.О. – к. с.-г. н., доцент кафедри землеробства ДВНЗ "Херсонський державний аграрний університет".

Розглянуто та рекомендовано до друку кафедрою гідротехнічного будівництва, водної інженерії та водних технологій (протокол № 1 від 27.08.2019 р.) та науково-методичною комісією факультету водного господарства, будівництва та землеустрою (протокол № 1 від 28.08.2019 р.)

© Кузьменко В.Д., 2019

© Волочнюк Є.Г., 2019

© ДВНЗ "ХДАУ", 2019

ЗМІСТ	Стор.
Загальні положення	4
1. Умови проектування.....	7
2. Режим зрошення	12
2.1. Оптимальний водний режим ґрунту та поливна норма .	12
2.2. Розрахунки режиму зрошення сільськогосподарських культур	16
2.3. Режим зрошення культур сівозміни	21
3. Технологія поливу способом дощування	23
3.1. Вибір дощувальної техніки	23
3.2. Розрахунки технології поливу та проектування типової поливної ділянки	25
3.3. Складання графіка поливів	32
4. Проектування зрошувальної системи	36
4.1. Проектування генерального плану зрошувальної системи	37
4.2. Гідравлічні розрахунки	44
4.3. Проектування зрошувальної мережі у вертикальній площині	49
5. Економічна ефективність зрошення	52
Рекомендована література	56
Додатки	57

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Методичний посібник призначений для виконання курсової роботи з дисципліни "Основи гідромеліорацій" для студентів 3 курсу спеціальності 194 "Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології" денної та заочної форми навчання. Теми та склад практичних занять визначаються умовами землеробства в Степовій зоні півдня України, яка відноситься до зони недостатнього зволоження. На її території отримало розвиток зрошуване землеробство. З середини ХХ століття на території Херсонської області побудовані великі зрошувальні системи: Інгулецька, Краснознам'янська та Каховська, Північно-Кримський канал. Це дозволило застосувати різноманітну дощувальну техніку системи мікрозрошення на 25 % від загальної площі орних земель. В посібнику представлена методика виконання практичних завдань для виконання студентами курсової роботи.

Теми практичних завдань:

1. Оцінка сільськогосподарських угідь з метою застосування меліорацій.
 - Задача 1.1. Оцінити кліматичні умови.
 - Задача 1.2. Оцінити геоморфологічні та гідрогеологічні умови.
 - Задача 1.3. Оцінити рельєфні умови.
 - Задача 1.4. Оцінити ґрунтові умови.
 - Задача 1.5. Оцінити якість зрошувальної води.
2. Розрахунок запасів вологи в ґрунті, оптимального водного режиму та величини поливних норм.
 - Задача 2.1. Визначити поточну вологість ґрунту термостатно-ваговим методом.
 - Задача 2.2. Визначити загальні запаси вологи в ґрунті.
 - Задача 2.3. Визначити межі оптимальної вологості ґрунту для с.-г. культури.

- Задача 2.4. Визначити поточні ефективні запаси вологи в активному шарі ґрунту.
- Задача 2.5. Розрахувати поливну норму.
3. Розрахунок режиму зрошення.
- Задача 3.1. Розрахувати сумарне водоспоживання с.-г. культури.
- Задача 3.2. Розрахувати водний баланс активного шару ґрунту впродовж вегетаційного періоду за біокліматичним методом проф. С.М. Алпат'єва.
- Задача 3.3. Визначити режим зрошення с.-г. культури за інтегральною кривою дефіциту водного балансу.
- Задача 3.4. Розробити режим зрошення сукупності с.-г. культур в сівозміні.
4. Технологія поливу дощуванням.
- Задача 4.1. Виконати підбір дощувальної техніки.
- Задача 4.2. Визначити технологічні елементи поливу дощувальною технікою.
- Задача 4.3. Розробити технологічну схему поливу поля.
5. Проектування графіку поливу сівозміні дощувальною технікою.
- Задача 5.1. Побудувати неукмплектований графік поливу.
- Задача 5.2. Побудувати укмплектований графік поливу.
6. Проектування зрошувальної системи для поливу дощуванням.
- Задача 6.1. Запроектувати зрошувальну систему на топографічному плані.
- Задача 6.2. Виконати гідравлічні розрахунки зрошувальної мережі.
- Задача 6.3. Побудувати повздовжній профіль трубопроводу.
7. Обґрунтування економічної ефективності меліорацій.
- Задача 8.1. Обґрунтувати економічну ефективність від впровадження зрошення на сівозмінній (зрошуваній) ділянці.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ З ДИСЦИПЛІНИ "КОМПЛЕКСНІ МЕЛІОРАЦІЇ"

Курсова робота виконується за індивідуальним завданням (дод. А.1.), за номером варіанта, що співпадає з номером прізвища студента в списку групи з дисципліни.

Робота складається з пояснювальної записки та креслень. Всі елементи пояснювальної записки та креслення повинні відповідати вимогам ДСТУ щодо оформлення проектної документації.

Студент здає роботу на кафедру для перевірки і рецензування, виконує доробки згідно зауважень, після чого відбувається захист у вигляді співбесіди з викладачем дисципліни.

Орієнтовний зміст роботи:

1. Умови проектування: кліматичні, рельєфні, гідрогеологічні, ґрунтові, господарські, водні
 2. Режим зрошення
 - 2.1. Розрахунки режиму зрошення сільськогосподарської культури біокліматичним методом
 - 2.2. Режим зрошення сукупності культур сівозміни
 3. Спосіб та техніка поливу
 - 3.1. Проектування технології поливу
 - 3.2. Складання графіку поливу
 4. Проектування зрошувальної системи
 - 4.1. Побудова генерального плану зрошувальної системи
 - 4.2. Гідравлічні розрахунки
 - 4.3. Побудова поздовжнього профілю трубопроводу по розрахунковій трасі
 5. Визначення основних техніко-економічних показників
- Список використаної літератури

1. ПОЯСНЕННЯ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Умови проектування

Умови проектування базуються на індивідуальному завданні, яке складається з вихідних даних (дод. А.1.) та планшету з топографічним планом. Місцем географічного розташування вибирається один із районів Херсонської області. Досліджуються та описуються: кліматичні, рельєфні, гідрогеологічні, ґрунтові, господарські та водні умови, за якими буде проектуватися та експлуатуватися зрошувальна система. Методичні і практичні основи розділу розглядаються на практичному занятті за темою "Оцінка сільськогосподарських угідь з метою застосування меліорацій".

Режим зрошення

В завданні вказано на розрахункову культуру для якої слід розробити режим зрошення біокліматичним методом проф. С.М. Алпат'єва. Для інших культур необхідно підібрати режими зрошення згідно регіональних рекомендацій. Методичні та практичні основи розділу розглядаються на практичних заняттях за темами: "Розрахунки запасів вологи в ґрунті, оптимального водного режиму та поливних норми", "Розрахунки режиму зрошення".

Спосіб та техніка поливу

В завданні вказано на дощувальну техніку, яку слід застосувати. Підтвердити її придатність для використання. Запроектувати технологію поливу та графік поливу сівозміни. Методичні та практичні основи розділу розглядаються на практичних заняттях за темами: "Технологія поливу дощуванням", "Проектування графіку поливу сівозміни дощувальною технікою".

Проектування зрошувальної системи

На топографічному плані, у масштабі М1:10000, складається генеральний план зрошувальної ділянки, з відображенням усіх елементів зрошувальної системи.

Методичні та практичні основи розділу розглядаються на практичних заняттях за темою: "Проектування зрошувальної системи для поливу дощуванням".

1.1. Оцінка сільгоспугідь з метою застосування меліорацій

Проектування меліоративної системи починається з вивчення особливостей природно-господарських умов заданої ділянки з метою визначення видів меліорацій, які слід застосувати. При детальному опису умов проектування студент виконує пошукову роботу використовуючи методичну, довідкову та навчальну літературу.

Описання природно-господарських умов виконується у такій послідовності:

– Географічне та адміністративне розташування об'єкту та його користувачів.

– Кліматичні умови слід представити описання з двох частин:

1) агрокліматичні особливості району: тривалість безморозного періоду, сума активних температур, температурний режим вегетаційного періоду, опади, випаровування, режим відносної вологості та дефіциту вологості повітря (дод. А.3.);

2) агро-кліматична характеристика умов зростання с.–г. культур, фази розвитку основних сільськогосподарських культур (дод. Б.5.).

– Рельєф території описується згідно топографічного плану місцевості. Встановлюється ухил поверхні землі та класифікується територія за ухилом.

Таблиця 1.1 - 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), $i = 0,003-0,03$	

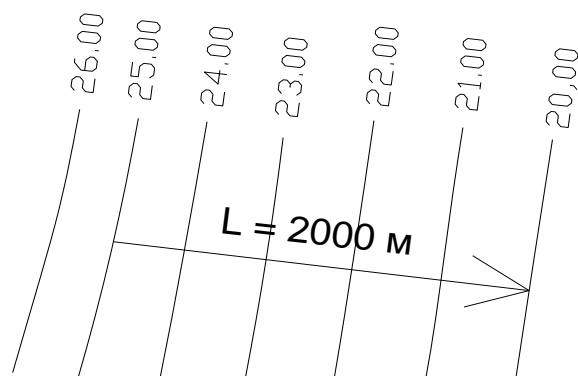
Ухил поверхні визначається за формулою:

$$i = \frac{\Delta H}{L} \quad (1.1)$$

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

L - довжина відрізка по лінії визначення уклону, м.

Приклад: *Визначити ухил поверхні землі на зрошуваній ділянці.*



$$\Delta H = 25.00 - 20.00 = 5.00$$

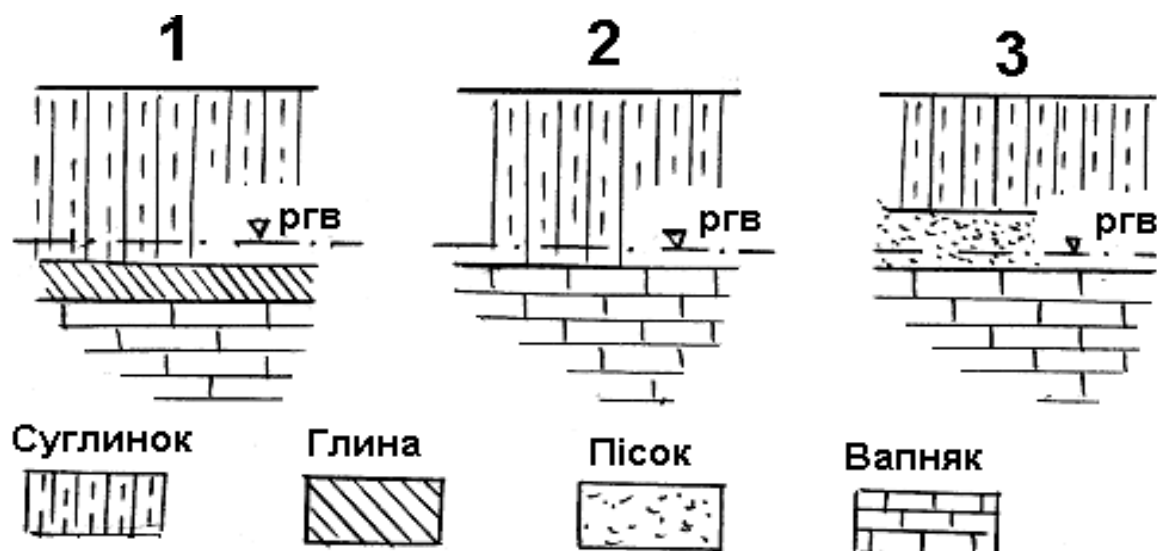
$$i = 5.00 / 2000 = 0.0025.$$

Ухил поверхні землі зрошувальної ділянки характеризується як середньо-стічний. При зрошенні слід застосовувати протиерозійні заходи.

–Геологія та гідрогеологія: необхідно виконати опис верхніх геологічних шарів та наявність водоупору. Вказати глибину залягання рівня ґрунтових вод та їх мінералізацію (рис. 1.1.).

–Ґрунти: указати генетичний тип, вид та ступінь засолення, механічний склад та поживні властивості; представити водно–фізичні показники: щільність, найменшу вологоємність, шпаруватість (рис. Б.1., табл. Б.1.).

–Якість поливної води. Вода, що надходить на поля, оцінюється за такими показниками, як мінералізація, температура, вміст наносів та важких металів, аніонно-катіонний склад. Встановлюється придатність води для зрошення та клас за Державним стандартом України, небезпека розвитку вторинного засолення і осолонцювання ґрунту.



є водоупор, слабе природне дренавання, при зрошенні буде підйом ґрунтових вод водоупору немає, задовільне природне дренавання, можливий підйом ґрунтових вод водоупору немає, добре природне дренавання через шар піску

Рисунок 1.1. Типи геолого-гідрологічних перерізів

1. Клас придатності води для зрошення за державним стандартом України ДСТУ 2730–94 "Якість природної води до зрошення. Агрономічні критерії"

2. Небезпека розвитку вторинного засолення оцінюється за загальною мінералізацією (Костяковим О.М.):

$M \leq 1$ – вода придатна для зрошення без обмежень;

$M=1-3$ – вода обмежено придатна для зрошення;

$M=3-5$ – вода придатна для зрошення з попереднім покращенням;

$M > 5$ – вода не придатна для зрошення.

3. Оцінку придатності води для зрошення за небезпекою осолонцювання ґрунту можна виконати:

- за показником іонного обміну:

$$\hat{E} = \frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{Na^{+} + 0,238 \cdot S} \quad (1.2)$$

де S - мінералізація води, г/дм³;

Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} - вміст катіонів в поливній воді, мекв/дм³.

Якщо $\hat{E} \geq 1$, то вода придатна для зрошення без обмежень. Якщо $\hat{E} < 1$, то поливи такою водою викликають осолонцювання ґрунту.

- за співвідношенням катіонів:

Якщо $\frac{Na}{Ca} > 1$ - небезпека осолонцювання існує.

Якщо $\frac{Na}{Ca + Mg} > 0,7$ - небезпека осолонцювання існує.

–Господарські умови: виконати опис землекористування зрошуваної сівозміни урожайності с.-г. культур.

Приклад: Організації землекористування зрошуваної сівозміни в табл.1.1. Частка с.-г. культури в сівозміні (α) визначається за формулою:

$$\alpha = \frac{F_i}{F_{\text{з.д.}}} \quad (1.3)$$

де F_p - посівна площа поля (нетто), га;

$F_{\text{з.д.}}$ - площа нетто зрошуваної ділянки (сівозміни), га.

$$\alpha = \frac{60}{360} \approx 0,167(16,7\%)$$

Загальна площа поля (брутто) визначається за формулою:

$$F_i^{\text{брутто}} = \frac{F_i}{K_{\text{ЗВ}}}, \text{ га}, \quad (1.4)$$

де $K_{\text{ЗВ}}$ - коефіцієнт земельного використання, 0,86-0,96.

$$F_i^{\text{брутто}} = \frac{60}{0,96} = 62,5, \text{ га}$$

Таблиця 1.2 - Землекористування на зрошуваній сівозміні та урожайність культур

№ поля	Сільськогосподарська культура	α	Площа поля, га		Урожайність, ц/га
			нетто	брутто	
1	Люцерна	0,167	60	62,5	100 (сіно)
2	Люцерна	0,167	60	62,5	500 (з.к)
3	Озима пшениця + кукурудза з/к	0,167	60	62,5	60 400
4	Кукурудза на зерно	0,167	60	62,5	90
5	Овочі	0,166	60	62,5	500
6	Ярий ячмінь з підсівом люцерни	0,166	60	62,5	50 50 (сіно)
		$\sum \alpha = 1$	360 га	375 га	

Висновки: указати на агрокліматичну зональність території та можливість запровадження меліоративного землеробства. Види сільськогосподарських меліорацій та особливості їх впровадження.

2. РЕЖИМ ЗРОШЕННЯ

2.1. Оптимальний водний режим ґрунту та поливна норма

При зрошенні сільськогосподарських культур слід підтримувати оптимальну вологість ґрунту протягом вегетаційного періоду в межах:

$$НВ - (0,6-0,8) \cdot НВ,$$

де НВ - верхня межа оптимальної вологості ґрунту (найменша вологоємність),

$(0,6-0,8) \cdot НВ$ - нижня межа оптимальної вологості ґрунту, знаходиться в межах ВРК-ВЗ (вологість розриву капілярів - вологість стійкого зів'янення).

Вологість нижньої межі визначається в частках від найменшої вологоємності ґрунту і залежить від с.-г. культури, механічного складу і ступеня засолення ґрунту (табл. Б.2.).

При зниженні вологості у ґрунті до нижньої межі – слід проводити полив. Особливо важливо підтримувати оптимальну вологість ґрунту в критичні періоди росту та розвитку с.-г. культур (дод. Б.3), коли навіть невелике обезводнювання клітин рослини призводить до значного зниження урожаю.

Загальні запаси вологи у розрахунковому шарі ґрунту:

$$W_{\max} = 100h\alpha\beta_{i\hat{A}}, i^3 / \tilde{a} \quad (2.1)$$

$$W_{\min} = 100h\alpha\beta_0, i^3 / \tilde{a} \quad (2.2)$$

$$W_{\text{поч}} = 100h\alpha\beta_{\text{поч}}, i^3 / \tilde{a} \quad (2.3)$$

де W_{\max} - максимальні запаси вологи, м³/га;

W_{\min} - мінімальні запаси вологи, м³/га;

$W_{\text{поч}}$ - запаси вологи на початку вегетації, м³/га;

h - розрахунковий шар ґрунту, м;

α - щільність ґрунту, г/см³;

$\beta_{\text{НВ}}$ - верхня межа оптимальної вологості ґрунту, % від маси сухого ґрунту;

β_0 - нижня межа оптимальної вологості ґрунту, % від маси сухого ґрунту;

$\beta_{\text{поч}}$ - вологість ґрунту на початку вегетації, % від маси сухого ґрунту.

Доступна для рослин волога від початку вегетації до першого поливу називається ефективним запасом вологи на початку вегетації та визначається за формулою:

$$W_{\text{ао}} = 100 \cdot h \cdot \alpha (\beta_{\text{іі}} - \beta_0) \cdot 10^{-3} / \text{аа} \quad (2.4)$$

де h - глибина активного шару ґрунту на початок вегетації, м;

α - щільність ґрунту, г/см³;

$\beta_{\text{поч}}$ - вологість ґрунту перед початком вегетації, % від маси сухого ґрунту;

β_0 - вологість ґрунту перед поливом, % від маси сухого ґрунту.

Веgetаційні зволожуючі поливи є основою режиму зрошення більшості с.-г. культур і при дощуванні виконуються поливними нормами 300 - 600 м³/га. Розрахувати поливну норму можна за формулою:

$$m_z = 100 \cdot h \cdot \alpha (\beta_{\text{іА}} - \beta_0) \cdot 10^{-3} / \text{аа} \quad (2.5)$$

де h - глибина розрахункового шару ґрунту (таблиця А.5) на момент поливу, м;

$\beta_{\text{НВ}}$ - найменша вологоємність ґрунту, % від маси сухого ґрунту.

z - номер поливу



h_n – на початковому періоді вегетації, м.

h_k - з початку критичного періоду до кінця вегетації, м.

Рисунок 2.1 - Динаміка розвитку активного шару і глибин зволоження ґрунту

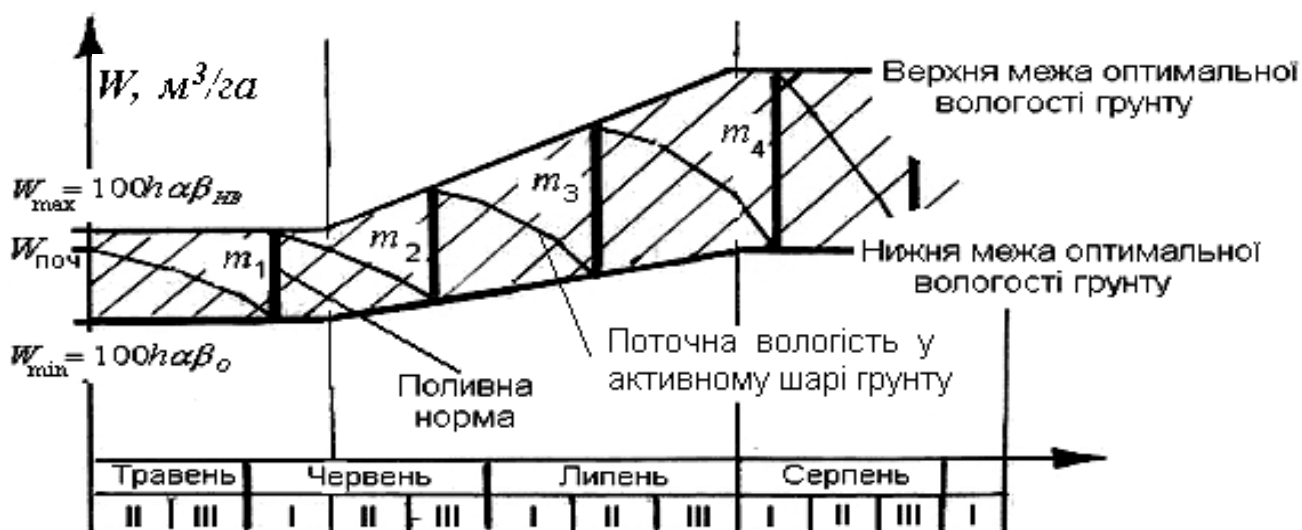


Рисунок 2.2 - Динаміка вологості активного шару ґрунту і режим зрошення

Розрахована поливна норма стандартизується з кратністю $50 \text{ м}^3/\text{га}$. Округлення проводиться в менший бік.

Післяпосівні поливи призначені для провокування сходів і проводяться відразу після сівби пожнивних культур (наприкінці липня -

на початку серпня), при цьому поливна норма не перевищує 400-600 м³/га.

Вологозарядкові поливи проводяться перед посівом озимих культур у вересні місяці нормою 600-800 м³/га. Такі ж поливи проводяться для кукурудзи й інших культур пізньої сівби в роки з посушливим осінньо-зимовим періодом.

В умовах з близьким заляганням ґрунтових вод дуже важливо правильно встановити величину поливної норми. Розрахунковий шар ґрунту слід брати таким, щоб поливна вода не з'єднувалася з капілярною каймою. Тому при глибинах підґрунтових вод 1,5-2,5 м поливна норма повинна бути на 20-40 % менше розрахункової.

Приклад: Встановлення оптимальної вологості ґрунту, ефективних запасів вологи на початку вегетації та поливних норм для с.-г. культури - ярий ячмінь.

Вихідні дані:

- $\alpha = 1,38 \text{ г/см}^3$, $\beta_{\text{НВ}} = 24 \%$ від м.с.г.;
- початкова вологість ґрунту $\beta_{\text{поч}} = 0,9 \text{ НВ}$, або
($\beta_{\text{поч}} = 0,9 \cdot 24\% = 21,6$) % від м.с.г.;
- глибина залягання ґрунтових вод 2 – 2,5 м.

Встановлюються фази розвитку ярого ячменя та календарні строки двох періодів зростання (Дод. Б.3.і Б.5.):

I період - від сходів до початку критичного періоду - "сходи – вихід в трубку" з 10.04 – 10.05 ;

II період – від початку критичного періоду і до кінця вегетації - "вихід у трубку – налив зерна - дозрівання" з 10.05 – 1.07.

Нижній оптимальний рівень зволоження ґрунту $\beta_0 = 0,75 \text{ НВ}$ (дод. Б.2) $\beta_0 = 0,75 \cdot 24\% = 18 \%$ від м.с.г.

Розрахунковий шар ґрунту по періодах зростання ярого ячменю (табл. Б.4.)

$$h_1 = 0,5\text{м}; \quad h_2 = 0,7\text{м}.$$

Ефективні запаси вологи в розрахунковому шарі ґрунту на початку вегетації:

$$W_{\text{ао}} = 100 \cdot 0,5 \cdot 1,38 \cdot (21,6 - 18) = 248,4 \text{ м}^3 / \text{а} (24,8 \text{ т}).$$

Поливна норма:

$$m_1 = 100 \cdot 0,5 \cdot 1,38(24 - 18) = 414 \approx 400 \text{ м}^3 / \text{а} = 40 \text{ т};$$

$$m_2 = 100 \cdot 0,7 \cdot 1,38(24 - 18) = 579,6 \approx 550 \text{ м}^3 / \text{а} = 55 \text{ т}.$$

Зменшуємо m_2 на 20 %, так як ґрунтові води приймають участь в водоспоживанні с.-г. культури при глибині активного шару ґрунту $\geq 0,7$ м:

$$m_2 = 20\% \cdot 600 / 100\% = 480 \text{ м}^3 / \text{а} \approx 450 \text{ м}^3 / \text{а}$$

2.2. Розрахунки режиму зрошення сільськогосподарських культур

Режим зрошення культури – це порядок розподілу зрошувальної води впродовж вегетаційного періоду. До елементів режиму зрошення відносяться: кількість поливів, норми та строки їх проведення (рис. 2.2).

Проектування режиму зрошення с.-г. культури виконується на основі водного балансу активного шару ґрунту за вегетаційний період:

$$\Delta W = \mu(\gamma E - P), \text{мм}, \quad (2.6)$$

де ΔW - дефіцит водного балансу за десятиденку (декаду), мм.

μ - мікрокліматична поправка, приймається для великих зрошуваних масивів;

γ - поправочний коефіцієнт на використання ґрунтових вод, встановлюється згідно додатку А.6,

E - сумарне водоспоживання с.-г. культурою за декаду.

За методикою проф. С.М. Ал

$$E = k_a \sum d_{\text{д}} \quad (2.7)$$

де k_a - біологічний коефіцієнт розрахункової декади (дод. Б.7), мм/мб;

$\sum d$ - сума середньодобових дефіцитів вологості повітря за розрахункову декаду, мб.

Розраховується водний баланс і встановлюються дефіцити водного балансу по десятиденках вегетаційного періоду (табл. 2.1). За даними таблиці будується інтегральна крива дефіциту водного балансу, як функція від часу вегетаційного періоду:

$$\Phi(t) = \sum_{i=1}^n \Delta W_i; \quad (2.8)$$

Терміни проведення поливів встановлюються графоаналітичним рішенням рівняння:

$$\Phi(t) = W_{\text{ао}} + \sum_{z=1}^C m_z \quad (2.9)$$

$$z = 1, 2, 3 \dots C;$$

де $W_{\text{еф}}$ - ефективні запаси вологи в розрахунковому шарі ґрунту на початку вегетації (за формулою 2.4), мм.

Приклад: Розрахунок режиму зрошення ярого ячменю представлено у таблиці 2.1. та на рисунку 2.2.

Режим зрошення с.-г. культури представляється у вигляді таблиці:

z	m	t
1	m_1	t_1
2	m_2	t_2
...
C	m_c	t_c

де z - номер поливу;

C - кількість поливів;

m_z - поливна норма;

t - середня дата поливу на полі.

Ярий ячмінь сходить 15.04. Це 2 десятиденка квітня (дод. Б.5.). Встановлено період розрахунку водного балансу, який починається за 2 десятиденки до сходів і закінчується на момент дозрівання (з 3-ї десятиденки березня по 1 десятиденку липня). Для ярого ячменю балансовий період складається з $n=12$ (десятиденок).

В прикладі наведено порядок розрахунку дефіцитів водного балансу по 2 та 7 десятиденках.

Опади (P_i) та середньодобовий дефіцит вологості повітря (d_i) за десятиденку встановлюється по даним найближчої метеорологічної станції:

$$P_2 = 8 \text{ мм} , \quad P_7 = 12 \text{ мм} ; \quad d_2 = 3,4 \text{ мм} , \quad d_7 = 8,4 \text{ мм} .$$

Коефіцієнти біологічної кривої ярого ячменю приймаються по десятиденках вегетаційного періоду: від сівби до сходів 0,15 та 0,19 мм/мб, а для інших згідно додатку Б.7: $k_3 = 0,28 \text{ мм} / \text{мм} , \quad k_8 = 0,46 \text{ мм} / \text{мм} .$

Тривалість розрахункових десятиденок : $t_2 = 10 \text{ днів} ; \quad t_7 = 11 \text{ днів} .$

Сума середньодобових дефіцитів вологості повітря:

$$\sum d_2 = 10 \cdot 3,4 = 34 \text{ мм} , \quad \sum d_7 = 11 \cdot 8,4 = 92,4 \text{ мм}$$

Сумарне водоспоживання (згідно формули 2.4):

$$E_2 = 0,18 \cdot 34 = 6,1 \text{ мм} , \quad E_7 = 0,46 \cdot 92,4 = 42,5 \text{ мм} .$$

Поправка до сумарного водоспоживання на використання підґрунтових вод (дод. А.6.).

До початку вегетації – $\gamma_2 = 0,95$, для третьої чверті вегетації – $\gamma_7 = 0,8$.

$$\gamma_2 E_2 = 0,95 \cdot 6,1 = 5,8 \text{ мм} \quad , \quad \gamma_7 E_7 = 0,8 \cdot 42,5 = 34,0 \text{ мм} \quad .$$

В розрахунки дефіциту водного балансу за формулою 2.5, вводимо мікрокліматичну поправку $\mu_2 = 1$ (до кінця квітня), і $\mu_7 = 0,95$ (травень)
 $\Delta W_2 = 1 \cdot (5,8 - 8) = -2,2 \text{ мм}$, $\Delta W_7 = 0,95(34,0 - 12,0) = 20,9 \text{ мм}$.

Дефіцит водного балансу з наростаючим підсумком (інтегральна крива):

$$\Phi(t) = \sum_{i=1}^2 \Delta W_i = \Delta W_1 + \Delta W_2 = (-2,8) + (-2,2) = -5,0 \text{ мм} \quad ,$$

$$\Phi(t) = \sum_{i=1}^7 \Delta W_i = \Delta W_1 + \Delta W_2 + \dots + \Delta W_7 = (-2,8) + (-2,2) + 4,3 + 11,9 + 22,6 + 23,1 + 20,9 = 77,8 \text{ мм} \quad .$$

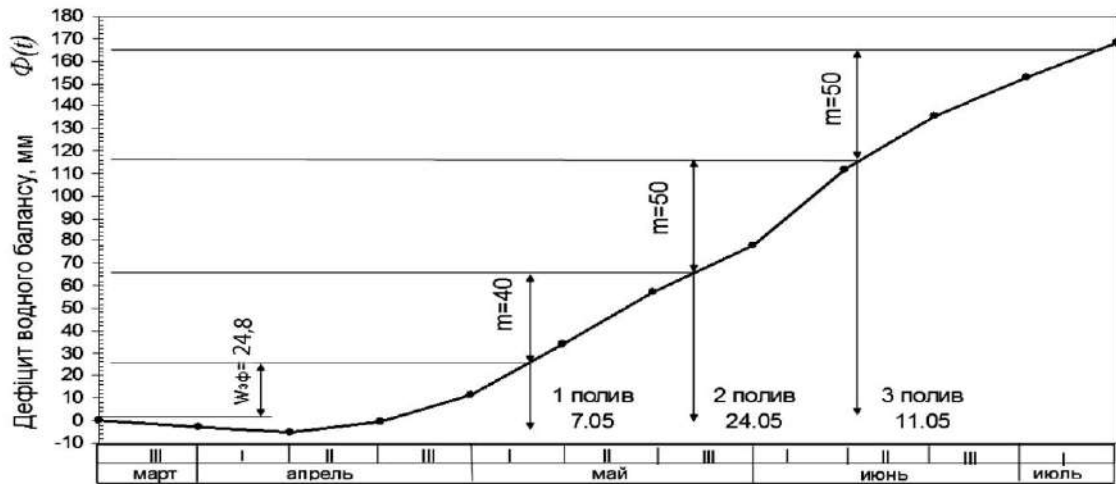
Інтегральна крива дефіциту водного балансу представлена на рисунку 2.3 з графоаналітичним рішенням рівняння 2.7.

Порядок встановлення строків поливів ярого ячменя:

1. Розраховуються ефективні запаси вологи на початок вегетації та поливні норми (див. приклад в розділі 2.1.);
2. На графіку дефіциту водного балансу відкладаються ефективні запаси вологи $W_{\text{еф}} = 24,8 \text{ мм}$ та встановлюється термін $1^{-\text{го}}$ поливу, який припадає на 7.05.
3. На графіку дефіциту водного балансу відкладається поливна норма $m_1 = 40 \text{ мм}$, та встановлюється термін $2^{-\text{го}}$ полива, який припадає на 24.05.
4. $m_2 = 50 \text{ мм}$ з терміном проведення $3^{-\text{го}}$ полива – 11.06. Після третього поливу, $m_3 = 50 \text{ мм}$ запасів вологи у ґрунті достатньо до кінця вегетації ярого ячменя.

Таблиця 2.1. - Розрахунки дефіциту водного балансу для поля з ярим ячменем

П О К А З Н И К И	Березень			Квітень			Травень			Червень			Липень
	III	I	II	III	II	I	III	II	I	III	II	I	
1. Фази розвитку культури	сівба			сходи			вихід в трубку						
2. Розрахунковий шар ґрунту, м	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
3. Опади (P), мм	7,5	8,0	6,9	9,4	4,3	7,8	2,4	12,0	0,0	3,4	6,5	5,8	
4. Середньодобовий дефіцит вологості повітря (d), мб	2,8	3,4	4,2	6,8	7,8	7,6	8,4	11,2	10,8	11,6	12,1	12,1	
5. Дефіцит вологості повітря за декаду (Σd), мб	30,8	34,0	42	68	78	76	92,4	112	108	116	121	121	
6. Коефіцієнт біологічної кривої (k_e), мм/мб	0,15	0,19	0,28	0,33	0,38	0,44	0,46	0,41	0,35	0,27	0,25	0,25	
7 Сумарне водоспоживання (E), мм	4,9	6,1	11,8	22,4	29,6	33,4	42,5	45,9	37,8	31,3	30,3	30,3	
8. Поправка на використання ґрунтових вод (γ)	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	
9. Сумарне водоспоживання з поправкою (γE), мм	4,7	5,8	11,2	21,3	28,1	26,7	34,0	36,7	30,2	25,0	24,2	24,2	
10. Мікрокліматична поправка (μ)	1,0	1,0	1,0	1,0	0,95	0,95	0,95	0,9	0,9	0,9	0,85	0,85	
11. Дефіцит водного балансу, мм $\Delta W = \mu(\gamma E - P)$	-2,8	-2,2	4,3	11,9	22,6	23,1	20,9	33,8	24,1	16,7	15,6	15,6	
12. Дефіцит водного балансу нарастаючим підсумком ($\Sigma \Delta W$), мм	-2,8	-5,0	-0,7	11,2	33,8	56,9	77,8	111,6	135,7	152,4	168,0	168,0	
13. Номер десятиденки (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11	



Режим зрошення ярого ячменя

№ полива	m, м ³ /га	Сер. дата поливу
1	40	7.05
2	50	24.05
3	50	11.05

Рисунок 2.3 - Інтегральна крива дефіциту водного балансу на полі з ярим ячменем та визначення строків поливу

Виконуємо перевірку розрахунків:

$$\sum \Delta W \cong W_{\text{эф}} + \sum m \pm 5 \text{ мм}$$

2.3. Режими зрошення культур сівозміни

Режими зрошення усіх культур сівозміни представлено в табл. 2.4, за регіональними рекомендаціями ІВПіМ НААНУ для Південного Степу України (дод. Б.8.).

Середньозважена зрошувальна норма розраховується за формулою

$$M_{\text{н.д.с.а.}} = \sum_{i=1}^n \alpha_i M_i, \quad i = \overline{1..n} \quad (2.10)$$

де n - кількість культур у сівозміні;

α_i - частка участі i культури в сівозміні;

M_i - зрошувальна норма окремої культури, м³/га.

Приклад

$$M_{\text{ср.зв.}} = 0,33 \cdot 4100 + 0,167 \cdot (2100 + 2600) + \dots + 0,166 \cdot (1800 + 2400) = 3600 \text{ м}^3 / \text{га.}$$

Таблиця 2.4. - Режим зрошення с.–г. культур у сівозміні.

№ поля	Культура	Площа, га	Частка участі	№ поливу	m, м ³ /га	Рекомендовані строки поливу (сер. дата)	Тривалість поливу поля	Розрахункові строки поливу	
								початок	кінець
1	Люцерна 2-3 року	60	0,167	1	600	15.04	5		
				2	500	28.05	4		
				3	500	19.06	4		
				4	500	30.06	4		
				5	500	12.07	4		
				6	500	23.07	4		
				7	500	6.08	4		
				8	500	22.08	4		
				9	500	6.09	4		
				M = 4600 м ³ /га					
2	Люцерна 2-3 року	60	0,167	1	600	15.04	5		
				2	500	28.05	4		
				3	500	19.06	4		
				4	500	30.06	4		
				5	500	12.07	4		
				6	500	23.07	4		
				7	500	6.08	4		
				M = 3600 м ³ /га					
3	Озима пшениця	60	0,167	0	600	5.09	4		
				1	500	5.05	4		
				2	500	20.05	4		
				3	500	6.06	4		
				M = 2100 м ³ /га					
	+ Кукурудза з/к			0	400	15.07	3		
				1	400	25.07	3		
				2	500	9.08	4		
				3	500	20.08	4		
				4	500	30.8	4		
				M = 2300 м ³ /га					
...
6	Ярий ячмінь	60	0,167	1	500	18.05	4		
				2	500	29.05	4		
				3	300	9.06	3		
				M = 1300 м ³ /га					
	+ Люцерна покривна			0	600	15.07	5		
				1	500	3.08	4		
				2	500	13.08	4		
				3	500	29.08	4		
				4	500	10.09	4		
				M = 2600 м ³ /га					
Середньозважена зрошувальна норма $M_{ср.зв} = 3600 \text{ м}^3/\text{га}$									

3. ТЕХНОЛОГІЯ ПОЛИВУ СПОСОБОМ ДОЩУВАННЯ

Перед вивченням розділу слід ознайомитись з конструктивними особливостями та принципом дії сучасної дощувальної техніки (ДДА–100 МА, ДФД–80, ДДН–70, ДДН–100, “Дніпро”, “Фрегат”, “Кубань”, “Bauer”, Zimmatic та ін.). Технічна характеристика та технологічні схеми роботи дощувальних машин представлені на рисунках В.1. - В.7.

3.1. Вибір дощувальної техніки

При виборі дощувальної техніки слід враховувати:

1. Відповідність середньої інтенсивності дощу до вбираючої спроможності ґрунту.
2. Відповідність розмірів та конфігурації зрошуваної ділянки до габаритів та параметрів дощувальної техніки.
3. Кліматичні та топографічні умови місцевості (ухили та складність рельєфу).
4. Техніко-економічні та експлуатаційні показники дощувальної техніки.

Для поливу приймається дощувальна техніка, яка має найбільше позитивних показників для даних господарських та природних умов.

При поливі дощуванням необхідно щоб середня інтенсивність дощу була меншою за швидкість вбирання води ґрунтом:

$$\rho \pi K_m \quad (3.1)$$

Швидкість вбирання води ґрунтом при дощуванні встановлюється за формулою О.М. Костякова:

$$\hat{E} = \psi \frac{\hat{E}_1}{t^\alpha}, \text{ м/год}; \quad (3.2)$$

де K_1 - швидкість вбирання води ґрунтом наприкінці 1 години, м/год, (табл. В.1.);

t - час від початку поливу, годин;

α - параметр, який характеризує зміну швидкості вбирання у часі і залежить від стану ґрунту (табл. В.1.);

ψ - коефіцієнт зменшення швидкості вбирання при дощуванні,
 $\psi=0,6 - 0,8$.

Средня інтенсивність дощувальної машини визначається за формулою:

$$\rho = \frac{60 \cdot Q}{F}, \text{ л/с} / \text{м}^2, \quad (3.3)$$

Тривалість поливу нормою m :

$$t_m = \frac{m}{\rho}, \text{ год}, \quad (3.4)$$

де m - поливна норма, мм,

Q - витрати дощувальної машини, л/с;

F - площа покриття дощем, м^2 .

Залежить від типу дощувальної техніки:

$$\text{- ДДА-100 МА} \quad F = 120 \cdot L_a, \text{ м}^2; \quad (3.5)$$

$$\text{- "ДДН-100} \quad F = \pi R^2, \text{ м}^2; \quad (3.6)$$

$$\text{- "Дніпро"} \quad F = 54L, \text{ м}^2; \quad (3.7)$$

$$\text{- "Кубань"} \quad F = L(B + V), \text{ м}^2; \quad (3.8)$$

де L_6 - довжина б'єфу, м;

R - радіус поливу, м;

L - довжина дощувальної машини, м;

B - ширина захвату дощем, м;

V - швидкість руху, м/хв.

Для дощувальної машини "Фрегат" середня інтенсивність дощу не потребує розрахунку, а встановлюється за технічною документацією (табл. Б.2.).

Швидкість вбирання води ґрунтом наприкінці поливу нормою m визначається за формулою:

$$K_m = \psi \frac{K_1}{t_m^\alpha}, \text{ м / год}; \quad (3.9)$$

Якщо $\rho < K_m$, то дощувальна машина придатна без обмежень.
Якщо $\rho > K_m$, то необхідно зменшити поливну норму.

Приклад: Вибір дощувальної техніки за вихідними даними:

- площа поля 60га,
- полив ДДА-100МА на бєфі довжиною $L_6=200\text{м}$
- поливна норма $m=600 \text{ м}^3/\text{га}=60\text{мм}$
- швидкість вбирання води ґрунтом $K_1=0,05\text{м/год}$, коеф $\alpha=0,5$

Розрахунок

$$F = 120 \cdot 200 = 24000 \text{ м}^2, \quad \rho = \frac{60 \cdot 130}{24000} = 0,33 \text{ м / год}, \quad t_m = \frac{60}{0,33} = 182 \text{ год} = 3 \text{ дні}$$

$$\hat{E}_m = \frac{0,05}{3^{0,5}} = 0,029 \text{ м / дні} \quad \hat{E}_m = 16,6 \times 0,029 \text{ м / год} = 0,48 \text{ м / год}$$

$\rho < K_m$ - полив можна проводити без обмежень поливної норми

3.2. Розрахунки технології поливу та проектування типової поливної ділянки

В цьому розділі слід розрахувати елементи технології поливу дощувальною технікою та розробити технологічну схему типової поливної ділянки (поля).

До основних елементів технології поливу дощувальною технікою відносяться:

1. Довжину б'єфу на тимчасовому зрошувачі
2. Інтенсивність дощу.
3. Тривалість поливу на позиції.
4. Кількість проходів на б'єфі .
5. Продуктивність поливу за зміну та за добу.
6. Тривалість поливу поля.
7. Сезонне навантаження на зрошувальну техніку.
8. Кількість дощувальної техніки, яка необхідна для обслуговування зрошеної ділянки.

Довжина б'єфу розраховується для зрошувальної техніки яка працює на тимчасовому зрошувачі, а саме для ДДА–100 МА, ДФД – 80, ДДН – 70, ДДН – 100 та інша.

$$L_{\acute{a}} = \frac{h_o - h_{\min} - h_{\text{зап}}}{i}, \text{ м}, \quad (3.13)$$

де h_o – глибина тимчасового зрошувача, $h_o = 0,8-1,0$ м;

h_{\min} – мінімальна глибина води в зрошувачі, при якій можлива робота дощувальної техніки, $h_{\min} = 0,3-0,35$ м;

$h_{\text{зап}}$ – перевищення берми зрошувача над максимальним рівнем води, $h_{\text{зап}} = 0,1-0,15$ м;

i – ухил поверхні землі в напрямку тимчасового зрошувача.

Інтенсивність дощу встановлюється за формулою 3.3, а при роботі дощувальної техніки на тимчасовому зрошувачі згідно фактичного значення довжини б'єфу.

Тривалість поливу на позиції або б'єфі встановлюється за формулою:

$$t_m = \frac{m}{\rho}, \text{ год}, \quad (3.14)$$

де m - поливна норма, мм.

Кількість проходів на б'єфі при поливі нормою m :

$$n = \frac{m}{h_{\text{пр}}}, \quad (3.14)$$

$$h_{\text{пр}} = \rho t_{\text{пр}}, \quad (3.15)$$

$$t_{\text{пр}} = \frac{L_{\text{á}}}{V}, \quad (3.16)$$

$$\rho = \frac{60Q}{BL_{\text{á}}}, \quad (3.17)$$

$$n = \frac{BL_{\text{á}}Vm}{60QL_{\text{á}}} = \frac{BmV}{60Q}, \quad (3.18)$$

де m – поливна норма, мм;

$h_{\text{пр}}$ – шар води вилитий за один прохід дощувального агрегату, мм;

$t_{\text{пр}}$ – тривалість одного проходу дощувального агрегату на б'єфі, хв;

V – швидкість руху дощувального агрегату, м/хв.

Для ДДА-100МА $V=5-15$ м/хв.

B - ширина смуги поливу. Для ДДА-100МА та ДФД – $80 \text{ B} = 120 \text{ м}$.

Змінна продуктивність поливу – площа, що поливається за зміну.

$$F_{\text{çì}} = \frac{3,6 \cdot Q \cdot K_{\text{çì}} \cdot T_{\text{çì}}}{\beta \cdot m}, \quad (3.19)$$

де Q - витрати дощувальної машини, л/с;

$K_{\text{çì}}$ - коефіцієнт використання робочого часу за зміну, $K_{\text{çì}}=0,8-0,9$;

$T_{\text{çì}}$ - тривалість зміни, $T_{\text{çì}} = 8, 10, 12$ годин;

β – коефіцієнт, що враховує при поливі технологічні втрати води на випаровування, $\beta = 1,1-1,2$;

m - поливна норма, $\text{м}^3/\text{га}$.

Добова продуктивність поливу – площа, що поливається за добу:

$$F_{\text{доб}} = \frac{3,6 \cdot Q \cdot K_{\text{доб}} \cdot T_{\text{доб}}}{\beta \cdot m}, \text{ га} \quad (3.20)$$

де $K_{\text{доб}}$ - коефіцієнт використання робочого часу за добу, $K_{\text{доб}} = 0,7-0,85$;

$T_{\text{доб}}$ - тривалість роботи Д.М. протягом доби, годин,

$T_{\text{доб}} = 16, 20, 24$ години.

Тривалість поливу поля:

$$t_i = \frac{F_i}{F_{\text{доб}}}, \text{ діб} \quad (3.21)$$

де $F_{\text{п}}$ - поливна площа поля, га;

$F_{\text{доб}}$ - добова продуктивність поливу, га.

Сезонне навантаження на дощувальну машину – площа, яку може обслужити машина за зрошувальний період (додаток В.4.):

$$F_{\text{сез}} = \frac{86,4 \cdot Q \cdot K_{\text{сез}} \cdot T_{\text{сез}}}{\beta \cdot M_{\text{ср.зв}}}, \text{ га} \quad (3.22)$$

де $K_{\text{сез}}$ - коефіцієнт використання машинного часу за сезон; $K_{\text{сез}} = 0,6-0,75$

$T_{\text{сез}}$ - тривалість роботи за сезон, діб, $T_{\text{сез}} = 80 - 110$ діб;

$M_{\text{ср.зв.}}$ – середньозважена зрошувальна норма, $\text{м}^3/\text{га}$, (формула 2.10)

Потрібна кількість Д.М. для обслуговування зрошеної ділянки:

$$N = \frac{F_{\text{з.д.}}}{F_{\text{сез}}}, \text{ маш} \quad (3.23)$$

де $F_{\text{з.д.}}$ - площа зрошеної ділянки, га;

$F_{\text{сез}}$ - сезонне навантаження на Д.М., га.

Приклад: Розрахувати елементи технології поливу для ДДА-100 МА на полі площею 60 га та ухилом тимчасового зрошувача $i=0,0016$.

Довжина б'єфу:

$$L_a = \frac{0,9 - 0,35 - 0,15}{0,0016} = 250 \text{ м}$$

Інтенсивність дощу:

$$\rho = \frac{60 \cdot 130}{120 \cdot 250} = 0,26 \text{ л/с} / \text{га}$$

Тривалість поливу на б'єфі (позиції):

$$t_m = \frac{30}{0,26} \approx 115 \text{ с}$$

Кількість проходів на б'єфі:

$$n = \frac{120 \cdot 30 \cdot 10}{60 \cdot 130} = 4,6 \approx 5 \text{ (проходів) }$$

Змінна продуктивність поливу:

$$W_{\text{зі}} = \frac{3,6 \cdot 130 \cdot 8 \cdot 0,8}{1,2 \cdot 300} = 8,32 \text{ м}^3/\text{с}$$

Добова продуктивність поливу:

$$W_{\text{ді}} = \frac{3,6 \cdot 130 \cdot 24 \cdot 0,75}{1,2 \cdot 300} = 23,4 \text{ м}^3/\text{га}$$

Тривалість поливу поля:

$$t = \frac{60}{23,4} = 2,6 \text{ (години) . Приймаємо } t=3 \text{ (доби)}$$

Сезонне навантаження на дощувальну машину:

$$W_{\text{св}} = \frac{86,4 \cdot 130 \cdot 60 \cdot 0,8}{3600 \cdot 1,2} \approx 125 \text{ м}^3/\text{год}$$

Кількість дощ. машин потрібних для обслуговування зрошуваної ділянки:

$$N = \frac{360}{125} = 2,8 \text{ . Приймаємо } N=3 \text{ (агрегати)}$$

Таблиця 3.3 - Елементи технології поливу дощувальним агрегатом
ДДА -100 МА

Показники	Поливна норма, м ³ /га					
	300	400	450	500	550	600
Довжина б'єфу (L _б), м	250					
Інтенсивність дощу (ρ), мм/хв	0,26					
Тривалість поливу позиції (t _п), хв	115					
Кількість проходів (n)	5					
Змінна продуктивність поливу (W _{зн}), га	8,3					
Добова продуктивність поливу (W _{доб}), га	23,4					
Тривалість поливу поля (t), діб	3					
Сезонне навантаження (W _{сез}), га	125					
Кількість дощувальних агрегатів (N)	3					

Типова поливна ділянка – це елемент зрошувальної системи в межах якого здійснюється полив окремої с.–г. культури. В більшості випадків площа поливної ділянки дорівнює площі одного поля сівозміни.

Розміри та конфігурація поля встановлюється з урахуванням габаритів дощувальної техніки. Найбільш доцільною формою поля є квадратна чи прямокутна з співвідношенням сторін не більше ніж 1:2. Рельєф поверхні землі в межах поля повинен бути одноманітний.

Типове поле під дощувальні агрегати ДДА–100МА, ДДН–100, ДФД–80 повинно мати квадратну чи прямокутну форму (рис. В.2.). Ширина та довжина поля поля встановлюються за формулами:

$$B = 120 \cdot n, \text{ м}; \quad (3.24)$$

$$L = F_{\text{п}} / B, \text{ м}. \quad (3.25)$$

де 120 – відстань між тимчасовими зрошувачами, м;

n – кількість зрошувачів;

F_п – площа поля, м².

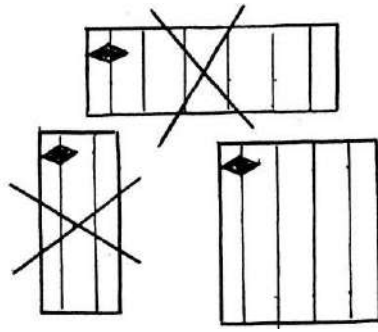


Рисунок 3.1 – Вигляд типової поливної ділянки під дощувальні агрегати ДДА–100МА, ДДН–100, ДФД–80

Кількість тимчасових зрошувачів слід приймати таким, щоб виконувалося співвідношення $l \geq b$ та $l = 400 \div 1200 \text{ м}$, де довжина поля дорівнює довжині зрошувача. Тимчасові зрошувачі нарізують канавокопачами прямолінійно, глибиною до 1 м, шириною по дну 0,3 – 0,5 м, укосами 1:1. Дорога для трактора влаштовується грейдером по одному з боків зрошувача, частіше з лівого, в напрямку руху води. Втрати площі під зрошувачами складають близько 5%.

Типове поле для далекострумного агрегату ДДН–100 проектується подібно до ДДА–100 МА (рис. В.3). Відстань між позиціями дощувальної машини визначається схемою роботи: по квадрату, по трикутнику чи по сектору.

Типове поле для дощувальної машини "Дніпро", "Волжанка" або ДКН – 80 має прямокутну форму (дод. В.5.). Ширина та довжина поля:

$$B = 2 \cdot L_i \cdot i ; \quad (3.26)$$

$$L = F_i / B \cdot i \quad (3.27)$$

де L_m – довжина дощувальної машини, м. Для Дф-120 "Дніпро" – 460м, МДФ "Волжанка" – 400 м, ДКН – 80 – 275 м.

F_n – площа поля, м^2 .

Ширина поля може бути меншою на величину, кратну розміру однієї секції дощувальної машини: 27 м - для "Дніпра"; 12,6 м - для "Волжанки" або "ДКН – 80". (додаток В.3)

Зрошувальна мережа на полі представлена закритими трубопроводами з гідрантами для підключення до них машини. Відстань між гідрантами приймається: 54 м - для "Дніпра", 18 м - для "Волжанки", 27 м – для ДКН – 80. Довжина поля повинна бути кратною відстані між гідрантами. Трубопровід із гідрантами можна розміщати посередині поля або по його межі. Ухил поверхні поля повинен бути не більше 0,02.

Типове поле для дощувальної машини "Фрегат" має квадратну форму (рис. В.1). Довжина (ширина) поля: $\Delta = \sqrt{F_i}, \text{ м}$. Промисловість виготовляє машини з довжиною трубопроводу від 199 до 572 м (табл. В.2). При виборі модифікації дощувальної машини слід враховувати співвідношення довжини машини та ширини поля $L_i \leq \Delta/2$.

Поле під ЕДМФ "Кубань" має прямокутну форму (рис. В.4). Ширина поля дорівнює довжині водопровідного трубопроводу машини 800 м, тому розміри поля встановлюються за залежностями: $b = 800 \text{ м}$; $l = F_i / b, \text{ м}$. Довжина каналу, із якого здійснюється водозабір, дорівнює довжині поля. Оптимальна довжина становить 1500-2000 м. Канал має такі параметри: ширина по дну – 0,6 м; закладення укосів - 1:1, ширина каналу поверху – 2,8 м, глибина – 1 м, ухил 0,002-0,0001. Дорога уздовж каналу має ширину 2,8 м.

3.3. Складання графіка поливів

При проектуванні зрошувальної системи розробляється графік поливів, згідно якого встановлюється: порядок проведення поливів, кількість одночасно працюючих дощувальних машин і розрахункові витрати води в зрошувальній мережі.

Графік поливів – це графічне відображення сукупності поливів на сівозміні. На графіку полив має вигляд прямокутника - нижня грань якого є тривалість поливу, а бокова грань - витрата води дощувальною машиною. Поливи на окремому полі представляються у вигляді строки з

прямокутниками (рис. 3.2.). Середина нижньої грані прямокутника співпадає з середньою датою проведення поливу.

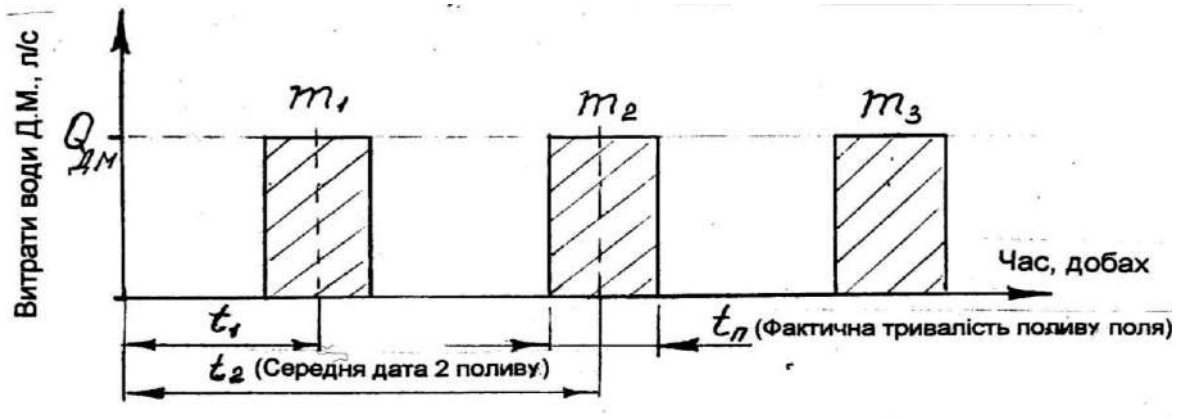


Рисунок 3.2. Графічне відображення поливів на полі

Вихідні дані для складання графіка поливів:

1. Режим зрошення с.-г. культур сівозміни.
2. Тривалість кожного поливу, у відповідності з поливною нормою, площею поля та типом дощувальної техніки (див. розрахунки елементів техніки поливу у розділі 3.2).

Порядок складання графіка поливів:

1. Спочатку будується неукмплектований графік поливів, на якому показані поливи на усіх полях сівозміни за зрошувальний період, згідно рекомендованих режимів зрошення (рис. 3.3)

2. Укомплектований графік поливів будується на основі неукмплектованого (рис. 3.4). Метою укомплектування є мінімізація кількості поливів, які проводяться на сівозміні одночасно. Укомплектування дозволяє використовувати мінімальну кількість дощувальних машин і, як наслідок, мати менші витрати води на сівозміну.

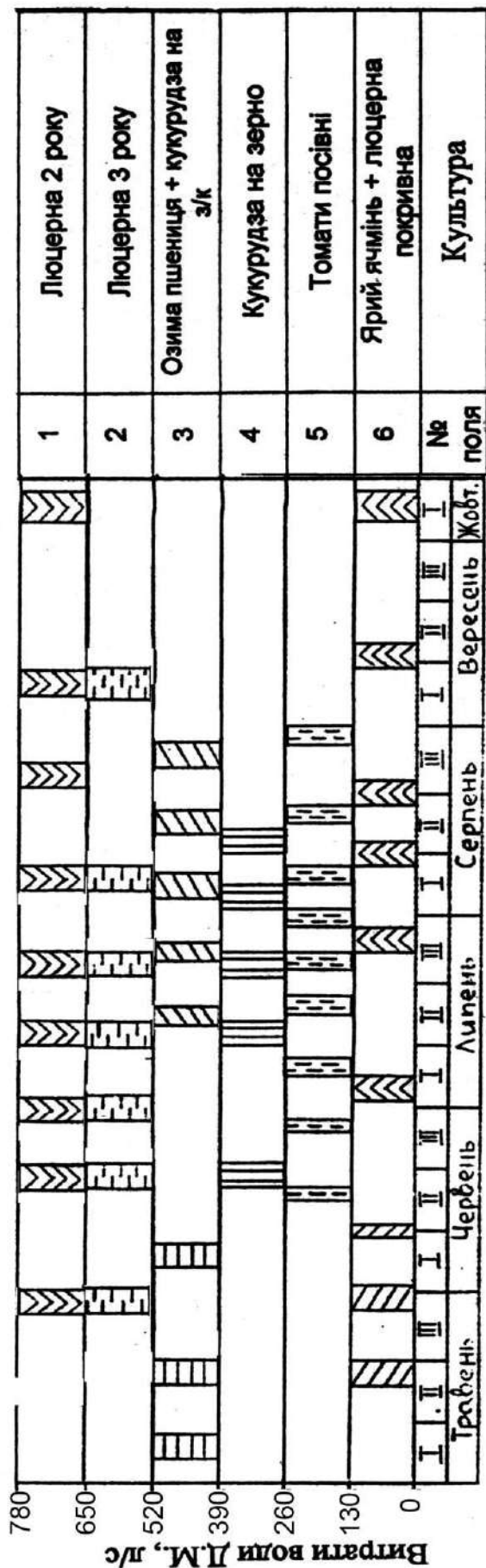


Рисунок 3.3. Неукмплектований графік поливів

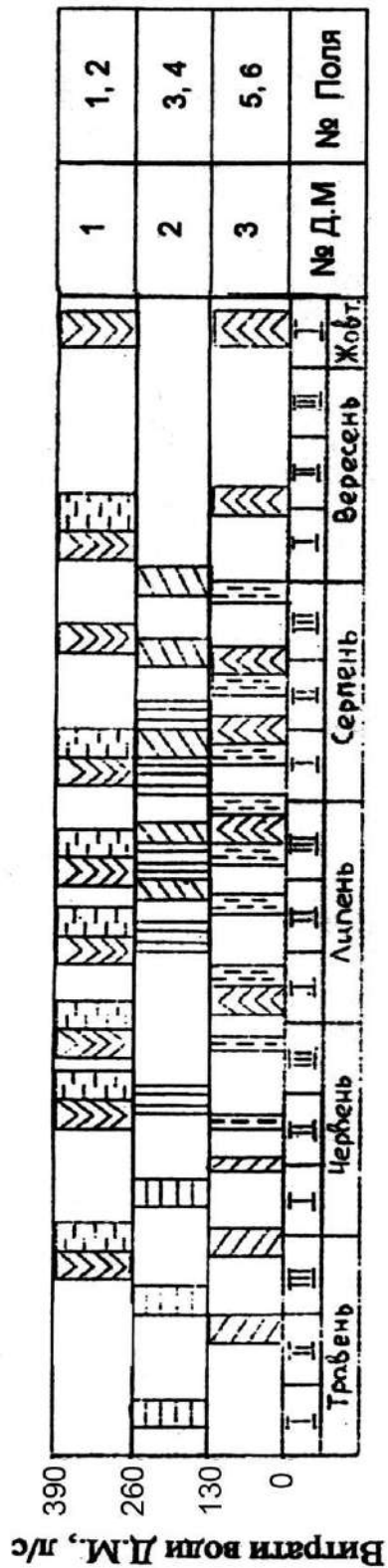


Рисунок 3.4. Укомплектований графік поливів

Порядок укомплектування графіку поливів:

1. Закріплення однієї дощувальної машини за двома полями, якщо розмір поля в два рази менший за сезонне навантаження Д.М. В такому випадку укомплектування зводиться до перенесення строків одночасних поливів на полях з однією Д.М.

2. Якщо кожне поле має окрему Д.М., то слід переносити строки окремих поливів на суміжних полях сівозміни у послідовності - один за другим. Переносити строки окремих поливів за середніми датами можна не більше ніж на 3 доби для овочів та не більше ніж на 5 діб для інших с.-г. культур.

Приклад: Розробка графіка поливів з вихідними даними: дощувальний агрегат ДДА-100 МА; землекористування згідно таблиці 1.1; режими зрошення згідно таблиці 2.2.

Таблиця 3.4 - Схема закріплення дощувальних агрегатів за полями сівозміни

Номер дощувального агрегату	Закріплення за полями
1	1, 4
2	2, 5
3	3, 6

Для 6-ти польової сівозміни потрібно 3 агрегати, згідно розрахунків техніки поливу. Закріплюємо дощувальні агрегати за полями з розрахунку 1 агрегат на 2 поля.

Показники тривалості поливу поля при різних поливних нормах розраховані в таблиці 3.3. Слід занести їх у таблицю 2.2 – графу "фактична тривалість поливу" відповідно до величин поливних норм.

Неукомплектований графік поливів (рис. 3.3) складається з 6 строк, на кожній з котрих відкладено поливи згідно режиму зрошення культури.

Укомплектований графік поливів (рис. 3.4.) побудовано з урахуванням закріплення дощувальних агрегатів за полями сівозміни (табл. 3.4).

По графіку поливів встановлюються показники, які необхідні для подальшого проектування зрошувальної мережі:

- кількість одночасно працюючих агрегатів – 3 (агрегати),
- максимальні витрати води – 390 л/с,
- мінімальні витрати води – 130 л/с.

4. ПРОЕКТУВАННЯ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Зрошувальна система це комплекс інженерних споруд та пристроїв, які дозволяють забирати воду з джерела зрошення, транспортувати її до поливної ділянки і підтримувати оптимальний водний режим ґрунту при вирощуванні сільськогосподарських культур.

До основних елементів зрошувальної системи слід віднести:

- зрошувані землі
- джерело зрошення,
- водозабірна споруда (насосна станція),
- зрошувальна мережа (канали та трубопроводи),
- гідротехнічні споруди та пристрої на зрошувальній мережі
- дороги та лісосмуги.

4.1. Проектування генерального плану зрошувальної системи

В цьому розділі слід перелічити і дати класифікаційну назву усіх елементів зрошувальної системи, а також вказати їх технічні характеристики.

Джерелом зрошення може бути річка, водосховище, озеро, артезіанська свердловина.

Насосна станція – може бути – стаціонарною, пересувною чи плавучою. Будівля насосної станції – наземною, напівзаглибленою чи заглибленою; збудованою з цегли, залізобетону чи блочно-комплектною (БКНС). У більшості випадків насосні станції для зрошення обладнуються горизонтальними відцентровими насосами з двостороннім підводом води.

Закрита зрошувальна мережа складається з трубопроводів та арматури на ній. Вона має високий коефіцієнт корисної дії (ККД=0,96 - 0,98) і, як правило, механічне подавання води. Може бути стаціонарною, напівстаціонарною, пересувною. Трубопроводи можуть влаштовуватися у комбінації з відкритими каналами – тоді мережа називається комбінованою. Так на комбінованій мережі під агрегат ДДА-100 МА вода по трубопроводах подається до тимчасових зрошувачів і випускається в них через гідранти водовипуски.

Труби для улаштування закритої зрошувальної мережі приймають: сталеві, чавунні, залізобетонні напірні, азбестоцементні та пластмасові. Тип труб для зрошувальної мережі вибирають за допустимим тиском, вартістю та пропускною спроможністю. Для трубчастих мереж краще використовувати не металічні труби - азбестоцементні, залізобетонні напірні та пластмасові.

Сталеві електрозварні тонкостінні з антикорозійним покриттям дозволяється використовувати для магістральних трубопроводів з

тиском до 1,5 МПа. Строк експлуатації таких труб становить 20 років (табл. Г.1.).

Чавунні розтрубні труби використовують для магістральних трубопроводів з тиском до 1,2 МПа . Строк експлуатації чавунних труб 60 років (табл.Г.1.).

Азбестоцементні труби використовують для розподільчих та поливних трубопроводів з діаметром до 500 мм. За напірністю виділяють 4 класи:

ВТ – 6 (до 0,3 МПа);

ВТ – 9 (до 0.6 МПа);

ВТ – 12 (до 0,9 МПа);

ВТ – 15 (до 1,2 МПа).

З'єднуються за допомогою муфт і мають довговічність 20 років (табл.Г.3.).

Залізобетонні напірні розтрубні труби використовуються для магістральних та розподільчих трубопроводів (табл. Г.3.). Залежно від тиску випускаються 3 класи:

I - до 1,5 МПа;

II - до 1,0 МПа;

III - до 0,5 МПа.

Строк експлуатації становить 50 років.

Пластмасові труби використовують при малих витратах води та тиску не більше 1 МПа. Промисловістю виробляються пластмасові труби діаметром 50 - 300 мм. Мають строк експлуатації до 50 років.

Фасонні частини: трійники, хрестовини, переходи, патрубки – служать для з'єднання окремих трубопроводів і встановлення на них арматури.

Арматура закритої мережі – це технологічне обладнання , для забезпечення водорозподілу, тиску , повітряного режиму (табл. Г.4.).

Запірно–регулююча арматура (засувки, затвори, регулятори тиску) має призначення закриття, перекриття прохідного перерізу трубопроводу, а також підтримання оптимального тиску перед входом у дощувальну машину. Встановлюється у місцях водорозподілу на поливних трубопроводах.

Запобіжна арматура (зворотні клапани, клапани запобіжні від підвищення тиску, клапани захисту від гідравлічного удару) – захищає трубопровід від руйнування при підвищенні тиску. Встановлюються зворотні клапани біля насосної станції, а клапани захисту – біля дощувальних машин, а також на розподільчих трубопроводах діаметром < 600 мм.

Аераційна арматура (клапан впуску повітря, вантуз) – має призначення автоматичного впуску та випуску повітря з трубопроводу. Клапан впуску повітря встановлюється біля насосної станції , а вантуз – в кінцях поливних трубопроводів та в підвищених місцях на перегінах.

Споруди на закритій зрошувальній мережі: колодязі, упори, гідранти підключення поливної техніки.

Колодязі виконуються з залізобетонних блоків-кілець діаметром 1000,1500, 2000 мм, і служать для розміщення в них арматури. Колодязі для скиду води з мережі влаштовуються в понижених місцях. В скидному колодязі улаштовується підключення трубопроводу діаметром 100 мм з засувкою. Такий трубопровід може виходити у “мокрий” колодязь “без дна” чи у скидний канал.

Гідранти-водовипуски використовуються для підключення дощувальних пристроїв до поливного трубопроводу. Для дощувальної машини “Фрегат” використовується *комплексний вузол підключення*.

Упори встановлюють у місцях зміни напрямку трубопроводу для запобігання розкриття стиків між трубами.

Приклад описування елементів зрошувальної системи

Проектується зрошувальна система комбінованого типу на 6-ти пільній сівозмінній ділянці під дощувальний агрегат ДДА-100 МА (рис. 4.1.)

Джерело зрошення - міжгосподарський розподільчий канал з позначкою мінімального рівня води $\nabla_{\min} \text{PB} = 4,00 \text{ м}$

Водозабірною спорудою є насосна станція з боковим забором води з каналу. Насосна станція стаціонарна, наземного типу, блочно-комплектна (БКНС). Згідно графіка поливів мінімальні витрати насосної станції $Q_{\min} = 130 \text{ л/с}$, а максимальні $Q_{\max} = 390 \text{ л/с}$. Підбір насосного обладнання виконується залежно від витрат води та розрахункового напору.

Зрошувальна мережа закритого типу. Вода по трубопроводах розподіляється між полями сівозміни. На поливних трубопроводах встановлюються гідранти для випуску води в тимчасові зрошувачі. Напір на гідранті 2 метри. Зрошувальна мережа під ДДА-100 МА відноситься до низьконапірних, тому доцільно застосовувати азбоцементні та залізобетонні труби.

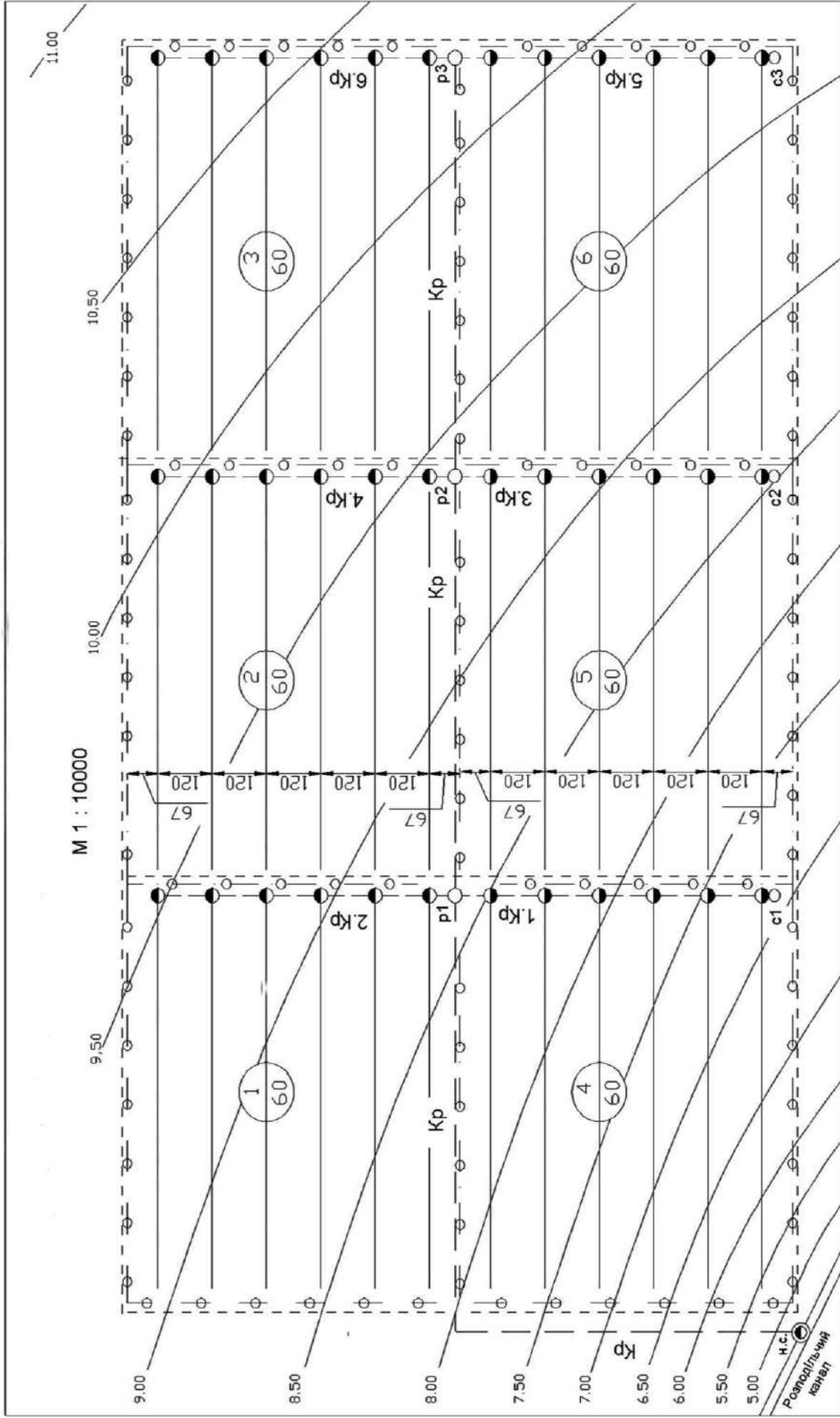


Рисунок 4.1. План зрошуваної ділянки під дощувальний агрегат ДДА – 100МА

Види споруд та арматура на зрошувальній мережі

Розподільчі колодязі, в яких влаштовуються засувки для регулювання витрат води в поливні трубопроводи.

Скидні колодязі для спорожнення трубопроводів та їх промивки. Усі колодязі збірні з залізобетонних блоків-кілець діаметром 100-200 см.

Гідранти для випуску води з поливного трубопроводу в тимчасовий зрошувач з гасником напору на відстані 120м один від одного.

Вантузи-клапани для автоматичного випуску та впуску повітря у трубопровід при його заповненні чи спорожненні.

Фасонні частини: (переходи, коліна, трійники, хрестовини, патрубки) установлюються на трубопроводах, для переходу з одного діаметра до іншого, поворотах, розгалуженнях та місцях встановлення арматури.

На зрошувальній ділянці уздовж полів улаштовуються дороги з шириною проїжджої частини 5,0 м та кюветами трикутного перерізу

Лісосмуги проектується уздовж полів та розподільчого трубопроводу. Насадження дерев у три ряди, з відстанню між рядами 2,5-3 м, а між деревами 0,7-1 м.

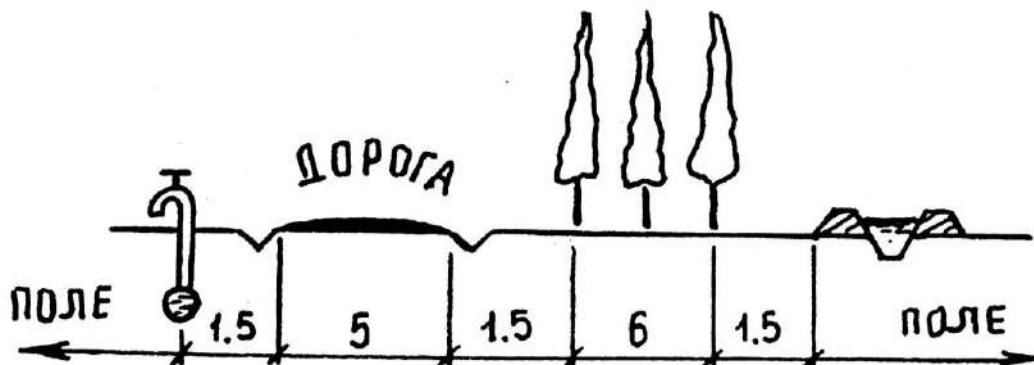


Рисунок 4.2. Типова схема організації території повздовж поля

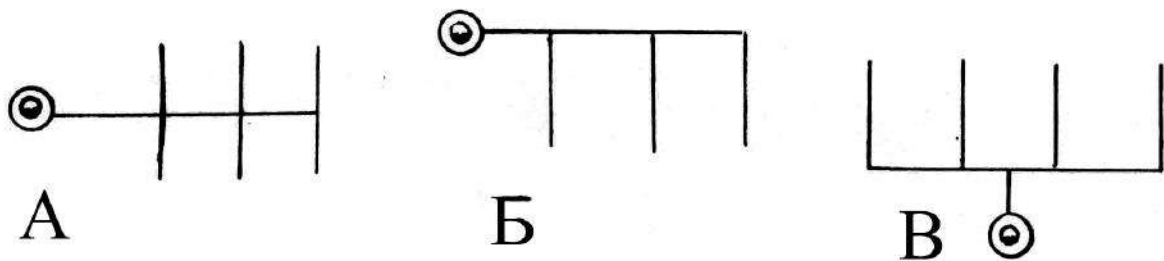
Проектуємо зрошувальну ділянку, з усіма елементами зрошувальної системи, на топографічному плані, у масштабі 1: 10000 (рис. 4.1). Усі елементи зрошувальної системи відображаються умовними позначками згідно таблиці Г.5.

Вихідні дані для проектування:

- організація землекористування на сівозміні,
- типова поливна ділянка (поле)

Послідовність проектування:

1. проектуються границі землекористування,
2. проектується зрошувальна мережа в межах поля, згідно запроєктованої типової поливної ділянки (поливні трубопроводи, споруди та арматура на них)
3. Проектується розподільчі трубопроводи на зрошуваній ділянці. Типи схем компонування показані на рисунку 4.3. Поливний трубопровід може обслуговувати не більше двох полів. Найбільш ефективною є компонування, що забезпечує двостороннє командування.



А – з двостороннім командуванням, Б – з одnobічним командуванням,

В – з комбінованим командуванням

Рисунок 4.3. Схеми розташування тупикової трубчастої зрошувальної мережі

4. Якщо відкрита зрошувальна мережа складається з каналів, то встановлюється командна позначка, з якої розгалужуються розподільчі канали за ухилом місцевості.

5. Місця улаштування гідротехнічних споруд та арматури помічаються умовними позначками.

6. Проектується польові дороги та лісосмуги.

4.2 Гідравлічні розрахунки

Метою гідравлічних розрахунків є встановлення :

- діаметрів трубопроводів згідно розрахункових витрат води ;
- втрат напору по довжині трубопроводу на подолання опорів по довжині та місцевих;
- повного напору в голові трубопроводу (напору насосної станції).

Послідовність виконання гідравлічних розрахунків:

1. Визначення розрахункової схеми зрошувальної мережі.
2. Встановлення розрахункових витрат води по ділянках мережі.
3. Розрахунки діаметрів трубопроводів та підбір труб.
4. Встановлення втрат напору по ділянках мережі.
5. Встановлення повного напору у голові трубопроводу.
6. Встановлення потужності насосної станції.

Розрахункові витрати води в голові розподільчого трубопроводу встановлюються згідно кількості одночасно працюючих дощувальних пристроїв на зрошуваній ділянці:

$$Q_{i\delta} = \frac{Q_{\dot{a}.i} \cdot n}{\eta}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4.1)$$

де $Q_{\dot{a}.i}$ - витрати дощувальної машини ,л/с;

n – кількість одночасно працюючих Д.М.;

η - ККД мережі (приймається для закритих мереж 0,95...0,98).

Розрахункові витрати поливного трубопроводу:

$$Q_{\delta} = \frac{Q_{\dot{a}.i}}{\eta}, \text{ м}^3/\text{с} , \quad (4.2)$$

Діаметр трубопроводу встановлюється за формулою:

$$d_{\delta} = 1,130 \sqrt{\frac{Q_{\delta}}{V}}, \text{ м} , \quad (4.3)$$

де Q_{δ} - розрахункові витрати води, м³/с;

V - оптимальна швидкість руху води у трубопроводі, м/с.;
приймається 1,0-1,5 м/с для азбестоцементних та залізобетонних труб, та 1,5-2,0 м/с для сталевих.

Підбирається найближчий стандартний діаметр трубопроводу, згідно її типу (табл. Г.1.- Г.3) і уточнюється швидкість руху води в ньому:

$$V = \frac{4Q_{\delta}}{\pi d^2} \cdot i / \tilde{n}, \quad (4.4)$$

де d - діаметр стандартного, підбраного трубопроводу, м;

Q_{δ} - розрахункові витрати води, м³/с.

Втрати напору на ділянці трубопроводу

$$h_l = \lambda \frac{V^2 l}{2gd} \cdot i, \quad (4.5)$$

де v - фактична швидкість руху води у трубопроводі, м/с;

l - довжина ділянки трубопроводу, м;

d - діаметр трубопроводу, м;

g - прискорення вільного падіння, $g = 9,81$ м/с²;

λ - коефіцієнт гідравлічного опору

$$\lambda = 0,02 \left(1 + \frac{1}{40d} \right) \quad (4.6)$$

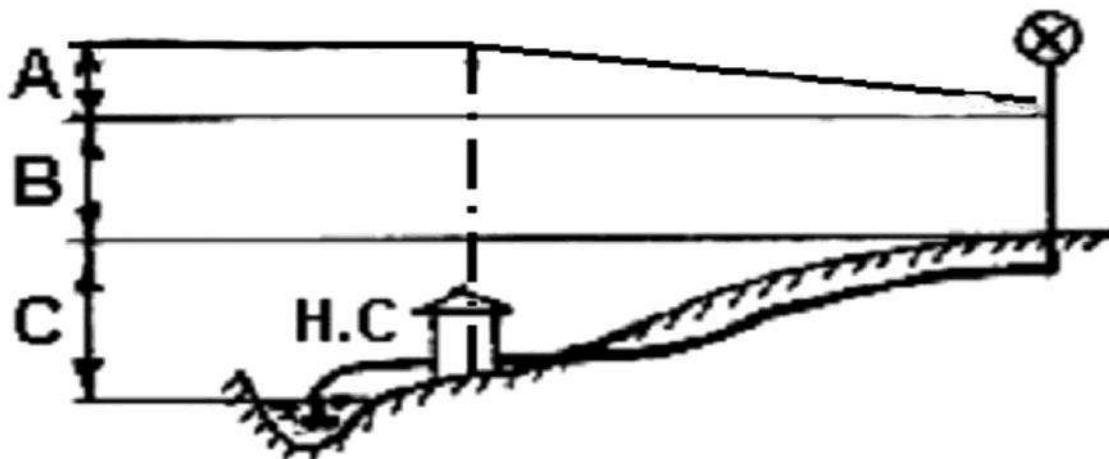


Рисунок 4.4. Схема до розрахунку повного напору НС

Повний напір насосної станції визначається за формулою:

$$H_{r\text{н}} = H_{\text{а}} + H_{\text{а}} + \sum h_l + \sum h_i, \text{ м}, \quad (4.7)$$

де H_r - геодезична висота підняття води, від мінімального рівня води в джерелі зрошення до самої високої позначки поверхні землі на системі, м;

$$H_{\text{а}} = \nabla \hat{C} - \nabla \hat{D} \hat{A}, \text{ м}, \quad (4.8)$$

де $\nabla \hat{C}$ - відмітка найвищої точки поверхні землі по розрахунковій трасі зрошувальної мережі, м;

$\nabla \hat{D} \hat{A}$ - позначка мінімального рівня води у джерелі, м

- для каналу, річки – мінімальна позначка рівня води.

- для водосховища – позначка рівня інертного об'єму.

H_b - вільний напір води на гідранті, встановлюється у відповідності зі штатним напором дощувальної техніки, м;

$\sum h_l$ - втрати напору по розрахунковій трасі трубопроводу, м;

$\sum h_i$ - втрати напору по розрахунковій трасі трубопроводу на подолання місцевих опадів, м.

Втрати напору по розрахунковій трасі трубопроводу

$$\sum h_l = h_{l1} + h_{l2} + h_{l3} + \dots + h_{li}, \quad (4.9)$$

Місцеві втрати напору по розрахунковій трасі встановлюються за формулою:

$$\sum h_i = (0,1 - 0,15) \sum h_{li}, \text{ м}, \quad (4.10)$$

Потужність насосної станції:

$$W = \frac{\gamma_{\text{а}} Q_{\text{н}} H_{\text{н}}}{102 \eta_i \eta_{\text{а.в.а.}}}, \text{ кВт}, \quad (4.11)$$

де $\gamma_{\text{а}}$ - щільність води, кг/м^3 , $\gamma_{\text{а}} = 1000 \text{ кг/м}^3$;

$Q_{\text{н}}$ - витрати насосної станції, $\text{м}^3/\text{с}$;

$H_{\text{н}}$ – повний напір насосної станції, м;

η_H – ККД насосного обладнання, $\eta_H = (0,6-0,7)$;

$\eta_{E.д}$ – ККД електродвигунів, $\eta_{E.д} = (0,7-0,8)$.

Приклад: Гідравлічний розрахунок зрошувальної мережі під дощувальний агрегат ДДА – 100 МА з вихідними даними:

- графік поливів ДДА – 100 МА (рис. 3. 4).
- план зрошувальної мережі (рис. 4.1).

Згідно графіка поливів кількість одночасно працюючих агрегатів становить 3 шт, максимальні витрати води - 390 л/с, мінімальні витрати води - 130 л/с. Згідно плану зрошувальної мережі складено розрахункову схему (рис. 4.5.) у послідовності:

1. Креслиться схема зрошувальної мережі.
2. Указується місце розташування одночасно працюючих дощувальних агрегатів за умов розташування їх: на самих віддалених від насосної станції позиціях поливу; з найвищими відмітками поверхні землі.
3. Встановлюється розрахункова траса. Розрахункова траса це траєкторія руху води від насосної станції до самої віддаленої позиції поливу. Якщо є дві однакові по довжині траєкторії, то за розрахункову приймаємо ту, у якої відмітка поверхні землі на позиції поливу вища.
4. Встановлюються та нумеруються вузли водорозподілу по розрахунковій трасі. Відрізки трубопроводу між вузлами водорозподілу води - є розрахункові відрізки.
5. На розрахункових відрізках позначаються їх довжину та розрахункові витрати води.

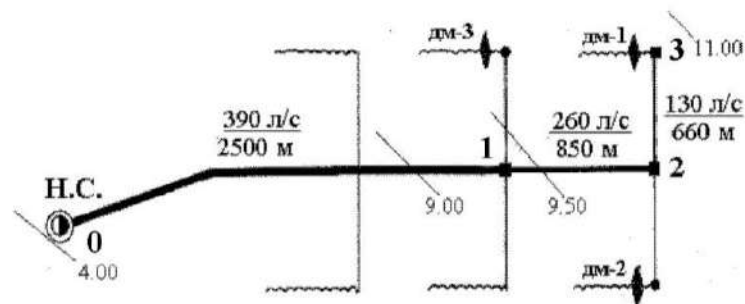


Рисунок 4.5. Розрахункова схема для гідравлічного розрахунку

Гідравлічні розрахунки виконані згідно формул 4.1.-4.11. і представлені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Гідравлічні розрахунки по трасі мережі (НС – 3 – 2 - 1)

Розрахункові відрізки	Q, м ³ /с	ККД	Q _p , м ³ /с	d _p , мм	Матеріал трубопроводу	d, мм	V, м/с	L, м	λ	h _l , м
2 – 1	0,13	0,96	0,135	339	Азбоцемент ВТ – 12	350	1,4	660	0,021	4,0
3 – 2	0,26	0,96	0,27	479	Азбоцемент ВТ – 12	500	1,38	850	0,021	3,5
НС – 3	0,39	0,96	0,41	590	Залізобетон ТН60 – II	600	1,45	2500	0,02	8,9

$$\sum h_l = 16,4 \text{ м}$$

Чисельний приклад для гідравлічного розрахунку відрізка 2 – 3:

$$Q_{2-3} = \frac{0,13}{0,96} = 0,135 \text{ м}^3 / \text{с}; \quad d_{2-3} = 1130 \sqrt{\frac{0,135}{1,5}} = 339 \text{ мм}.$$

Приймаємо азбоцементну трубу ВТ–12 діаметром 350 мм (табл. Г.2.).

$$V_{2-3} = \frac{4 \cdot 0,135}{3,14 \cdot 0,35^2} = 1,4 \text{ м} / \text{с}; \quad \lambda_{2-3} = 0,02 \left(1 + \frac{1}{40 \cdot 0,35} \right) = 0,021;$$

$$h_{2-3} = 0,021 \cdot \frac{1,4^2 \cdot 660}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,35} = 4,0 \text{ м};$$

Втрати напору по довжині розрахункової траси:

$$\sum h_l = 4,0 + 3,5 + 8,9 = 16,4 \text{ м}$$

Місцеві втрати напору по розрахунковій трасі:

$$\sum h_i = 0,1 \cdot 16,4 = 1,6 \text{ м}.$$

Вільний напір на гідранті для випуску води у тимчасовий зрошувач приймається не більше $H_a = 2 \text{ м}$.

$$\text{Геодезичний напір: } H_a = 10,80 - 4,00 = 6,8 \text{ м}.$$

$$\text{Повний напір насосної станції: } H_{\text{ін}} = 6,8 + 2 + 16,4 + 1,6 = 26,8 \text{ м}.$$

$$\text{Потужність насосної станції: } W = \frac{1000 \cdot 0,41 \cdot 26,8}{102 \cdot 0,7 \cdot 0,8} = 192 \text{ кВт}.$$

Таблиця 4.2 – Потреба труб для зрошувальної мережі.

Діаметр (d), мм	Матеріал труби	Довжина, м
350	Азбоцементні ВТ – 12	3960
500	Азбоцементні ВТ –12	850
600	Залізобетонні ТН60 – II	2500

4.3. Проектування зрошувальної мережі у вертикальній площині

Для будівництва та експлуатації зрошувальної мережі використовують креслення повздовжніх профілів трубопроводів. У цьому розділі розглядається порядок проектування повздовжнього профілю трубопроводу по розрахунковій трасі. Проектування ведеться на міліметровому папері з використанням масштабів:

- для повздовжнього профілю: горизонтальний - М 1:10000, вертикальний - М 1:100;
- для поперечних перерізів М 1: 50.

Порядок складання профілю розглядається на прикладі викладеному у розділі 4.1.

1. На плані зрошувальної системи (рис. 4.1.) встановлюємо розрахункову трасу, згідно гідравлічних розрахунків. Встановлюємо відстані окремих частин трубопроводу між спорудами. У прикладі розрахункова траса по трубопроводу Кр – 6-Кр. з відстанями між спорудами:

- насосна станція – поворот (770м),
- поворот – перший розподільчий колодязь (р.к.) (880м),
- перший р.к. – другий р.к. (850м),
- другий р.к. – третій р.к. (850м),
- з третього р.к бере початок трубопровід 6-Кр (660м), на якому запроектовано 6 гідрантів водовипусків (60м – 120м – 120м – 120м – 120м – 120м)

2. На листі міліметрового паперу викреслюється таблиця. Специфікація цієї таблиці називається – боковик, а частина таблиці в яку заносяться технічні параметри трубопроводу - сітка. Довжина сіткової частини повинна відповідати довжині трубопроводу який проектується (рис. 4.8.).

3. У графі "План траси" – викреслюється трубопровід зі спорудами у масштабі М1:10000. А у графі "Відстань" – відзначаються відстані між спорудами.

4. У графі "Гідравлічні елементи" – відзначаються розрахункові відрізки трубопроводу і гідравлічні елементи на них: витрати води, швидкість руху води, діаметр труби.

5. У графі "Позначка поверхні землі" – відзначаються позначки поверхні землі по кожній споруді. Викреслюється вертикальна шкала позначок у масштабі М1:100, з градацією у межах позначок поверхні землі на генплані. Викреслюється лінія поверхні землі по трасі трубопроводу - по координатах споруд.

6. У графі "Відмітка верху труби" – розраховуються відмітки верху трубопроводу за формулою:

$$\nabla \text{ верха труби} = \nabla \text{ поверхні землі} - (0,8-1,2)\text{м.}$$

Викреслюється лінія верху трубопроводу по координатах споруд.

7. У графі "Відмітка низу труби" – розраховуються відмітки низу трубопроводу за формулою:

$$\nabla \text{ низу труби} = \nabla \text{ верха труби} - D, \text{м.}$$

Викреслюється лінія низу труби.

8. Місця улаштування споруд та арматури помічаються умовними позначками, так як показано на рис. 4.8.

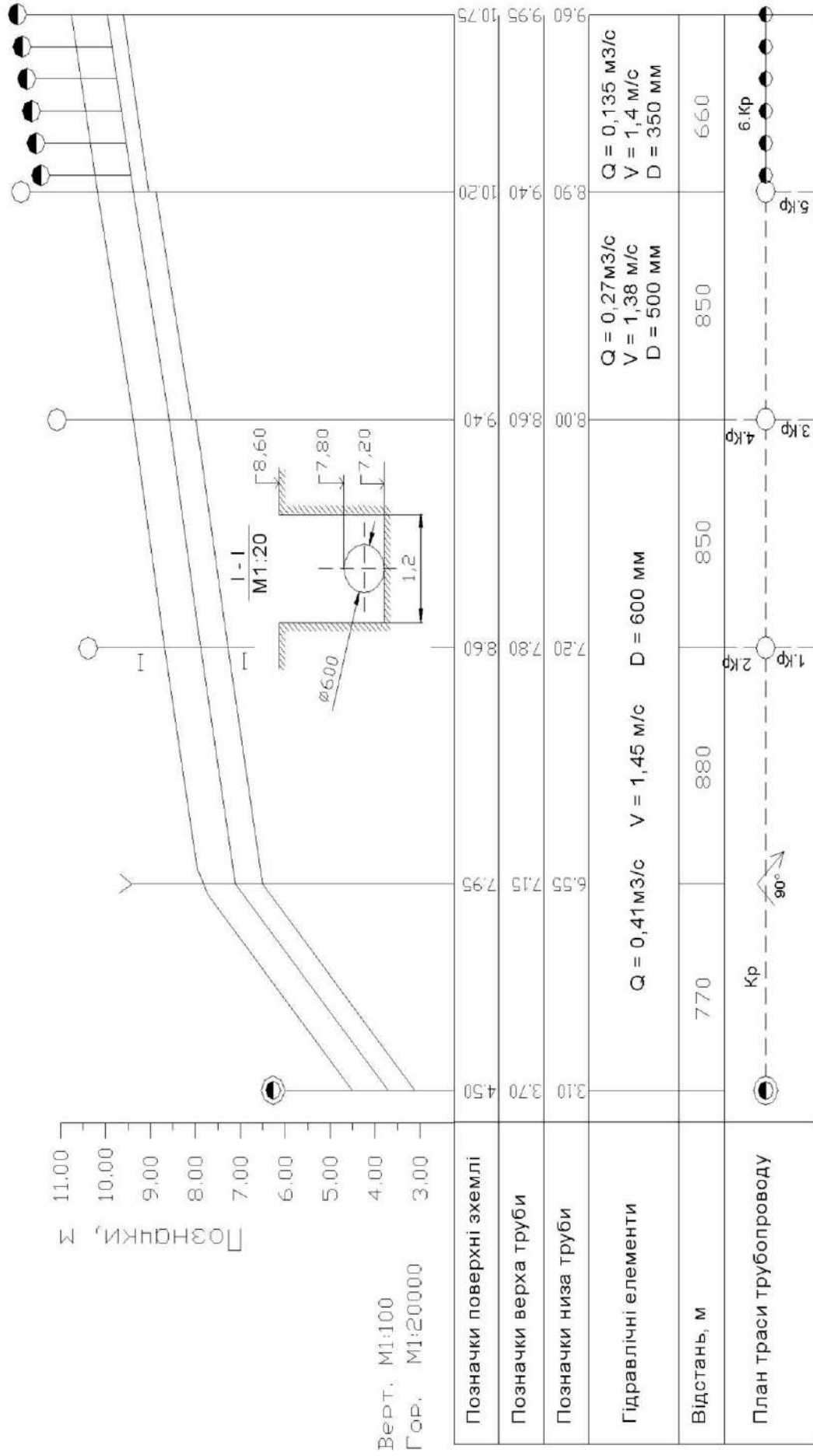
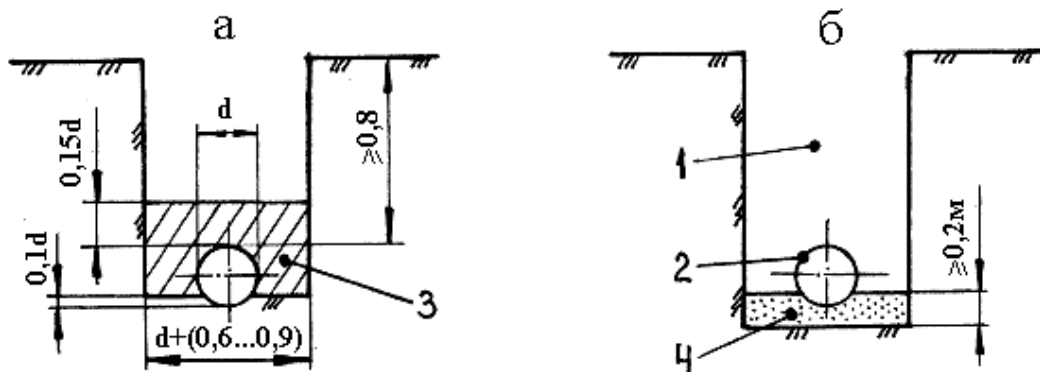


Рисунок 4.6. Поздовжній профіль трубопроводу Кр - 6.Кр

9. Складаються поперечні перерізи трубопроводу для характерних діаметрів труб згідно рис. 4.9.



1 – траншея, 2 – труба, 3 – трамбована засипка, 4 – піщана підготовка.

Рисунок 4.9. Схема укладання труб на ґрунтову основу (а); на піщану підготовку (б)

5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗРОШЕННЯ

Оцінити економічну ефективність від зрошення с.-г. культур можна за показниками: додатковий чистий прибуток, рівень рентабельності виробництва, капітальні вкладення в будівництво зрошувальної системи та термін їх відшкодування.

Сумарний додатковий чистий прибуток після впровадження меліорацій на зрошувальній ділянці визначається за формулою:

$$\sum_{i=1}^n \Delta x_i = \Delta x_{i_1} + \Delta x_{i_2} + \dots + \Delta x_{i_j}, \text{ де } \Delta x_i \text{ — додатковий чистий прибуток окремої культури, тис. грн.} \quad (5.1)$$

де Δx_{i_1} - додатковий чистий прибуток окремої культури, тис. грн.;

n - кількість культур на зрошувальній ділянці.

Додатковий чистий прибуток з посівної площі зайнятою культурою:

$$\Delta x_i = x_{i_2} - x_{i_1}, \text{ де } \Delta x_i \text{ — додатковий чистий прибуток, тис. грн.} \quad (5.2)$$

де x_{i_2} - чистий прибуток отриманий з посівної площі після меліорацій, тис. грн.;

x_{i_1} - чистий прибуток отриманий з посівної площі без меліорацій, тис. грн.

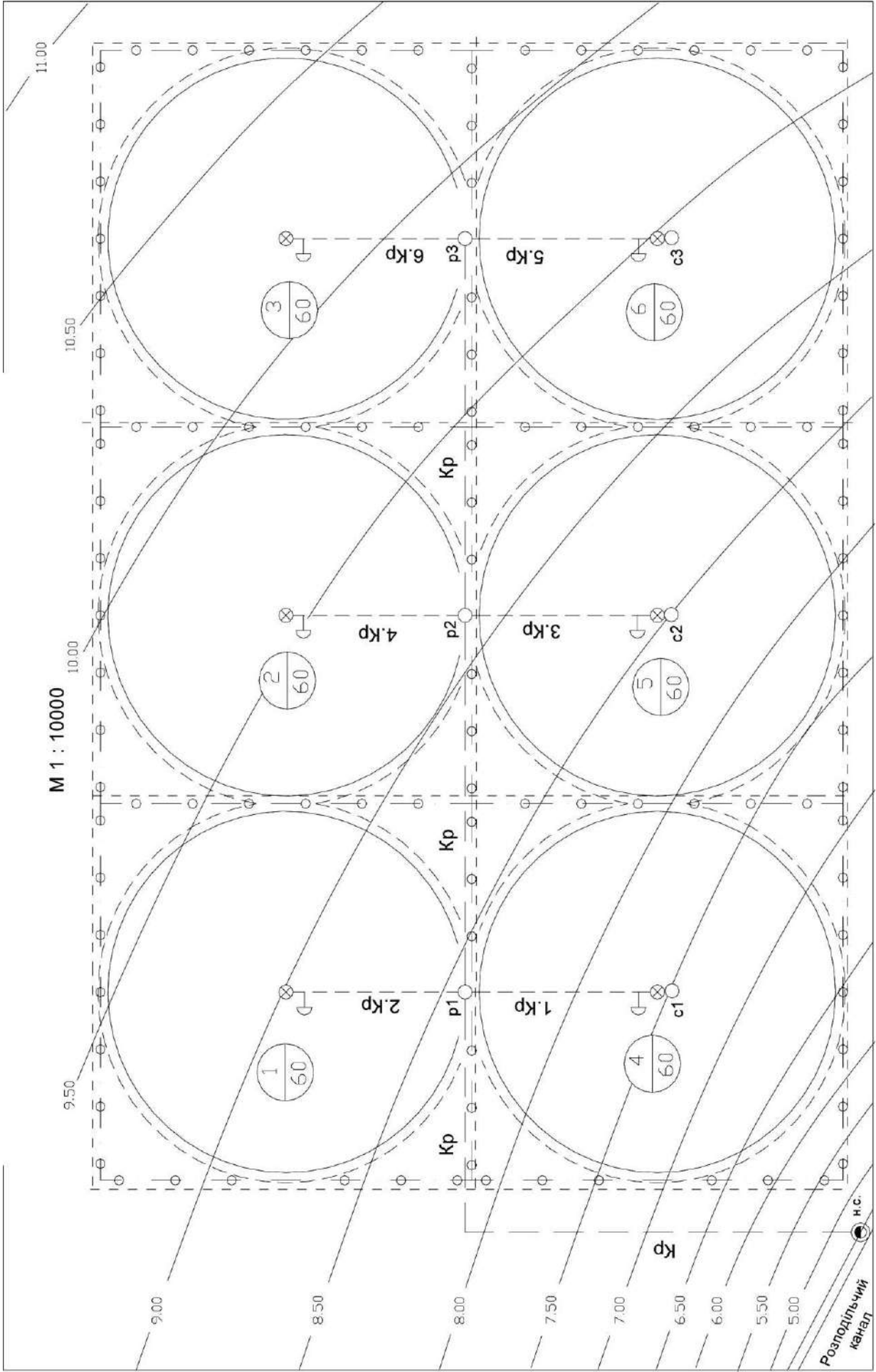


Рисунок 4.1. План зрошуваної ділянки під дощувальну машину "Фрегат"

$$x_{i1} = \hat{A} \hat{A} \hat{i}_1 - \hat{A}_1, \text{òèñãđí.}; \quad (5.3)$$

$$x_{i2} = \hat{A} \hat{A} \hat{i}_2 - \hat{A}_2, \text{òèñãđí.}, \quad (5.4)$$

де $\hat{A} \hat{A} \hat{i}_1$ ($\hat{A} \hat{A} \hat{i}_2$) - вартість валової продукції рослинництва, тис. грн.;

\hat{A}_1 (\hat{A}_2) - витрати на виробництво продукції рослинництва, тис. грн.

Витрати на виробництво продукції рослинництва на зрошенні складаються з сільськогосподарських витрат та меліоративних (табл. Д.1.). Слід мати на увазі що сільськогосподарські витрати на зрошенні більші, так як збільшуються витрати на норми висіву та дози добрив; на додатковий обробіток ґрунту та боротьбу з бур'янами; на збирання додаткової продукції. Меліоративні витрати складаються з витрат пов'язаних з експлуатацією міжгосподарської частини меліоративної системи.

$$\hat{A}_2 = \hat{A}_{\text{ñ.ã}} + \hat{A}_{\text{iaë.}}, \text{òèñãđí.} \quad (5.5)$$

де $\hat{A}_{\text{ñ.ã}}$ - сільськогосподарські витрати, тис. грн. ;

$\hat{A}_{\text{iaë.}}$ - меліоративні витрати, тис. грн.

Вартість валової продукції розраховується:

$$\hat{A} \hat{A} \hat{i}_1 = \hat{A} \hat{i}_1 \cdot \zeta \text{,òèñãđí.}; \quad (5.6)$$

$$\hat{A} \hat{A} \hat{i}_2 = \hat{A} \hat{i}_2 \cdot \zeta \text{,òèñãđí.} \quad (5.7)$$

де $\hat{A} \hat{i}_1$ ($\hat{A} \hat{i}_2$) - кількість валової продукції, т;

ζ - закупівельна ціна, грн. /т.

Кількість валової продукції

$$\hat{A} \hat{i}_1 = \acute{O}_1 \cdot F, \text{ò}; \hat{A} \hat{i}_2 = \acute{O}_2 \cdot F, \text{ò} \quad (5.8)$$

де \acute{O}_1 (\acute{O}_2) - урожайність с.-г. культури, т/га;

F - площа посіву, га.

До складу валової продукції слід включити: основну продукцію (зерно, овочі, коренеплоди, та іншу); суміжну продукцію (солону, гичку та ін.). Зелені корми та суміжну продукцію можна перерахувати в кормові

одиниці, згідно таблиці Д.3. Вартість кормової одиниці встановлюється по закупівельній вартості вівса.

Капітальні вкладення на будівництво зрошувальної системи встановлюється по укрупненим показникам згідно таблиці Д.2.

$$\hat{E}\hat{A} = \hat{E} \cdot F, \text{ òèñãðí.} \quad (5.9)$$

де \hat{E} - показник вартості сукупних вкладень, тис. грн./га;

F - посівна площа зрошувальної ділянки, га.

Термін відшкодувань капітальних витрат встановлюється за формулою:

$$\hat{O} = \frac{\hat{E}\hat{A}}{\hat{A}\hat{x}\hat{i}}, \text{ ðèñã} \quad (5.10)$$

Коефіцієнт ефективності капітальних вкладень розраховується і порівнюється з нормативним прийнятим у розмірі 0,12.

$$\hat{E}_{\text{àò.àè.}} = \frac{\hat{A}\hat{x}\hat{i}}{\hat{E}\hat{A}}, \quad \hat{E}_{\text{àò.àè.}} \geq 0,12 \quad (5.11)$$

Рівень рентабельності капітальних витрат вказує який річний прибуток на 1 гривню вкладень:

$$\hat{D}_{\text{è.à.}} = \frac{\hat{A}\hat{x}\hat{i}}{\hat{E}\hat{A}} \cdot 100, \quad \% \quad (5.12)$$

Економічні показники виробництва продукції окремої культури складаються з собівартості та рентабельності виробництва:

$$\hat{N} = \frac{\hat{A}}{\hat{A}\hat{i}}, \text{ ãðí / ö ;} \quad (5.13)$$

$$\hat{D}_i = \frac{\hat{x}\hat{i}}{\hat{A}} \cdot 100, \quad \% \quad (5.14)$$

Загальна рентабельність виробництва продукції на зрошуваній ділянці розраховується за формулою:

$$P = \frac{\sum P_i}{n} \quad (5.14)$$

де n - кількість культур у сівозміні.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Колпаков В.В., Сухарев І.С. Сельскохозяйственная мелиорация. Учебник. - М.: Агропромиздат, 1986.
2. Ушкаренко В.О. Зрошуване землеробство. Підручник. – К.: Урожай, 1994. – 328 с.
3. Мелиорация на Украине. Ред. Гаркуша Н.А. – К.: Урожай, 1985. – 375 с.
4. Агроклиматический справочник по Херсонской области. Ленинград: Гидрометиздат, 1978. – 90 с.
5. Справочник по мелиорации. Маслов Б.С. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 336 с.
6. Механизация полива. Ред. Штепа Б.Г. Справочник. – М.:Агропомиздат, 1990. –336 с.
7. Строительные нормы и правила СНиП 2.06.03-85. «Мелиоративные системы и сооружения». – М.: Стройиздат, 1985.
8. Багров М.Н. Кружилин І.П. Сельскохозяйственная мелиорация. Учебник. - М.: Агропромиздат, 1985.
9. Гончаров С.М., Коробченко С.М. и др. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации. Учебник. - Львов: Вища школа, 1988. – 348 с.
10. В.Г. Штепа и др. Справочник по механизации полива. - М.: Агропромиздат, 1990. –336с.
11. Ефективне використання зрошуваних земель Херсонської області: Монографія. – Херсон: Стар, 2010. - 127 с.

Додаток А

Вихідні дані до курсової роботи

Таблиця А.1 – Варіанти вихідних даних для курсової роботи
"Проектування зрошувальної системи"

№ варіанта	№ топографічного плану	№ сівозміни	Розрахункова культура у сівозміні	Площа поля, га	КЗВ	Дошувальна машина
1	1	1	1	30	0,90	ДФ-120 "Дніпро"
2	2	2	4	35	0,89	Фрегат
3	3	3	4	40	0,90	ДФ-120 "Дніпро"
4	4	4	5	45	0,91	Фрегат
5	5	5	3	50	0,92	ДФ-120 "Дніпро"
6	6	6	5	55	0,93	Фрегат
7	7	7	1	57	0,94	ДФ-120 "Дніпро"
8	8	8	6	30	0,95	Фрегат
9	1	9	2	35	0,90	ДФ-120 "Дніпро"
10	2	10	4	40	0,89	Фрегат
11	3	1	4	45	0,90	ДФ-120 "Дніпро"
12	4	2	1	50	0,91	Фрегат
13	5	3	5	55	0,92	ДФ-120 "Дніпро"
14	6	4	4	52	0,93	Фрегат
15	7	5	3	30	0,94	ДФ-120 "Дніпро"
16	8	6	5	35	0,95	Фрегат
17	1	7	1	40	0,90	ДФ-120 "Дніпро"
18	2	8	5	45	0,89	Фрегат
19	3	9	6	50	0,90	ДФ-120 "Дніпро"
20	4	10	5	55	0,91	Фрегат
21	5	1	5	54	0,92	ДФ-120 "Дніпро"
22	6	2	4	30	0,93	Фрегат
23	7	3	4	35	0,94	ДФ-120 "Дніпро"
24	8	4	5	40	0,95	Фрегат
25	1	5	4	45	0,90	ДФ-120 "Дніпро"
26	2	6	3	32	0,89	Фрегат
27	3	7	5	35	0,90	ДФ-120 "Дніпро"
28	4	8	1	43	0,91	Фрегат
29	5	9	6	45	0,92	ДФ-120 "Дніпро"
30	6	10	4	38	0,93	Фрегат

Увага! Варіант індивідуального завдання вибрати за номером прізвища студента зі списку групи в журналі з дисципліни "Сільськогосподарські меліорації"

Таблиця А.2 - Варіанти вихідних даних по сівозмінах

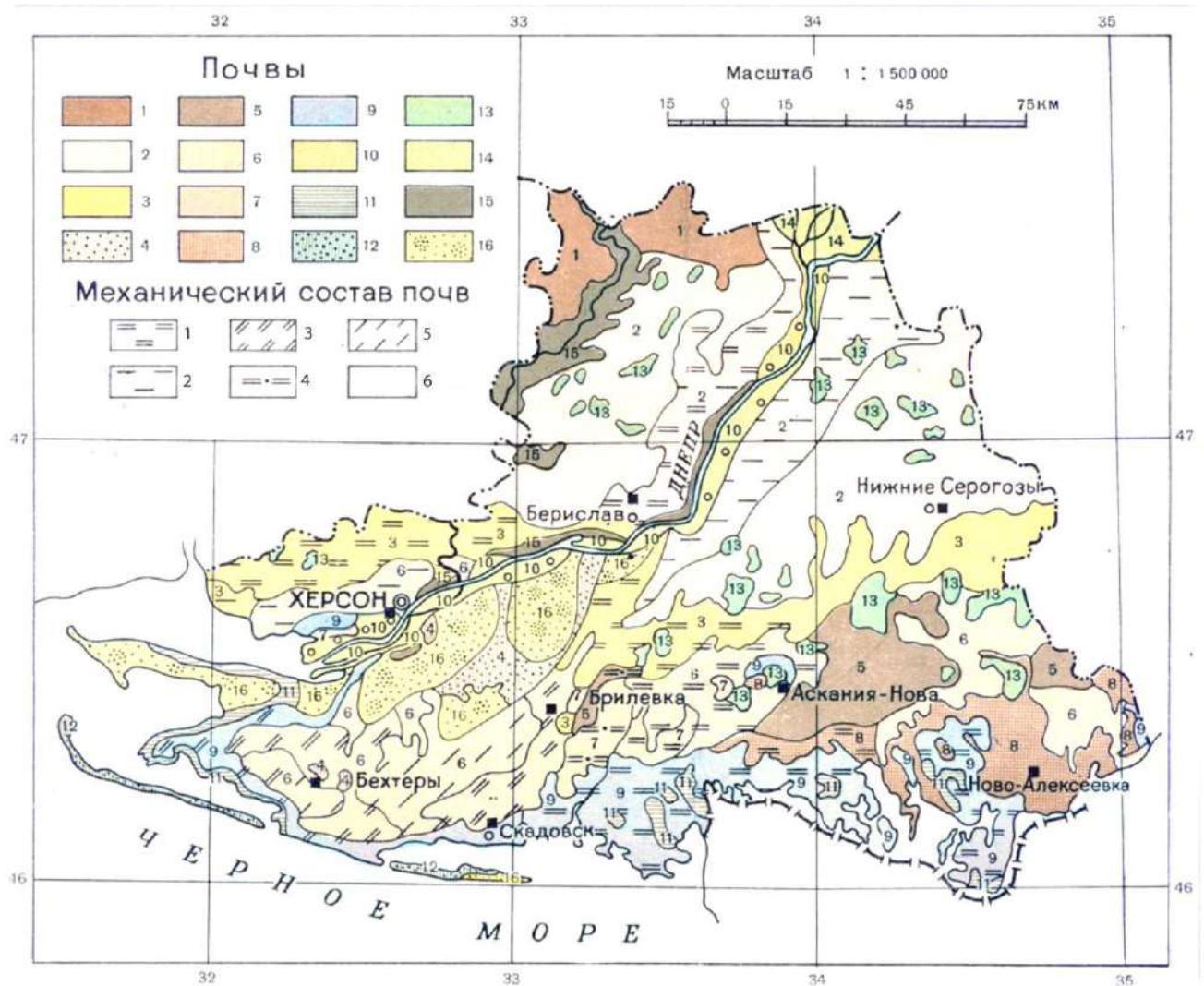
№	Сівозміна	№	Сівозміна
1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Люцерна 2. Люцерна 3. Озима пшениця + вівсяно-горох. суміш 4. Кукурудза на зерно 5. Кормовий буряк 6. Ярий ячмінь + люцерна 1 року. 	6	<ol style="list-style-type: none"> 1. Люцерна 2. Люцерна 3. Кукурудза на зерно 4. Яра пшениця + кукурудза пожнивно 5. Томати 6. Яра пшениця + люцерна 1 року.
2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Люцерна 2. Люцерна 3. Озима пшениця + кукурудза пожнивно 4. Томати посівні 5. Кукурудза на зерно 6. Ячмінь ярий + люцерна 1 року. 	7	<ol style="list-style-type: none"> 1. Люцерна 2. Люцерна 3. Томати посівні 4. Кукурудза на зерно 5. Ярий ячмінь + кукурудза пожнивно 6. Яра пшениця + люцерна 1 року.
3	<ol style="list-style-type: none"> 1. Люцерна 2. Люцерна 3. Озима пшениця + кукурудза пожнивно 4. Кукурудза на зерно 5. Томати посівні 6. Ячмінь ярий + люцерна 1 року 	8	<ol style="list-style-type: none"> 1. Люцерна 2. Люцерна 3. Озима пшениця + травосуміш 4. Кукурудза на зерно 5. Ярий ячмінь 6. Озима пшениця + люцерна 1 року.
4	<ol style="list-style-type: none"> 1. Люцерна 2. Люцерна 3. Озима пшениця + кукурудза пожнивно 4. Яровий ячмінь + кукурудза пожнивно 5. Кукурудза на зерно 6. Овес + люцерна 1 року 	9	<ol style="list-style-type: none"> 1. Люцерна 2. Люцерна 3. Кукурудза на зерно 4. Томати посівні 5. Яра пшениця + кукурудза пожнивно 6. Ячмінь ярий + люцерна 1 року.
5	<ol style="list-style-type: none"> 1. Люцерна 2. Люцерна 3. Кукурудза на зерно 4. Горох + кукурудза пожнивно 5. Цукровий буряк 6. Ячмінь ярий + люцерна 1 року 	10	<ol style="list-style-type: none"> 1. Люцерна 2. Люцерна 3. Озима пшениця + кукурудза пожнивно 4. Кукурудза на зерно 5. Кормовий буряк 6. Ячмінь ярий + люцерна 1 року.

Таблиця А.3 - Кліматичні показники по районах Херсонської області

№ району на карті	Адміністративні райони	Тривалість періоду (дні)				Сума температур повітря вище 10°C	Середня температура повітря за липень, °C	Абсолютний річний максимум температури повітря, °C	Середній з абсолютних річних мінімумів температури повітря, °C	Абсолютний мінімум температури повітря, °C	Сума опадів, мм	
		3 температурою повітря вище									За рік	За період з температурою вище 10°C
		Безморозного	0°	5°	10°							
8	Білозерський	195	275	230	185	140	3350	27	39	-20	380	215
10	Бериславський	175	270	225	180	135	3270	28	39	-22	380	215
5	Велико-Олександрівський	175	260	215	175	135	3230	28	38	-22	380	220
3	Велико-Лепетиський	175	260	215	175	135	3240	28	39	-22	420	220
9	Верхньо-Рогачицький	175	260	215	175	135	3230	28	39	-22	430	220
11	Високіпільський	180	260	215	175	135	3200	28	38	-22	390	220
22	Геничеський	200	275	230	185	140	3400	28	38	-21	340	210
7	Голопристанський	195	285	230	185	135	3370	27	38	-20	340	200
4	Горностаївський	175	265	220	175	135	3260	28	39	-22	390	220
6	Іванівський	175	270	220	180	135	3280	28	38	-22	380	220
14	Каланчацький	200	280	230	185	140	3480	27	38	-20	340	200
20	Калінінський	180	270	225	180	135	3270	28	38	-22	380	215
12	Каховський	175	270	220	180	135	3280	28	39	-22	380	215
16	Нижньо-Сірогозький	175	265	220	180	135	3260	28	39	-22	420	220
1	Ново-Воронцовський	175	260	215	175	135	3200	28	39	-22	380	220
13	Ново-Маячківський	180	275	225	180	140	3350	28	39	-21	360	215
18	Новотроїцький	185	270	225	180	135	3310	28	38	-22	360	220
2	Сивашський	185	270	225	180	135	3350	28	38	-21	360	215
15	Скадовський	200	285	230	185	135	3400	27	38	-19	330	200
17	Херсонський	180	275	230	185	140	3350	27	39	-21	360	215
21	Цюрупинський	185	280	230	185	140	3390	28	40	-21	360	210
19	Чаплинський	185	275	230	180	135	3400	27	38	-21	360	220

Додаток Б

Режим зрошення сільськогосподарських культур



Генетичний тип ґрунту

1 - Чорноземи перехідні до звичайних. 2 - Чорноземи південні мало гумусні. 3 - Чорноземи південні солонцюваті. 4 - Чорноземи звичайні на пісках. 5 - Темно-каштанові слабо солонцюваті. 6 - Темно-каштанові слабо солонцюваті. 7 - Темно-каштанові слабо солонцюваті. 8 - Каштанові солонцюваті. 9 - Каштанові солонцюваті. 10 - Чорноземи лугові. 11 – Лугові солончаки. 12 – Хлоридно-сульфатні солончаки. 13 – Глеє-солоді. 14 – Торф'яно-глеєві. 15 – Змиті ґрунти. 16 – Піски (дюни та бархани).

Гранулометричний склад ґрунту

1 – Середньосуглинкові. 2 – Легкосуглинкові. 3 – Піщанисто-легкосуглинкові. 4 – Піщанисто-важкосуглинкові. 5 – Супіщані. 6 – Важкосуглинкові.

Рисунок Б.1 - Ґрунтова карта Херсонської області

Таблиця Б.1 - Показники водно-фізичних властивостей ґрунтів
Південної степової зони України (для метрового шару)

Тип ґрунту	Щільність ґрунту, г/см ³	Вологоємність ґрунту, % від маси сухого ґрунту		Нижній поріг оптимальної вологості, % від НВ
		НВ	ВЗ	
- Чорноземи перехідні до звичайних важкосуглинкові	1,35	25	14	80
- Чорноземи південні малогумусні середньосуглинкові	1,30	24	11	70
- Чорноземи південні солонцюваті середньосуглинкові	1,40	24,5	12	75
- Чорноземи південні солонцюваті важкосуглинкові	1,45	24	15	80
- Темно-каштанові слабко-солонцюваті середньосуглинкові	1,35	24	12,5	75
- Темно-каштанові слабко-солонцюваті важкосуглинкові	1,35	24	14,5	80
- Каштанові солонцюваті важкосуглинкові	1,40	24,5	15	80
- Темно-каштанові слабко-солонцюваті піщанисто-суглинкові	1,38	21	9	70
- Темно-каштанові слабко-солонцюваті супіщані	1,38	19	8	70
- Чорноземи звичайні на пісках	1,40	18	6	65
- Чорноземи лугові середньосуглинкові	1,25	26,5	13,5	75
- Чорноземи лугові важкосуглинкові	1,25	27	15,5	80

Таблиця Б.2 – Оптимальна вологість ґрунту перед поливом,
% від НВ

Культура	Для незасолених ґрунтів			Для засолених ґрунтів		
	піщанисті	легкі та сер.-сугл.	важкі суглинки	піщанисті	легкі та сер.-сугл.	важкі суглинки
Багаторічні трави	65	70	75	70	75	80
Ранні зернові	60	65	70	65	70	75
Кукурудза	60	65	70	70	75	80
Коренеплоди	65	70	75	70	75	80
Картопля	65	70	75	70	75	80
Овочеві	65	70	75	70	75	80
Соя	60	65	70	70	75	80

Таблиця Б.3 - Критичні періоди розвитку с.-г. культур

С.-г. культура	Критичні періоди
Озимі та ярові колосові	Вихід у трубку - налив зерна
Кукурудза	За 10 днів до викидання султана – через 20 днів після цвітіння
Сорго, просо	Викидання султана - налив зерна
Соя	Бутонізація, цвітіння - налив зерна
Соняшник	Утворення корзинок - налив насіння
Буряки кормові чи цукрові	Період інтенсивного росту листів і коренеплодів
Картопля	Бутонізація – масове утворення бульби
Томати	Зав'язування і ріст плодів
Капуста	Наростання розетки, дозрівання качана
Огірки	Плодоношення
Морква	Посів - сходи, початкові фази розвитку
Люцерна	Цвітіння - поява зав'язі
Горох	Поява бобів

Таблиця Б.4 – Глибина активного шару ґрунту, м
(для розрахунків поливної норми)

С.-г. культура	До початку критичного періоду розвитку	З критичного періоду розвитку і після
Озима пшениця	0,4 – 0,5	0,7
Ярові зернові	0,3 – 0,4	0,7
Кукурудза, сорго, просо, соя	0,3 – 0,4	0,7
Горох	0,2 – 0,3	0,6
Соняшник	0,3 – 0,4	0,7
Буряки кормові та цукрові	0,3 – 0,4	0,7
Люцерна 2 року	0,7	0,7
Томати	0,3 – 0,4	0,5
Капуста	0,3 – 0,4	0,5
Огірки	0,3 – 0,4	0,5
Морква, цибуля	0,2 – 0,3	0,4

Примітка: перша цифра для піщанистих ґрунтів,
друга цифра для суглинкових ґрунтів

Таблиця Б.5 – Середні дати початку фаз розвитку окремих с.-г. культур (для південної Степової зони України)

Культура	Дати			
	сівба	сходи	Критичний період	дозрівання
Озима пшениця *	-	24.03	26.04	26.06
Ранні ярові (пшениця, ячмінь, овес)	26.03	8.04	15.05	4.07
Соняшник	2.04	25.04	12.06	8.08
Горох	1.04	16.04	28.05	28.06
Буряк	1.04	16.04	22.05	31.08
Кукурудза	23.04	12.05	25.06	25.08
Соя	28.04	12.05	24.06	27.08
Люцерна 2-го року *	-	22.03	16.03	15.10
Капуста рання (розсада)	-	21.04	25.05	6.07
Капуста пізня (безрозсадна)	10.05	25.05	25.06	15.01
Картопля рання	15.04	13.05	15.06	25.07
Томати	10.04	21.05	12.06	31.08
Огірки	8.05	21.05	22.06	31.08
<i>Поукісні культури</i>				
Кукурудза з/к, соя	25.07	3.08	26.08	15.09
Гречка	22.07	1.08	24.08	15.09
Травосумішки	10.08	20.08	8.09	15.09
Картопля пізня	12.07	25.07	26.08	7.10

Примітка: для культур позначених * - поновлення вегетації замість сходів

Таблиця Б.6. – Поправочний коефіцієнт на урахування впливу ґрунтових вод на сумарне водоспоживання рослин (γ)

Глибина ґрунтових вод, м	Середня глибина активного шару ґрунту, м			
	легкі ґрунти		важкі ґрунти	
	до 0,6	більш 0,6	до 0,6	більш 0,6
1,0	0,5	0,3	0,6	0,4
1,5	0,8	0,5	0,7	0,6
2,0	0,95	0,8	0,85	0,7
2,5	-	0,95	0,95	0,8
3,0	-	-	-	0,9

Таблиця Б.7. – Біологічні коефіцієнти (K_6) сільськогосподарських культур

С.-г. культури	Десятиденки від сходів																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Кукурудза	0,24	0,28	0,32	0,37	0,43	0,46	0,43	0,37	0,28	0,24	0,19	0,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Цукровий буряк	0,24	0,29	0,31	0,34	0,36	0,38	0,40	0,43	0,45	0,43	0,41	0,39	0,36	0,33	0,31	-	-	-	-	-	-
Томати	0,28	0,35	0,46	0,52	0,51	0,45	0,39	0,37	0,35	0,34	0,33	0,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Люцерна минулих років	0,50	0,51	0,49	0,42	0,42	0,46	0,51	0,46	0,46	0,51	0,46	0,46	0,51	0,46	0,43	0,42	0,44	0,42	0,42	0,43	0,42
Озима пшениця (з весни)	0,50	0,51	0,52	0,51	0,48	0,43	0,39	0,29	0,22	0,20	0,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Яр. пшениця, ячмінь	0,28	0,33	0,38	0,44	0,46	0,42	0,35	0,27	0,27	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Картопля	0,26	0,37	0,42	0,46	0,45	0,40	0,34	0,28	0,25	0,25	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Горох	0,28	0,29	0,33	0,37	0,39	0,44	0,39	0,38	0,36	0,31	0,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Овес	0,25	0,27	0,35	0,45	0,51	0,52	0,52	0,50	0,42	0,36	0,31	0,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Рапс озимий, повесні	0,40	0,44	0,47	0,49	0,49	0,49	0,43	0,40	0,36	0,27	0,24	0,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Кукурудза поживна	0,24	0,29	0,33	0,38	0,42	0,46	0,49	0,43	0,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Пасовиська	0,40	0,42	0,43	0,45	0,48	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,47	0,43	0,48	0,32	-	-	-	-	-	-

Таблиця Б.8. – Режим зрошення с.-г. культур для південної Степової зони України

(середня дата поливу / поливна норма, м³/га;)

Культура	Номер поливу									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Озима пшениця	<u>5.09</u> 600	<u>5.05</u> 500	<u>20.05</u> 500	<u>6.06</u> 500	—	—	—	—	—	—
Яр. ячмінь, яр. пшениця	---	<u>18.05</u> 300	<u>29.05</u> 400	<u>9.06</u> 400	—	—	—	—	—	—
Люцерна 1-го року (пожнивнo)	<u>15.07</u> 500	<u>03.08</u> 500	<u>13.08</u> 500	<u>29.08</u> 500	<u>10.09</u> 500	—	—	—	—	—
Люцерна 2-го та 3-го року життя	—	<u>15.04</u> 600	<u>18.05</u> 500	<u>19.06</u> 500	<u>30.06</u> 500	<u>12.07</u> 500	<u>23.07</u> 500	<u>6.08</u> 500	<u>22.08</u> 500	<u>6.09</u> 500
Кукурудза на зерно	<u>15.04</u> 600	<u>19.06</u> 500	<u>11.07</u> 500	<u>22.07</u> 500	<u>3.08</u> 500	<u>13.08</u> 500	—	—	—	—
Соя	<u>15.04</u> 600	<u>10.06</u> 500	<u>28.06</u> 500	<u>11.07</u> 500	<u>21.07</u> 500	<u>29.07</u> 500	<u>7.08</u> 500	—	—	—
Цукровий та кормовий буряк	—	<u>15.05</u> 400	<u>18.06</u> 500	<u>03.07</u> 500	<u>16.06</u> 500	<u>27.07</u> 500	<u>09.08</u> 500	<u>20.08</u> 400	—	—
Томати посівні	—	<u>15.06</u> 300	<u>24.06</u> 300	<u>7.07</u> 400	<u>16.07</u> 400	<u>23.07</u> 400	<u>30.07</u> 400	<u>8.08</u> 400	<u>16.08</u> 400	<u>26.08</u> 400
Картопля весняної посадки	—	<u>25.04</u> 300	<u>28.05</u> 300	<u>12.06</u> 300	<u>22.06</u> 500	<u>1.07</u> 400	<u>7.07</u> 400	<u>13.07</u> 400	—	—
Картопля літньої посадки	<u>25.06</u> 500	<u>8.07</u> 300	<u>19.07</u> 300	<u>29.07</u> 300	<u>9.08</u> 300	<u>18.08</u> 500	<u>26.08</u> 500	<u>8.09</u> 500	<u>20.09</u> 500	—
Кукурудза на з.к. (пожнивнo)	<u>15.07</u> 500	<u>25.07</u> 300	<u>9.08</u> 300	<u>20.08</u> 500	<u>30.08</u> 500	<u>10.09</u> 500	—	—	—	—
Травосуміш (пожнивнo)	<u>26.07</u> 500	<u>19.08</u> 300	<u>4.09</u> 500	<u>20.09</u> 500	—	—	—	—	—	—
Огірки середні та пізні	—	<u>21.05</u> 300	<u>24.06</u> 300	<u>01.07</u> 300	<u>10.07</u> 300	<u>17.07</u> 300	<u>25.07</u> 300	<u>05.08</u> 300	<u>17.08</u> 300	—
Капуста середня та пізня	<u>5.05</u> 300	<u>26.05</u> 300	<u>12.06</u> 300	<u>25.06</u> 300	<u>03.07</u> 300	<u>16.07</u> 300	<u>23.07</u> 300	<u>29.07</u> 300	<u>11.08</u> 300	<u>26.08</u> 300

Таблиця Б.9. - Сумарне водоспоживання зрошуваних с.-г. культур у роки (5-95)% забезпеченості опадами, м³/га. (ІЗПР УААН)

Культура	Степова зона			Лісостеп
	Південна	Центральна	Північна	
Озима пшениця.	3000-4500	2800-4000	2600-3700	2500-3400
Кукурудза на зерно	4200-5700	3700-5400	3600-5400	3200-4300
Ярий ячмінь з підсівом люцерни	2200-3100	2000-3100	2200-2900	2100-2500
Люцерна після збирання ячменя на зерно.	2700-3800	2700-3400	2500-3400	1700-2600
Люцерна 2-го, 3-го року.	5700-7800	5200-7500	5300-7300	4500-5700
Цукровий та кормовий буряк.	4700-7200	4600-6800	4300-6000	3700-4800
Картопля весняної посадки	2700-3800	2500-3600	2900-3400	2800-3600
Томати	4600-6900	4400-6700	4400-6300	3500-4900
Пожнивні культури	2200-3700	2000-3300	2000-3210	1500-2400

Таблиця Б.10. – Зрошувальні норми сільськогосподарських культур у роки (75-95)% забезпеченості, м³/га. (ІГІМ УААН).

Культура	Степова зона		Лісостеп
	Південна	Північна	
Озима пшениця.	1500-2000	1500-1900	1400-1600
Кукурудза на зерно.	2400-2900	2200-2500	1500-2000
Соя.	2800-3000	2300-2700	1800-2100
Томати розсадні	3000-3500	2700-3200	2300-2800
Картопля рання.	1600-1900	1300-1600	1100-1000
Кормові буряки	3500-4000	2900-3500	2500-3000
Кукурудза на силос.	2700-3000	2300-2600	1800-2100
Багаторічні трави.	4100-4600	3600-4100	3000-3600
Однорічні трави.	1400-1900	1400-1500	1200-1400
Огірки.	3400-3900	2800-3300	2200-2000
Кукурудза поживно.	2200-2500	1800-2100	1300-1900

Додаток В Техніка поливу дощуванням

Таблиця В.1. - Параметри вбираючої спроможності ґрунту

Ґрунти за механічним складом	Швидкість вбирання в кінці першої години, м/год (K_1)	Коеф. зміни швидкості вбирання (α)
Легкі	0,1 - 0,08	0,3 - 0,4
Середні	0,07 - 0,05	0,5 - 0,6
Важкі	0,04 - 0,03	0,7 - 0,8

Таблиця В.2. - Технічна характеристика дощувальних машин "Фрегат"

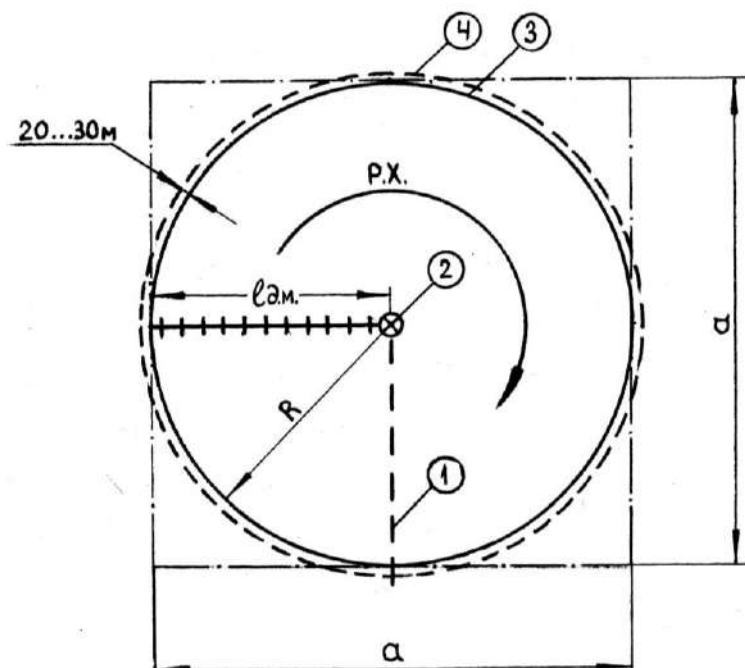
Марка модифікації	Кількість візків	Довжина, м	Витрати, л/с	Сер. інтенсивність дощу, мм/хвл	Тиск, Мпа	Добовий коеф. використання	Площа захвату дощем, га
Вісокнапірні модифікації							
ДМУ-А 283-45	10	283	45	0,25	0,65	0,85	29,8
ДМУ-А 308-55	11	307,8	55	0,27	0,69	0,85	34,8
ДМУ-А 337-45	12	337,4	45	0,21	0,69	0,85	41,3
ДМУ-А 337-65	12	337,4	65	0,29	0,7	0,85	41,3
ДМУ-Б 379-75	13	379,2	75	0,29	0,7	0,85	51,3
ДМУ-Б 409-80	14	408,8	80	0,29	0,7	0,85	59,1
ДМУ-Б 434-90	15	433,6	90	0,31	0,7	0,85	66,1
ДМУ-Б 463-90	16	463,2	90	0,29	0,7	0,85	74,9
ДМУ-Б 488-65	17	487,9	65	0,21	0,7	0,85	82,6
ДМУ-Б 488-90	17	487,9	90	0,27	0,7	0,85	82,6
ДМУ-Б 518-90	18	517,6	90	0,26	0,7	0,85	92,5
ДМУ-Б 542-90	19	542,3	90	0,23	0,7	0,85	102,2
ДМУ-Б 372-90	20	571,9	90	0,24	0,7	0,85	111,3
Низьконапірні модифікації							
ДМУ-Анм 199-20-0	7	199	20	0,43	0,29	0,85	14,4
ДМУ-Анм 229-25-0	8	228,7	25	0,44	0,3	0,85	18,7
ДМУ-Анм 253-30-0	9	253,4	30	0,45	0,3	0,85	22,6
ДМУ-Анм 283-30-01	10	283	30	0,43	0,32	0,85	27,9
ДМУ-Анм 308-30-01	11	307,8	30	0,46	0,32	0,85	32,7
ДМУ-Анм 337-30-01	12	337,4	30	0,43	0,32	0,85	39
ДМУ-Бнм 379-40-01	13	379,2	40	0,43	0,32	0,85	48,8
ДМУ-Бнм 409-45-01	14	408,8	45	0,43	0,34	0,85	56,4
ДМУ-Бнм 434-63	15	433,6	63	0,52	0,41	0,85	64,7
ДМУ-Бнм 463-72	16	463,2	72	0,55	0,41	0,85	73,3

Таблиця В.3. - Технічні характеристики дощувальних машин та агрегатів

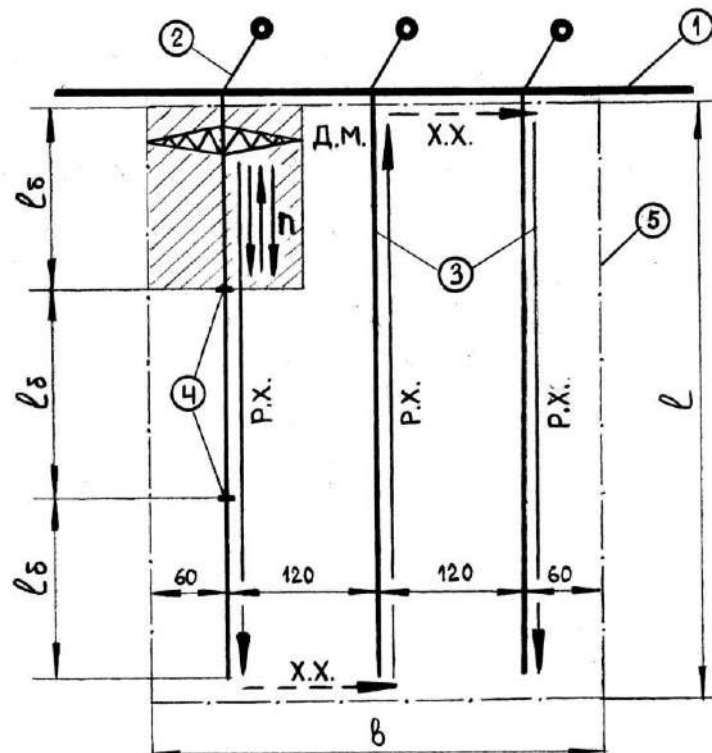
Марка	Принцип дії	Витрати води, л/с	Середня інтенсивність дощу, мм/хвл	Напір на гідранти, підключення, м	Довжина машини (ширина захвату), м	Радіус дії дощувального апарату, м	Відстань між позиціями (гідрантами), м	Відстань між зрошувачами (каналами, трубопроводами), м	Висота трубопроводу над поверхнею землі, м	Швидкість руху, м/хвл
ДДА-100 МА	в русі	130	залежить від б'єфу	—	120	—	—	120	2	10
ДДА-80/120	в русі	80	залежить від б'єфу	—	120	—	—	120	3,8	10
ДФД-80	в русі	80	залежить від б'єфу	—	120	—	—	120	4,0	10
ДДН-100	на позиції	100	0,4	—	—	85	145	120	4,0	—
ДДН-70	на позиції	65	0,4	—	—	70	110	100	4,0	—
"Кубань"	в русі	200	1,1	37	800	—	—	800	3	0,12-1,8
"Таврія"	в русі	200	1,1	37	800	—	16	800	3	0,18-1,8
"Волжанка"	на позиції	64	0,27	40	800	30	18	800	1,1	—
"Ока"	на позиції	100	0,21	50	800	30	36	800	1,1	—
"Дніпро"										
ДФ-120	на позиції	120	0,29	45	460	30	54	920	2,5	17
ДФ-120-01	на позиції	113	0,29	45	433	30	54	866	2,5	16
ДФ-120-02	на позиції	106	0,29	45	406	30	54	812	2,5	15
ДФ-120-03	на позиції	99	0,29	45	379	30	54	758	2,5	14
ДФ-120-04	на позиції	92	0,29	45	352	30	54	704	2,5	13
ДФ-52	на позиції	52	0,29	45	406	30	54	812	2,5	15
										Кількість візків

Таблиця В.4. - Технологічні показники дощувальної техніки

Марка дощувальної техніки	Коефіцієнт змінного використання часу ($K_{зм}$)	Коефіцієнт добового використання часу ($K_{доб}$)	Сезонне навантаження, га
"Фрегат"	0,9	0,85	40 -140
"Дніпро"	0,76	0,73	110 -140
"Волжанка"	0,81	0,76	50 -85
"Ока"	0,81	0,76	80 -110
ДФ-120 "Дніпро"	0,78	0,70	100 -135
ДФД-80	0,82	0,76	60 - 90
ДДА-80/120	0,73	0,68	60 -90
ДДН-70	0,82	0,74	80 -100
ДДН-100	0,82	0,74	80 -100
"Кубань"	0,78	0,70	160 -200
"Таврія"	0,80	0,7	160 -200

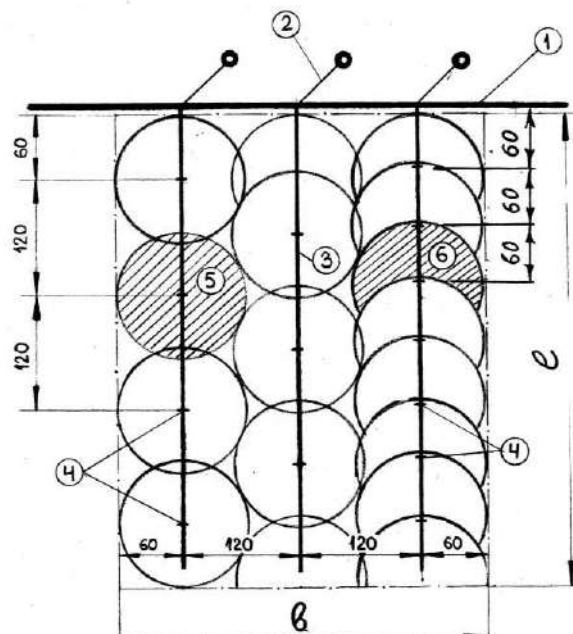


1. Напірний трубопровід. 2. Вузол підключення дощувальної машини.
 3. Траєкторія руху кінцевої точки дощувальної машини. 4. Межа политої площі.
 Рисунок В.1. Технологічна схема поливу дощувальною машиною
 "Фрегат"



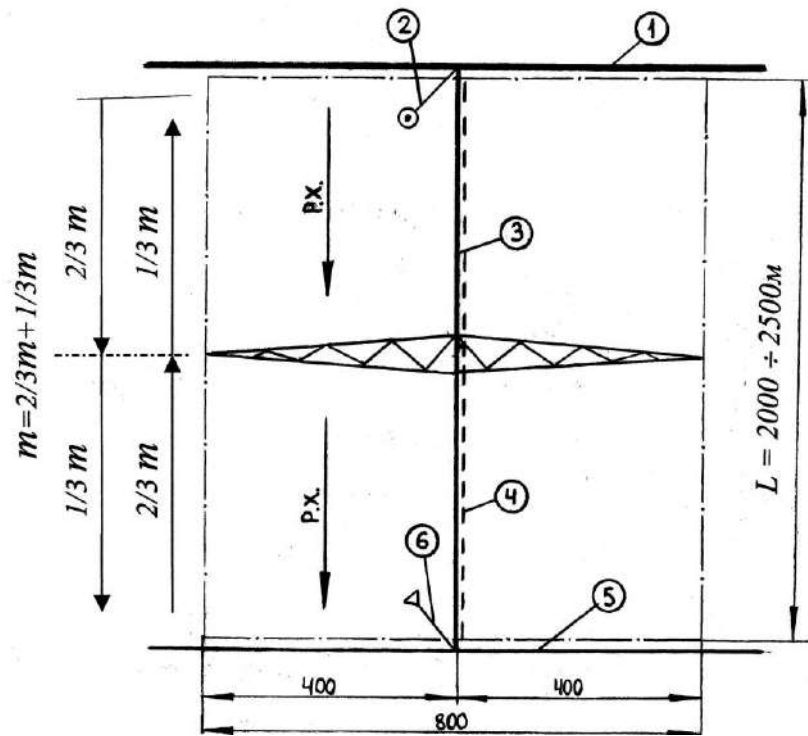
1. Поливний канал постійної дії.
2. Устрій для випуску води в тимчасовий зрошувач.
3. Тимчасовий зрошувач.
4. Місце розташування підпрного щита.
5. Границя поля.

Рисунок В.2. Технологічна схема поливу дощувальним агрегатом типу “ДФ-120 “ДНІПРО””, “ДФД-80”.



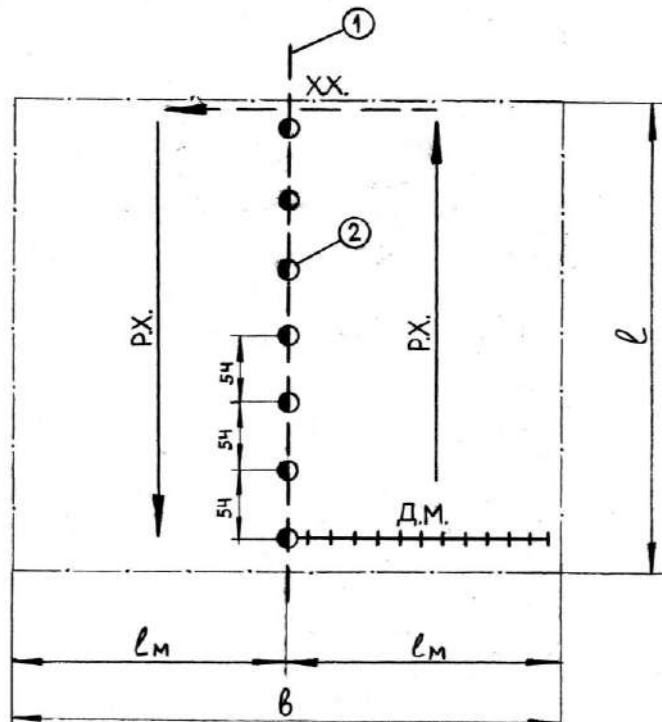
1. Поливний канал постійної дії.
2. Устрій для випуску води в тимчасовий зрошувач.
3. Тимчасовий зрошувач.
4. Позиція поливу.
5. Полив по колу.
6. Полив по сектору.

Рисунок В.3. Технологічна схема поливу дощувальним агрегатом “ДДН-100”



1. Розподільчий канал. 2. Устрій для випуску води. 3. Поливний канал.
4. Дорога. 5. Скидний канал. 6. Устрій для випуску води.

Рисунок В.4. Технологічна схема поливу дощувальним агрегатом
“Кубань”



1. Напірний трубопровід 2. Устрій для підключення дощувальної машини (гідрант).

Рисунок В.5. Технологічна схема поливу дощувальною машиною типу
“Дніпро”, “Волжанка”

Додаток Г

Зрошувальна мережа

Таблиця Г.1 – Труби сталеві та чавунні

Умовний діаметр, мм	Сталеві електрозварюванні		Чавунні розтрубні	
	внутрішній діаметр, мм	зовнішній діаметр, мм	внутрішній діаметр, мм	зовнішній діаметр, мм
60	70	76	65	81
75	83	89	-	-
80	95	102	80	98
100	114	121	100	118
125	133	140	125	144
150	158	168	150	170
175	170	180	-	-
200	209	219	200	222
250	260	273	250	274
300	311	325	300	326
350	363	377	350	378
400	414	426	400	429
450	460	480	-	-
500	516	530	500	532
600	616	630	600	635
700	706	720	700	738
800	804	820	800	842
900	904	920	900	945
1000	1004	1020	1000	1048
1400	1400	1420	-	-
1500	1500	1520	-	-
1600	1600	1620	-	-

* Довжина сталевих труб $D \leq 200$ $L = 6 \div 9$ м * $D > 200$ $L = 10 \div 12$ м
 Довжина чавунних труб $L = 3 \div 10$ м

Таблиця Г.2 - Труби азбоцементні

Умовний діаметр, мм	ВТ9		ВТ12		Довжина труби, мм
	внутрішній діаметр, мм	зовнішній діаметр, мм	внутрішній діаметр, мм	зовнішній діаметр, мм	
100	100	122	-	-	2950
125	119	143	-	-	2950
150	141	169	135	169	3950
200	189	221	181	224	3950
250	235	273	228	274	3950
300	279	325	270	325	3950
350	322	376	312	376	3950
400	368	428	356	428	3950
500	456	532	441	532	3950

Таблиця Г.3 - Арматура для закритої зрошувальної мережі

Назва	Умовний діаметр, мм	Допустимий тиск, МПа	Марка
Запірно-регулююча арматура			
1.Засувка:			
- з ручним приводом	50, 80, 100, 150,200, 250,300,500	2,5	
- з електроприводом.	200,500	2,5	
2.Затвор дисковий поворотний:			
- з механічним приводом	100, 150, 200, 300, 400	1,6	ЗПР-100 -1,6
- з гідравлічним приводом	150, 200, 300	1	ЗПГ-150 -1
- з електричним приводом	100,150, 200, 300, 400	1,6	ЗПЕ-100 -1,6
3. Регулятор тиску:			
- вентильного типу	150,200	1,6	РД -150 -1,6
- дросельного типу	150,200,300	1,2	РДП -1,2
Запобіжна арматура			
1. Клапан зворотній			
- з однією підвіскою	50, 80, 100, 150	1,6	КОБ -50 -1,6
- з однією підвіскою з гідравлічним гальмом	200, 250, 300	1,6	КОР - 200 -1,6
- поворотний з гідравлічним гальмом	400, 500, 600, 800, 1000	1,6	КОР - 400 -1,6
2.Клапан захисний запобіжний проти гідравлічного удару	120	1,6	КЗГ-1,6
3.Пристрій запобіжний скидний	100	1,6	ПСУ - 100
Аераційна арматура			
1. Вантуз :			
- важільного типу	50,150,200	1,0	В - 6
- кульового типу	50	1,6	В - 8
2.Клапан впуску та затискання повітря	50	1,0	ВТМ - 50
		1,6	КВЗВ - 50

Таблиця Г.4. - Графічні умовні позначки

На плані	На профілі	
		Колодязь з індексом його призначення: Р – розподільчий О – оглядовий С – скидний
		Гідрант підключення ДМ
		Комплексний вузол підключення Д.М. "Фрегат"
		Повітряний клапан (вантуз)
		Упор на повороті трубопроводу
		Водовипуск у розподільчий канал
		Водовипуск у тимчасовий зрошувач
		Аварійний чи кінцевий скид на каналі
		Перетинаюча споруда на каналі
		Труба на каналі
		Насосна станція
		Границя землекористування
		Канал, що проектується (червоний колір)
		Трубопровід, що проектується (червоний колір)
		Дорога польова
		Лісонасадження (зелений колір)

Таблиця Д.1 – Економічні показники виробництва продукції
рослинництва в умовах зрошення та богари

Культура	Врожайність, т/га		Закупівель на ціна, грн. /т	С.-г. витрати, грн. /га	
	богара	на зрошенні		богара	на зрошенні
1. Люцерна (сіно)	2,5	9,0	440	800	1440
2. Люцерна (зел. корм)	16,0	42,0	161	960	1320
3. Озима пшениця	2,0	5,0	1605	1000	1600
4. Ячмінь	1,5	4,0	1710	720	1320
5. Овес	2,0	5,0	846	1000	1600
6. Кукурудза на зерно	2,5	5,7	1320	1520	2800
7. Кукурудза на силос	19,0	48,0	161	1280	2120
8. Травосуміш (зел. корм)	22,0	42,0	108	1280	2120
9. Горох	1,7	3,5	1260	760	1280
10. Кормовий буряк	20,0	80,0	102	3760	4960
11. Цукровий буряк	20,0	60,0	360	4480	6960
12. Овочі	9,0	17,0	1050	4000	6400
13. Соняшник	1,0	2,3	2130	680	1200
14. Картопля весняна	4,0	10,0	1200	3840	6160
<i>Пожнивні</i>					
1. Травосуміш (зел. корм)	0	23,0	161	0	1280
2. Люцерна покривна(сіно)	0	9,0	440	0	360
3. Кукурудза (зел. корм)	0	41,0	161	0	1680
4. Картопля літня	0	10,0	1200	0	6160

Таблиця Д. 2 – Вартість будівництва зрошувальної системи та
меліоративні витрати

Дошувальна техніка	Укрупнені показники вартості будівництва зрошувальної системи, тис. грн. /га	Меліоративні витрати, грн. /га
ДДА – 100 МА	17,1	1680
Волжанка	18,9	1320
Дніпр	18,7	2010
Фрегат	18,2	1860
Кубань	18,4	2160

Віддруковано у видавничому відділі ХДАУ
ДВНЗ "Херсонський державний аграрний університет"
73000, Україна, м. Херсон, вул. Стрітенська, 23
тел. 0552-41-44-32