



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування

Навчально-науковий інститут водного господарства
та природооблаштування

Кафедра водної інженерії та водних технологій

01-01-26

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсової роботи з навчальної дисципліни «Основи водного господарства та природооблаштування» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» за освітніми програмами «Гідромеліорація», «Водогосподарське та природоохоронне будівництво», «Раціональне використання і охорона водних ресурсів» денної та заочної форм навчання

Рекомендовано методичною
комісією зі спеціальності
192 «Будівництво та цивільна
інженерія»
Протокол № 1 від 05.09.2017 р.

Рівне – 2017



Методичні вказівки до виконання курсової роботи з навчальної дисципліни «Основи водного господарства та природо-облаштування» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» за освітніми програмами «Гідромеліорація», «Водогосподарське та природоохоронне будівництво», «Рациональне використання і охорона водних ресурсів» денної та заочної форм навчання / Рокочинський А.М., Турченко В.О., Коптюк Р.М., Козішкурт С.М., Волк П.П. – НУВГП, 2017. – 35 с.

Укладачі: А. М. Рокочинський, д.т.н, професор, професор кафедри водної інженерії та водних технологій; В. О. Турченко, д.т.н, доцент, професор кафедри водної інженерії та водних технологій; Р. М. Коптюк, к.т.н, доцент, доцент кафедри водної інженерії та водних технологій; С. М. Козішкурт, к.т.н, доцент, доцент кафедри водної інженерії та водних технологій; П. П. Волк, к.т.н, доцент кафедри водної інженерії та водних технологій

Відповідальний за випуск – Л. А. Волкова, к.с.-г.н., професор, завідувач кафедри водної інженерії та водних технологій

© А. М. Рокочинський,
© В. О. Турченко,
© Р. М. Коптюк,
© С. М. Козішкурт,
© П. П. Волк,
© НУВГП, 2017



ЗМІСТ

Вступ.....	3
Склад курсової роботи.....	4
Рекомендації до виконання курсової роботи.....	6
Додатки.....	32

ВСТУП

Методичні вказівки призначені для надання допомоги студентам денної та заочної форм навчання за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» за освітніми програмами «Гідромеліорація», «Водогосподарське та природоохоронне будівництво», «Раціональне використання і охорона водних ресурсів» при проектуванні водогосподарських та природоохоронних систем в зоні достатнього та нестійкого зволоження України.

Сучасні зміни клімату призводять до зниження рівня забезпеченості водними ресурсами і погіршення їх якості, зумовлюють необхідність зміни політики щодо створення та функціонування водогосподарсько-меліоративних об'єктів. Тому, у процесі розробки курсової роботи студенти повинні оволодіти сучасними методами проектування дренажних та зрошувальних систем.

При розробці і оформленні розділів курсової роботи та її графічної частини необхідно користуватися державними та галузевими стандартами, нормативними документами (див. список літератури). Проект складається із 20...24 аркушів формату А4 текстової частини, яка ілюструється графічним матеріалом та таблицями. Графічна частина містить план гідромеліоративної системи, планове положення відкритих каналів, колекторно-дренажної та зрошувальної мережі, поздовжній профіль осушувальному колектору. На початку пояснювальної записки приводиться «Зміст», який повинен включати перелік всіх розділів та підрозділів, що розглянуті в курсовій роботі.

Вихідні дані, необхідні для виконання курсової роботи, видаються кожному студенту індивідуально.



СКЛАД КУРСОВОЇ РОБОТИ

Зміст пояснювальної записки

Вихідні дані.

1. Природні умови об'єкта.
 - 1.1. Місце розташування об'єкта.
 - 1.2. Кліматичні умови.
 - 1.3. Рельєфні умови.
 - 1.4. Ґрунтово-геологічні умови.
 - 1.5. Обґрунтування меліоративних заходів.
 2. Сільськогосподарське використання і прогноз водного режиму меліорованих земель.
 - 2.1. Сільськогосподарське використання території.
 - 2.2. Розрахунок водного балансу.
 3. Проектування осушувальної мережі.
 - 3.1. Регульовальна мережа осушувальної системи та визначення параметрів гончарного дренажу.
 - 3.2. Проектування провідної осушувальної мережі на плані.
 - 3.3. Розрахунок закритих дренажних колекторів.
 4. Режим зрошення та техніка поливу сільськогосподарських культур.
 - 4.1. Обґрунтування способу техніки поливу.
 - 4.2. Режим зрошення сільськогосподарських культур.
 - 4.3. Техніка поливу.
 5. Проектування та розрахунки зрошувальної мережі.
 - 5.1. Визначення розрахункових витрат зрошувальної мережі.
 - 5.2. Гідравлічні розрахунки зрошувальної мережі.
 6. Проектування доріг та гідротехнічних споруд.
 - 6.1. Дорожня мережа на осушувальній системі.
 - 6.2. Гідротехнічні споруди на осушувальній мережі.
 - 6.3. Споруди і арматура на зрошувальних трубопроводах
- Література.



Рекомендована література

1. ДБН В.2.4.-1-99 «Меліоративні системи та споруди». К.: 2000. – 176 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-288>.
2. Мелиорация и водное хозяйство. Часть 3. Осушение: Справочник / Под ред. Б.С. Маслова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 447 с.
3. Основи гідромеліорацій: навч. посіб. / А.М. Рокочинський, Г.І. Сапсай, В.Г. Муранов та ін.; за ред. проф. А.М. Рокочинського. Рівне: НУВГП, 2014. 255 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/1647/>.
4. Проектирование осушительных систем: Практикум. Н.А. Лазарчук, А.Н. Рокочинский, А.В. Черенков. – К.: Вища школа, 1989. – 208 с.
5. Проектування осушувальних систем з основами САПР: Практикум / М.О. Лазарчук, А.М. Рокочинський, А.В. Черенков. – К.: ІСДО, 1984. – 408 с.
6. Рокочинський А.М., Гринь Ю.І., Доценко В.І. та ін. Проектування закритих зрошувальних систем: Навчальний посібник (за ред. проф. А.М. Рокочинського, проф. Ю.І. Гриня). – Рівне: НУВГП – Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2015. – 374 с.
7. Сільськогосподарські меліорації / Під ред. С.М. Гончарова, С.М. Коробченко. – К.: Вища школа, 1991. – 398с., ил.

Вимоги до оформлення роботи

Пояснювальна записка оформляється на стандартних аркушах формату А4. На сторінках тексту відповідно до ЄСКД робляться відступи з дотриманням полів: зліва – 25 мм, справа – 10 мм, зверху – 20 мм, знизу – 25 мм.

На топографічному плані місцевості в масштабі 1:5000 виконується проектування гідромеліоративної системи із зображенням основних її елементів, а в масштабі 1:2000 – колекторно-дренажна мережа (осушувальні канали і колектори, регулююча мережа, зрошувальні трубопроводи, гідротехнічні споруди на них, насосна станція, дороги).

Поздовжні профілі виконуються в масштабі Мг 1:2000 чи Мг 1:5000 та Мв 1:100 згідно існуючих державних стандартів.



РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Вихідні дані до розрахунку:

1. Область – Житомирська;
2. Район – Малинський;
3. Річка – Возня;
4. Метеостанція – Житомир;
5. Норма опадів за рік – 590 мм;
6. Норма опадів за вегетацію – 320 мм;
7. Сума дефіцитів вологості повітря за вегетацію – 760 мм;
8. Назва ґрунту – супісок;
9. Коефіцієнт фільтрації – 1,1 м/добу;
10. Коефіцієнт водовіддачі – 0,09;
11. Глибина залягання водоупору – 4,8 м;
12. Дощувальна машина – “Фрегат” ДМУ-Бнм 283-30;
13. Об’ємна маса ґрунту – 1,36 т/м³;
14. Вологість ґрунту при НВ, ω_{FR} – 19,8 % від м.с.г.;
15. Вихідна вологість ґрунту, $\omega_{вих}$ – 18,4 % від м.с.г.;
16. Коефіцієнт всмоктування – 0,09 м/год.

Схема сівозміни: 1. Багаторічні трави; 2. Багаторічні трави;
3. Багаторічні трави; 4. Кормовий буряк; 5. Картопля;
6. Кукурудза на силос; 7. Кукурудза на силос; 8. Овес.

1. Природні умови об’єкта

Слід вказати характеристику об’єкта, його місце знаходження, площу, віддаль від залізничної станції, центральної садиби, райцентру тощо. Коротко привести загальні природні умови: кліматичні, гідрологічні, гідрогелогічні, ґрунтові, топографічні. Обґрунтувати меліоративні заходи для покращення водно-повітряного режиму ґрунтів з метою отримання високих і сталих врожаїв сільськогосподарських культур. При цьому використовуються довідкова література та вихідні дані до виконання курсової роботи.



2. Сільськогосподарське використання і прогноз водного режиму меліорованих земель

2.1. Сільськогосподарське використання території

Оптимальними умовами розвитку сільськогосподарських рослин є вологість ґрунту, глибина залягання рівня ґрунтової води та терміни відведення надлишкової води з перезволожених територій. Після покращення водно-повітряного режиму ґрунту проектом передбачено вирощування сільськогосподарських культур у проектній сівозміні, що представлена в табл.2.1. (див. дод. 1).

Таблиця 2.1

Склад культур проектної сівозміни

№ поля	Назва сільськогосподарських культур	Проектна врожайність, т/га	Коефіцієнт водоспоживання, α , м ³ /т
1	Багаторічні трави	4,2	187,5
1	Багаторічні трави	4,2	187,5
3	Багаторічні трави	4,2	187,5
4	Кормовий буряк	40,2	24,6
5	Картопля	21,4	57,1
6	Кукурудза на силос	28,2	19,2
7	Кукурудза на силос	28,2	19,2
8	Овес	3,8	70,6

Оптимальний водно-повітряний режим ґрунту визначається вологістю ґрунту в зоні активного водоспоживання, глибиною залягання рівня ґрунтової води, терміном відведення води із заболоченої території.

2.2. Розрахунок водного балансу

Водно-балансові розрахунки виконують з метою прогнозування водно-повітряного режиму ґрунту та встановлення потреби в додатковому зволоженні.

В курсовій роботі розрахунок водного режиму кореневмісного шару ґрунту виконується для однієї культури сівозміни для сухого року із забезпеченістю опадами 75 % (дефіцит вологості повітря 25 %).



Водний баланс для вегетаційного періоду:

$$\pm M_p = E_p - (N_e + W_p), \text{ м}^3/\text{га},$$

де M_p – надлишок чи недостача вологи в активному шарі ґрунту;

E_p – сумарне випаровування за вегетацію з врахуванням волого обміну між зонами аерації і ґрунтовими водами;

N_e – ефективні опади за цей час;

W_p – продуктивний запас вологи на початок вегетації.

$$E_p = \alpha Y + n \sum D_p, \text{ м}^3/\text{га},$$

де Y – проектна врожайність сільськогосподарських культур;

α – коефіцієнт, що залежить від виду сільськогосподарських культур (дод. 1);

n – коефіцієнт, що залежить від середньої за вегетаційний період глибини залягання рівня ґрунтових вод для відповідної сільськогосподарської культури (дод. 1);

$\sum D_p$ – сума середньодобових дефіцитів вологості повітря розрахункової забезпеченості

$$\sum D_p = k_p \sum D_0, \text{ мм},$$

де k_p – модульний коефіцієнт ($k_p = 1,15$);

$\sum D_0$ – сума середньодобових дефіцитів вологості повітря в середньому по опадам і дефіцитам вологості повітря року.

Ефективні опади за вегетаційний період

$$N_e = 10\eta h_p, \text{ м}^3/\text{га},$$

де η – коефіцієнт використання опадів ($\eta = 0,75$);

h_p – розрахунковий шар опадів за вегетацію

$$h_p = k_{75\%} h_0, \text{ мм},$$

де $k_{75\%}$ – модульний коефіцієнт ($k_{75\%} = 0,7$);

h_0 – середній за вегетацію шар опадів, мм.

Розрахунок водного балансу виконуємо для культури – багаторічні трави. Продуктивний запас вологи на початок



вегетації для багаторічних трав у Житомирській області становитиме $W_p = 1890 \text{ м}^3 / \text{га}$.

$$h_p = k_p h_0 = 0,7 \cdot 320 = 224 \text{ мм},$$

$$N_e = 10 \eta h_p = 10 \cdot 0,75 \cdot 224 = 1680 \text{ м}^3 / \text{га},$$

$$\sum D_p = k_p \sum D_0 = 1,15 \cdot 760 = 874 \text{ мм},$$

$$E_p = \alpha Y + n \sum D_p = 187,5 \cdot 4,2 + 4,4 \cdot 874 = 4633 \text{ м}^3 / \text{га},$$

$$\pm M_p = E_p - (N_e + W_p) = 4633 - (1680 + 1890) = 1063 \text{ м}^3 / \text{га}.$$

Як показують розрахунки для багаторічних трав показник водного балансу має знак +, це означає, що сумарне водоспоживання більше продуктивного запасу вологи в ґрунті та продуктивності опадів, тому для нормального розвитку культури у вегетаційний період необхідне додаткове зволоження.

3. Проектування осушувальної мережі

Осушувальна мережа є основним елементом осушувальної системи. Регулювальна мережа вбирає та відводить надлишкову вологу із кореневмісного шару ґрунту, а провідна приймає воду із регульованої мережі і відводить її у водоприймач (за межі осушувальної території).

3.1. Регулювальна мережа осушувальної системи та визначення параметрів гончарного дренажу

Тип регулювальної мережі залежить від причини перезволоження ґрунтів. Так як в конкретному випадку основною причиною перезволоження є високе стояння рівня ґрунтових вод, то передбачається влаштування регулювальної мережі у вигляді закритого горизонтального дренажу. В якості горизонтальних дрен використовуються гончарні трубки з наступними параметрами: внутрішній діаметр – 50 мм; зовнішній діаметр – 70 мм; довжина трубки – 33 см.

При розрахунках гончарного дренажу визначають його 5 параметрів:



1. T – глибина закладання дрени – це віддаль від поверхні землі до низу дрени.
2. L – довжина дрени.
3. D – діаметр дрени.
4. E – відстань між дренами.
5. i – похил закладання дрени.

Глибину залягання дрени визначаємо за формулою:

$$T = H_n + \Delta h + h_{ex} + d_z, \text{ м,}$$

де H_n – норма осушення в посівний період, 0,55 м;

Δh – перевищення депресійної кривої між дренами по відношенню до верха дрени, 0,35 м;

d_z – зовнішній діаметр дрени, 0,07 м;

h_{ex} – втрати тиску води при надходженні води в дренаж, 0,1 м;

$$T = 0,55 + 0,35 + 0,1 + 0,07 = 1,07, \text{ м,}$$

Приймаємо $T = 1,1 \text{ м}$.

Глибина закладання дрени порівняно з глибиною промерзання ґрунту

$$T = 1,1 \text{ м} > H_{np} = 0,78 \text{ м.}$$

Умова виконується.

Відстань між дренами визначаємо за формулою Г.І. Сапая:

$$E = A \sqrt{\frac{k}{\beta}} k_i k_T k_\alpha,$$

де A – параметр, що залежить від річної норми опадів. При $N = 590 \text{ мм}$ $A = 5,2$;

при $N = 500 \dots 600 \text{ мм}$ $A = 5,2$;

при $N = 600 \dots 700 \text{ мм}$ $A = 4,8$;

при $N = 700 \dots 800 \text{ мм}$ $A = 4,4$;

k – коефіцієнт фільтрації ґрунту, $k = 1,1 \text{ м} / \text{добу}$;

β – коефіцієнт водовіддачі, для мінеральних ґрунтів визначають за формулою Г.Д. Еркіна

$$\beta = 0,056 \sqrt{k} \sqrt[3]{H_n} = 0,056 \sqrt{1,1} \sqrt[3]{0,55} = 0,0481;$$



k_t – коефіцієнт, що залежить від глибини закладки дрени,

при $T = 1,1 \text{ м}$ $k_t = 0,87$;

k_T – коефіцієнт, що залежить від тривалості розрахункового періоду осушення (T), при $T = 14 \text{ діб}$ $k_T = 1,32$;

k_α – коефіцієнт, що залежить від розташування водотривкого шару по відношенню до дна дрени

$$H_0 - T = 4,8 - 1,1 = 3,7, \quad k_\alpha = 1,02,$$

де H_0 – глибина залягання водотривкого шару, $H_0 = 4,8 \text{ м}$.

$$E = 5,2 \sqrt{\frac{1,1}{0,0481}} 0,87 \cdot 1,32 \cdot 1,02 = 29,04.$$

Приймаємо $E = 30 \text{ м}$.

Довжина дрен приймається від 50 до 200 м. Похил дрен приймається паралельно похилу поверхні землі, але не менше 0,002 і не більше 0,05. Діаметр дрени: внутрішній діаметр – 50 мм; зовнішній діаметр – 70 мм.

3.2. Проектування провідної осушувальної мережі на плані

Провідна осушувальна мережа складається і головної дрени (магістрального каналу), роль якої виконує р. Возня, провідних осушувальних каналів і закритих дренажних колекторів.

Загальні принципи проектування провідної осушувальної мережі на плані є наступними:

- Траси провідних осушувальних каналів та дренажних колекторів повинні проходити в понижених елементах рельєфу (тальвеги);

- Траси каналів повинні бути прямолінійними чи мати найменшу кількість поворотів. Якщо траса каналу повертає, то кут повороту має бути не менше 110° , якщо його плавно закругляють, то радіус повороту $R > 5B$, де B – ширина каналу по по верху;

- Довжина дренажних колекторів приймається в межах 400...800 м (при похилі 0,002...0,003 довжина може бути рівною 800 м, при менших похилах – до 400 м);



- Відстань між дренажними колекторами визначається довжиною дрен. Максимальна – 200 м, мінімальна – 50 м. Якщо поверхня безпохильна, тоді довжину дрен зменшують до 100 м;
- Спряження відкритих каналів між собою та дренажних колекторів з відкритими каналами слід виконувати під кутом 60...90°;
- У випадку необхідності проектується огорожувальна мережа у вигляді відкритих нагірних та ловчих каналів. Ця мережа проектується на ділянках, це можливе надходження на осушувальні землі поверхневих та ґрунтових вод.

Розміщення запроєктованих елементів осушувальної мережі в межах заплави наведено на рис. 3.1.

3.3. Розрахунок закритих дренажних колекторів

Мета гідравлічного розрахунку дренажних колекторів полягає у визначенні витрат води, які надходять до колекторів, діаметрів труб для проходження цих витрат, місць зміни діаметрів та швидкості руху води в дренажних колекторах. Витрати, які надходять у дренажний колектор, змінюються від нуля у верхів'ї до максимуму в гирлі, залежать від водозбірної площі та модуля дренажного стоку і визначається за формулою

$$Q = q_p F, \text{ л/с},$$

де F – водозбірна площа, з якої поступає вода в даний гідравлічний колектор в даному створі, га,

q_p – розрахунковий модуль стоку, л/с·га.

Розрахунковий модуль стоку 10% забезпеченості визначаємо за формулою А.М.Янголя:

$$q_p = q_T \cdot k_N \cdot k_g \cdot k_E, \text{ л/с} \cdot \text{га},$$

де q_T – рекомендований модуль дренажного стоку 10% забезпеченості. На передпосівний період $q_T = 0,7 \text{ л/с} \cdot \text{га}$;

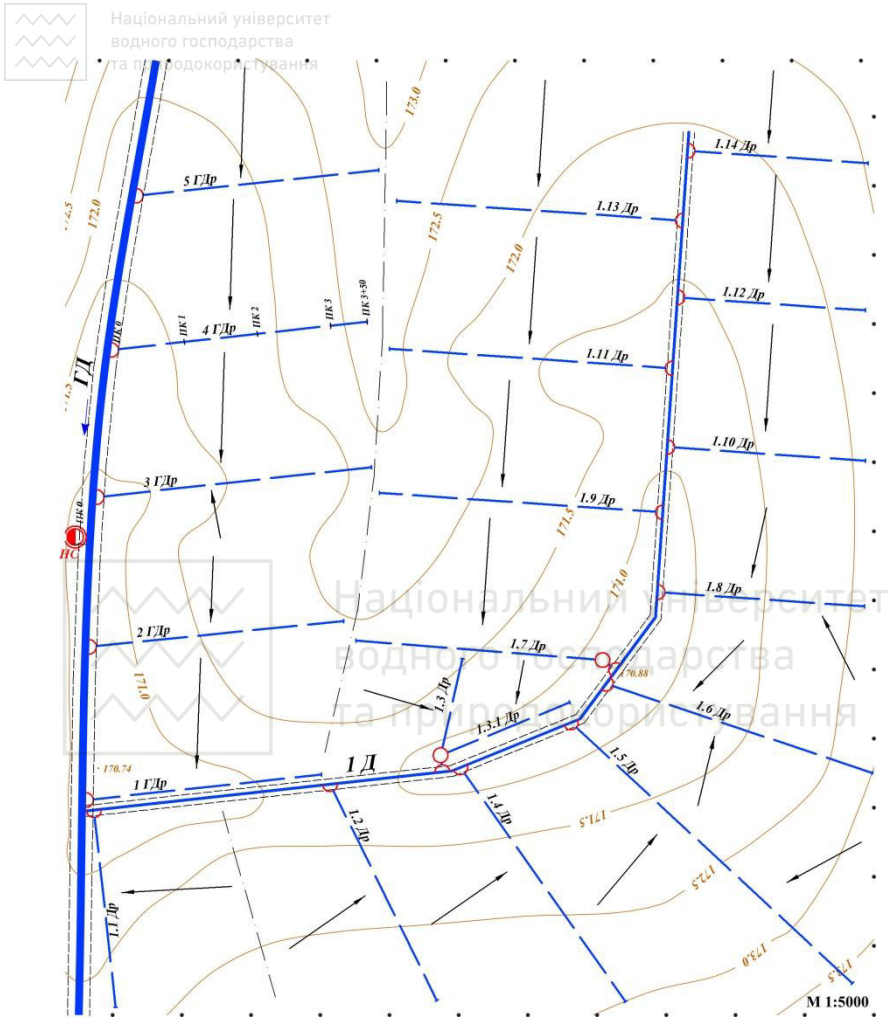


Рис. 3.1. План осушувальної системи

k_N – коефіцієнти, що залежить від річної норми опадів, при $N = 590 \text{ мм}$ $k_N = 1$;

при $N = 500 \dots 600 \text{ мм}$	$k_N = 1,0$;
при $N = 600 \dots 700 \text{ мм}$	$k_N = 1,19$;
при $N = 700 \dots 800 \text{ мм}$	$k_N = 1,21$;



k_e – коефіцієнт, що залежить від водопроникності ґрунтів,

при $k_\phi = 1,1$ м/добу $k_e = 1,4$;

при коефіцієнті фільтрації 0,5 м/добу $k_e = 0,7$;
при коефіцієнті фільтрації 0,5...1,0 м/добу $k_e = 0,9$;
при коефіцієнті фільтрації >1,0 м/добу $k_e = 1,38$;

k_E – коефіцієнт, що залежить від відстані між дренами E ,
при $E = 30$ м $k_E = 0,65$;

при $E = 10$ м $k_E = 1,0$;
при $E = 20$ м $k_E = 0,70$;
при $E = 30$ м $k_E = 0,65$;
при $E = 40$ м $k_E = 0,60$.

$$q_p = 0,7 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 0,65 = 0,637 \text{ л/с} \cdot \text{га}.$$

Гідравлічний розрахунок дренажного колектора виконуємо використовуючи формули рівномірного руху води.

Спочатку на плані в масштабі 1:2000 по вибраному дренажному колектору 4 ГДр (рис. 3.1, 3.2) проектується планове розміщення дрен, розбивають пікетаж, на пікетажах і проміжних точках визначають відмітки поверхні землі.

Поздовжній профіль по вибраному закритому колекторі 4 ГДр (рис. 3.3) складають у масштабах – горизонтальному 1:2000, вертикальному 1:100. План траси, пікетаж, відстані і відмітки поверхні землі наносять на поздовжній профіль.

Потім призначають проектні похили закритих колекторів, приймаючи їх як середні похили поверхні землі, але не менше 0,002 для закритих колекторів.

Далі проектують лінію дна закритих колекторів. Для цього від самої низької точки відкладають вниз розрахункову глибину й обчислюють відмітки дна. Якщо поверхня землі має похил менше проектного, то у верхів'ї колектора призначають мінімально необхідну глибину колектора, а до гирла глибина буде збільшуватись згідно з проектним похилом. Розрахункова глибина закритих колекторів приймається на 0,1 м більшою за глибину регулюючих дрен. На профілях закритих колекторів обчислюють глибини виїмки, показують діаметри і довжини колекторів, поперечний переріз.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

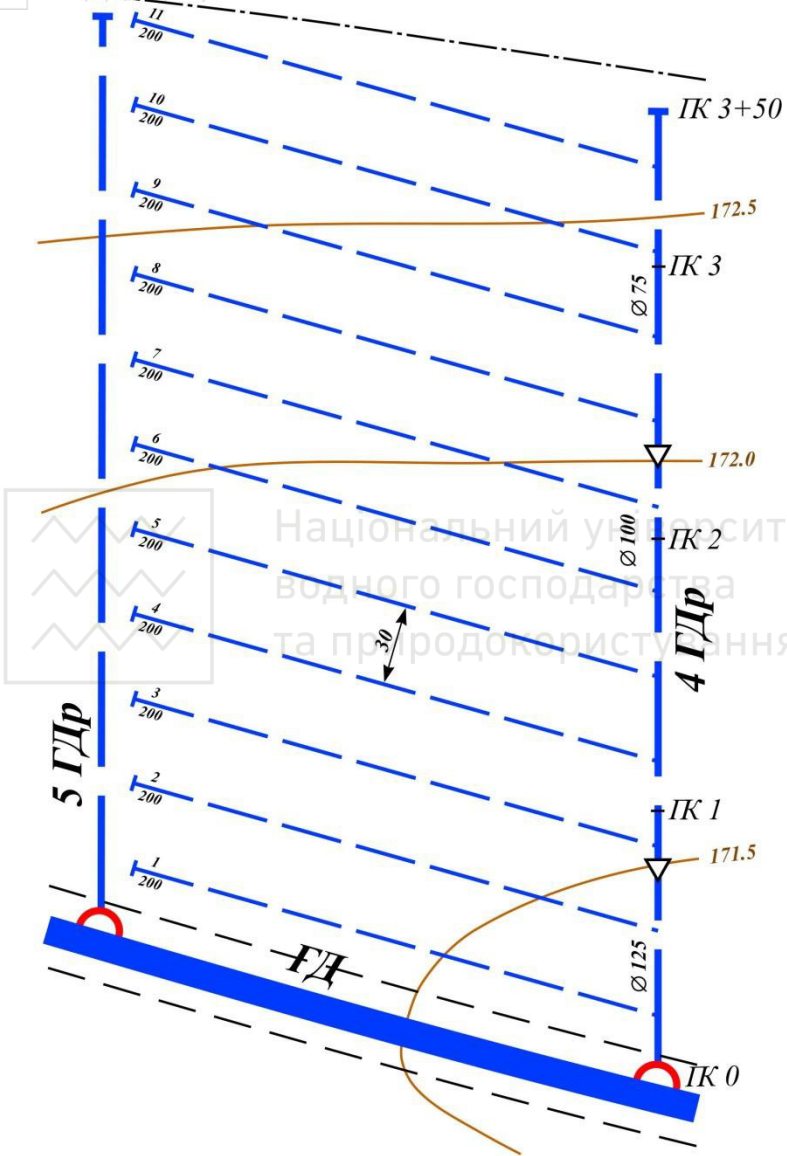


Рис. 3.2. План ділянки дренажу



Національний університет
водного господарства
та природокористування

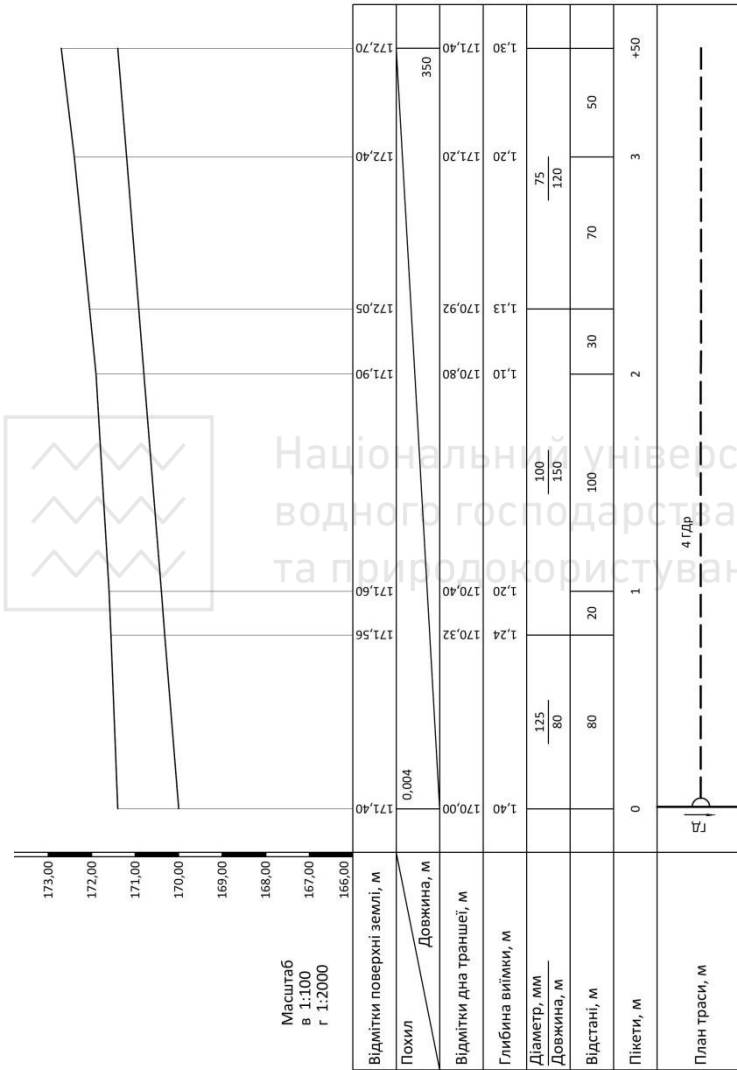


Рис. 3.3. Поздовжній профіль по колектору



Порядок гідравлічного розрахунку дренажних колекторів:

- З профіля визначають похил i дна колектора.
- Приймаємо діаметр d дренажного колектора в його верхів'ї рівним 75 мм.
- За таблицею визначаємо витрату Q і швидкість v (див. дод. 2), яку пропустить дренажний колектор при прийнятному діаметрі і проектному похилі дна колектора.
- Водозбірну площу, яка може обслуговуватись (дренуватись) колектором при даному діаметрі, визначаємо за формулою

$$F = \frac{Q}{q_p}, \text{ га},$$

- Визначаємо сумарну довжину дрен, які впадають в дренажний колектор при даному діаметрі

$$\sum L = \frac{F}{E} 10000, \text{ м},$$

де E – відстань між дренами.

- На плані додаючи довжини дрен знаходимо місце, де фактична сума довжин дрен $\sum L_{\phi}$ досягає розрахункової $\sum L_{\phi}$. В цьому місці змінюємо діаметр дренажного колектора на більший стандартний.
- Приймаємо наступний стандартний діаметр і вище вказані розрахунки повторюємо.

Пропускна здатність колектора перевіряємо в місцях зміни похилу дренажного колектора та підключення дренажних колекторів іншого порядку. Розрахунок дренажного колектора 4 ГДр наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Гідравлічний розрахунок дренажного колектора 4 ГДр

№ з/п	d , мм	i	E , м	q_p , л/с·га	Q , л/с	v , м/с	F , га	$\sum L_p$, м	$\sum L_{\phi}$, м	Місце зміни діаметру
1	75	0,004	30	0,637	1,65	0,37	2,59	863	800	ПК3+50 – ПК2+30
2	100	0,004	30	0,637	3,54	0,45	5,56	1852	1800	ПК2+30 – ПК0+80
3	125	0,004	30	0,637	6,59	0,52	10,35	3448	2200	ПК0+80 – ПК0+00



4. Режим зрошення та техніка поливу сільськогосподарських культур

4.1. Обґрунтування способу техніки поливу

На вибір способу поливу сільськогосподарських культур впливають: кліматичні умови, ґрунтові умови, рельєф, гідрогеологічні умови, біологічні особливості рослин.

На основі аналізу цих факторів у даному випадку найбільше підходить спосіб поливу дощування. Рельєфні умови, розміри та організація території дають змогу проводити полив дощуванням практично всіма дощувальними машинами, зокрема широкозахватними типу «Фрегат».

4.2. Режим зрошення сільськогосподарських культур

Розрахунок режиму зрошення сільськогосподарських культур – включає: визначення водоспоживання; визначення зрошувальної норми; визначення поливної норми; визначення кількості і строків поливів.

В даному випадку розрахунок режиму зрошення проведений для однієї ведучої культури сівозміни – багаторічні трави.

Для всіх інших культур, які входять в склад проектних сівозмін режим зрошення прийнятий на основі рекомендацій.

Визначення водоспоживання. Водоспоживання вирощуваних культур за вегетативний період визначаємо по біокліматичному методу

$$E = k \cdot d \cdot n \cdot a,$$

де d – добовий дефіцит вологості повітря, мб; k – коефіцієнт сумарного випаровування (коефіцієнт біологічної кривої), мм/мб. n – розрахунковий період (10 або 11), діб. a – коефіцієнт, який враховує підживлення розрахункового шару ґрунту вологою із нижче розміщених шарів.

Визначення зрошувальної норми. Зрошувальна норма – це кількість води, яка подається на 1 га поля за вегетаційний період, визначається за формулою:

$$M_{75\%} = a \cdot E - P, \text{ мм},$$

де E – водоспоживання за вегетаційний період; P – опади.

Визначення водоспоживання і зрошувальної норми проводимо в табличній формі (див. дод. 3).



Таблиця 4.1

ВИЗНАЧЕННЯ ДЕФІЦИТУ ВОДНОГО БАЛАНСУ

Для культури багаторічної трави, метеостанція Житомир для року 75% забезпеченості

№ з/п	Календар		випади			травень			червень			липень			серпень			вересень			
	І	II	І	II	III	І	II	III	І	II	III	І	II	III	І	II	III	І	II	III	
1	Сроки вегетації																				
2	d	2,25	2,89	3,88	5,12	6,35	7,28	7,78	7,8	7,73	7,8	7,7	7,63	7,64	7,4	6,77	5,73	4,51	3,4	2,57	
3	$t^{\circ}C$	6,23	7,15	8,89	11,36	14,19	16,7	18,26	18,76	18,61	18,41	18,56	19,12	19,8	19,96	16,65	13,54	10,51			
4	n	10	10	10	10	10	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
5	t_{n1}	62,3	71,5	88,9	113,6	141,9	183,7	182,6	187,6	186,1	184,1	185,6	210,3	198	199,6	208,6	166,5	135,4	105,1		
6	l	1,1	1,16	1,21	1,25	1,29	1,33	1,36	1,37	1,37	1,35	1,33	1,29	1,25	1,2	1,15	1,1	1,05	0,99		
7	$n+l$	68,53	82,94	107,6	142	183,1	244,3	248,3	257	255	248,5	246,8	271,3	247,5	239,5	239,8	183,2	142,2	104		
8	$\sum n+l$	69	151	259	401	584	828	1077	1334	1589	1837	2084	2355	2603	2842	3082	3265	3408	3512		
9	κ_{ϕ}	0,5	0,52	0,51	0,49	0,49	0,49	0,5	0,52	0,52	0,52	0,51	0,42	0,48	0,51	0,52	0,46	0,52	0,52		
10	$E = \kappa_{\phi} \cdot d_{n1}$ мм	11,25	15,03	19,79	25,09	31,12	39,24	38,65	40,56	40,04	39,68	38,96	35,25	35,52	34,53	32,78	20,75	17,68	13,36		
11	α	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95		
12	$\alpha \cdot E$	10,7	14,3	18,8	23,8	29,6	37,3	36,7	38,5	38,0	37,7	37,0	33,5	33,7	32,8	31,1	19,7	16,8	12,7		
13	P	13,15	13,7	14,51	15,54	16,77	18,16	19,66	21,16	22,51	23,51	23,93	23,64	22,63	21,06	19,19	17,31	15,65	14,35		
14	$M = \alpha \cdot E - P$ мм	-2,5	0,6	4,3	8,3	12,8	19,1	17,1	17,4	15,5	14,2	13,1	9,8	11,1	11,7	11,9	2,4	1,1	-1,7		
15	$\sum M$	-2,5	-1,9	2,4	10,7	23,5	42,6	59,7	77,0	92,6	106,7	119,8	129,7	140,8	152,5	164,5	166,9	168,0	166,4		

Сума дефіцитів водного балансу $M = 166,4 \text{ мм} = 1664 \text{ м}^3/\text{га}$



Визначення поливної норми. Максимально можлива поливна норма нетто:

$$m_{max}^{nt} = W_{FC} - W_{CR}, \text{ м}^3 / \text{га},$$

де W_{FC} – максимальний запас вологи в розрахунковому шарі ґрунту, який відповідає найменшій вологості, $\text{м}^3/\text{га}$;

W_{CR} – мінімально допустимий запас вологи в розрахунковому шарі ґрунту, $\text{м}^3/\text{га}$.

$$W_{FC} = 100 \cdot \gamma \cdot H_a \cdot \omega_{FC}, \text{ м}^3 / \text{га},$$

$$W_{CR} = 100 \cdot \gamma \cdot H_a \cdot \omega_{CR}, \text{ м}^3 / \text{га},$$

де γ – об'ємна маса розрахункового шару ґрунту,
 $\gamma = 1,36 \text{ т} / \text{м}^3$;

H_a – активний шар ґрунту, $H_a = 1 \text{ м}$;

ω_{FC} – вологість в активному шарі ґрунту, яка відповідає найменшій вологості, % від м.с.г. $\omega_{FC} = 19,8$ % від м.с.г.;

ω_{CR} – мінімально допустима вологість в активному шарі ґрунту, % від м.с.г.

$$\omega_{CR} = \omega_{FC} \cdot (0,85 \dots 0,9), \text{ \% від м.с.г.},$$

$$\omega_{CR} = 19,8 \cdot 0,85 = 16,8, \text{ \% від м.с.г.},$$

$$W_{FC} = 100 \cdot 1,36 \cdot 1 \cdot 19,8 = 2693 \text{ м}^3 / \text{га},$$

$$W_{CR} = 100 \cdot 1,36 \cdot 1 \cdot 16,8 = 2285 \text{ м}^3 / \text{га},$$

$$m_{max}^{nt} = 2693 - 2285 = 408 \text{ м}^3 / \text{га},$$

Максимально можлива поливна норма бруто:

$$m_{max}^{br} = \frac{m_{max}^{nt}}{\beta}, \text{ м}^3 / \text{га},$$

$$m_{max}^{br} = \frac{408}{0,9} = 453, \text{ м}^3 / \text{га},$$

де β – коефіцієнт техніки поливу, який враховує втрати води на випаровування при дощуванні.



На стадії проектування зрошувальних систем величину цього коефіцієнта рекомендовано приймати для зони лісостепу $0,9 \dots 0,95$ і для зони степу $0,85 \dots 0,9$.

Максимально поливна площа брутто уточнюється з можливостями прийнятої техніки поливу. По рекомендаціям оптимальні поливні норми брутто при дощуванні мають бути в межах $m_{max}^{br} = 500 \text{ м}^3 / \text{га}$, тому приймаємо:

$$m_{фак}^{nt} = m_{фак}^{br} \cdot \beta, \text{ м}^3 / \text{га},$$

$$m_{фак}^{nt} = 453 \cdot 0,9 = 408, \text{ м}^3 / \text{га}.$$

Визначення строків поливу. Строки поливів багаторічних трав визначаємо графоаналітичним способом шляхом побудови інтегральної кривої дефіциту водоспоживання (рис. 4.1).

Для визначення строків поливів необхідно встановити запас вологи у розрахунковому шарі ґрунту

$$W_{вих} = 100 \cdot \gamma \cdot H_a \cdot \omega_{вих}, \text{ м}^3 / \text{га},$$

де $\omega_{вих}$ – вологість в активному шарі ґрунту на початок вегетаційного періоду $\omega_{вих} = 18,4$, % від м.с.г.

$$W_{вих} = 100 \cdot 1,36 \cdot 1 \cdot 18,4 = 2502 \text{ м}^3 / \text{га}.$$

Тоді продуктивний запас вологи в ґрунті на початок вегетаційного періоду становитиме

$$W_a = W_{вих} - W_{CR}, \text{ м}^3 / \text{га},$$

$$W_a = 2502 - 2285 = 218, \text{ м}^3 / \text{га} = 21,8 \text{ мм}$$

Врахувавши продуктивний запас вологи в ґрунті на початок вегетаційного періоду та величини поливної норми визначаємо середні дати поливів. Відступаючи від середніх дат поливу на 2-3 доби в праву та ліву сторони отримаємо дати початку і кінця кожного поливу. Строки і норми поливів багаторічних трав приведені в таблиці 4.2.

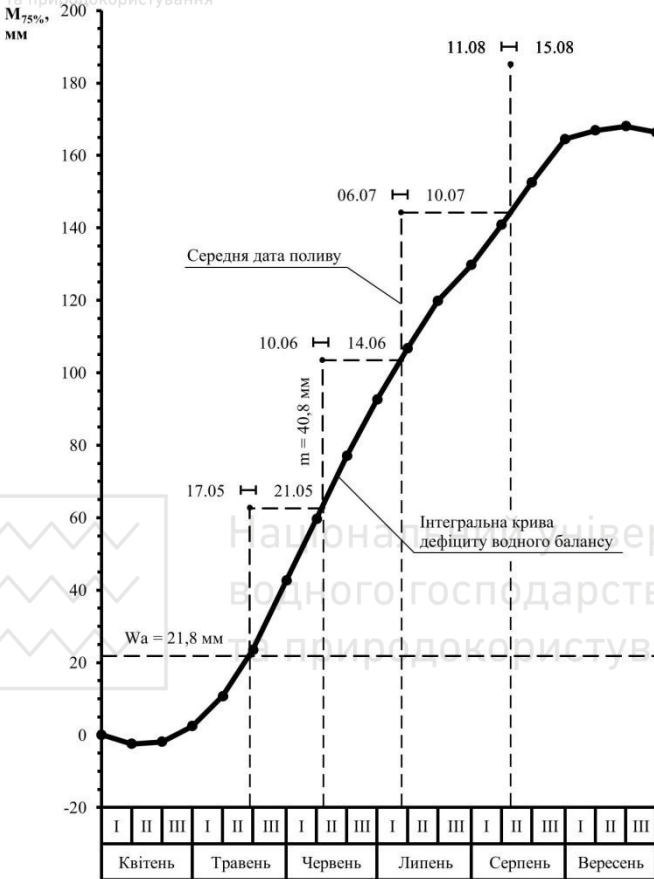


Рис. 4.1. Визначення строків поливу багаторічних трав

Таблиця 4.2

Строки і норми поливів багаторічних трав

№ поливів	Строки поливів		Поливна норма, м ³ /га	
	початок	кінець	m ^{нт}	m ^{ор}
1	17.05	21.05	408	453
2	10.06	14.06	408	453
3	06.07	10.07	408	453
4	11.08	15.08	408	453
Сума			1632	1812



4.3. Техніка поливу

Технічна характеристика дощувальної машини “Фрегат” ДМУ-Бнм 283-30 (див. дод. 4):

1. Витрата води на вході при нульовому ухилі – 30 л/с;
2. Тиск води на вході при нульовому ухилі – 0,32 МПа;
3. Мінімальна поливна норма – 242 м³/га.
4. Конструктивна довжина машини – 283 м;

Розрахунки техніки поливу дощуванням полягають у визначенні:

- середньої інтенсивності дощування;
- тривалості дощування;
- продуктивності дощувальних машин;
- кількості дощувальних машин необхідних для поливу ділянки.

Визначення середньої інтенсивності дощування.

Визначаємо середню інтенсивність дощування для ДМ “Фрегат”

$$\rho_{сер} = \frac{\frac{60Q}{(l+r)r}}{1 + \frac{m_{min}}{m_{бр}}} = \frac{60 \cdot 30}{(283 + 27) \cdot 27} = 0,14 \text{ мм/хв},$$

де Q – витрата дощувальної машини, $Q = 30$ л/с;

l – довжина поливного крила, $l = 283$ м;

r – ефективний радіус дії кінцевої дощувальної насадки, $r = 25...30$ м;

$m_{бр}$ – поливна норма бруто, м³/га;

m_{min} – мінімальна технічно можлива поливна норма, для дощувальної машини “Фрегат” ДМУ-Бнм 283-30 $m_{min} = 242$ м³/га;

Умова $\rho_{сер} < K_{всм}$ ($0,14 \text{ мм/хв} < 0,09 \text{ м/год} = 1,5 \text{ мм/хв}$)

виконується, полив в даних умовах проводиться безперервно.

Визначення тривалості дощування. Для дощувальної машини “Фрегат” визначаємо тривалість оберту (поливу).

При кругло добовій роботі дощувальної машини, тривалість поливу визначаємо за формулою



$$t = \frac{m_{\text{бр}} \cdot F_{\text{пол}}}{86,4 \cdot Q \cdot \beta \cdot K_d} = \frac{453 \cdot 30,18}{86,4 \cdot 30 \cdot 0,9 \cdot 0,85} = 7 \text{ діб},$$

де $F_{\text{пол}}$ – площа поливу

$$F_{\text{пол}} = \frac{\pi R^2}{10000} = \frac{3,14 \cdot 310^2}{10000} = 30,18 \text{ га};$$

β – коефіцієнт, який враховує втрати води при поливі
 $\beta = 0,9$;

K_d – коефіцієнт, який враховує втрати робочого часу машини на ліквідацію незначних поломок, відмови НС чи зрошувальної мережі, метеоумови, технічне обслуговування, перебезування дощувальної машини, $0,82 \dots 0,85$.

Визначення продуктивності дощувальної машини.
Визначаємо змінну і сезонну продуктивність дощувальної машини “Фрегат”

$$F_{\text{зм}} = \frac{3,6 \cdot Q \cdot t_{\text{зм}} \cdot K_{\text{зм}} \cdot \beta}{m_{\text{бр}}} = \frac{3,6 \cdot 30 \cdot 8 \cdot 0,85 \cdot 0,9}{453} = 1,46 \text{ га/зм},$$

де $t_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, $t = 8 \text{ год}$;

$m_{\text{бр}}$ – поливна норма, $m_{\text{бр}} = 453 \text{ м}^3/\text{га}$;

Q – витрата дощувальної машини, $Q = 30 \text{ л/с}$;

$K_{\text{зм}}$ – коефіцієнт, який враховує втрати робочого часу на протязі зміни, для ДМ “Фрегат” $0,82 \dots 0,98$;

β – коефіцієнт, який враховує втрати напору, $\beta = 0,9$.

При цілодобовій роботі дощувальної машини “Фрегат”

$$F_{\text{сез}} = \frac{86,4 \cdot Q \cdot T \cdot K_d \cdot \beta \cdot \tau \cdot k_{\text{б}}}{m_{\text{бр}}} =$$
$$= \frac{86,4 \cdot 30 \cdot 10 \cdot 0,74 \cdot 0,9 \cdot 0,98 \cdot 0,96}{453} = 35,9 \text{ га/сез},$$

де T – тривалість роботи дощувальної машини, $T = 7 \dots 15$ діб/сез;

K_d – коефіцієнт, який враховує втрати робочого часу дощувальної машини на протязі сезону, $K_d = 0,74$ – для ДМ “Фрегат”;



τ – коефіцієнт, який враховує метеоумови, відкази в роботі НС і зрошувальної мережі, $\tau = 0,98$;

k_6 – коефіцієнт, який враховує затрати часу на перебазування дощувальної машини, $k_6 = 0,96 \dots 0,98$.

Визначення кількості одночасно працюючих дощувальних машин. Кількість одночасно працюючих дощувальних машин приймаємо 2 машини.

5. Проектування та розрахунки зрошувальної мережі

На зрошуваних землях проектується закрита провідна зрошувальна мережа у вигляді підземних трубопроводів (розподільчі та польові трубопроводи). Найбільш економічною рахується “Т” – подібна схема розміщення трубопроводів на плані. Закрита зрошувальна мережа при застосуванні широкозахватних дощувальних машин проектується тупиковою (рис. 5.1).

Подача води в зрошувальну мережу буде здійснюватися автономною насосною станцією, яка забирає воду із джерела зрошення (річка).

5.1. Визначення розрахункових витрат зрошувальної мережі

Основою для визначення витрат зрошувальних трубопроводів є максимальна кількість одночасно працюючих дощувальних машин “Фрегат”, яка визначається по графіку поливів, витраті дощувальної машини і технології поливів (одна дощувальна машина поливає 1 поле).

Максимальна кількість одночасно працюючих машин розставляється на самі віддалені поля сівозміни від точки водозабору. Знаючи витрати дощувальної машини визначаємо витрати зрошувальних трубопроводів.

5.2. Гідравлічні розрахунки зрошувальної мережі

Гідравлічні розрахунки трубопроводів полягають у визначенні:

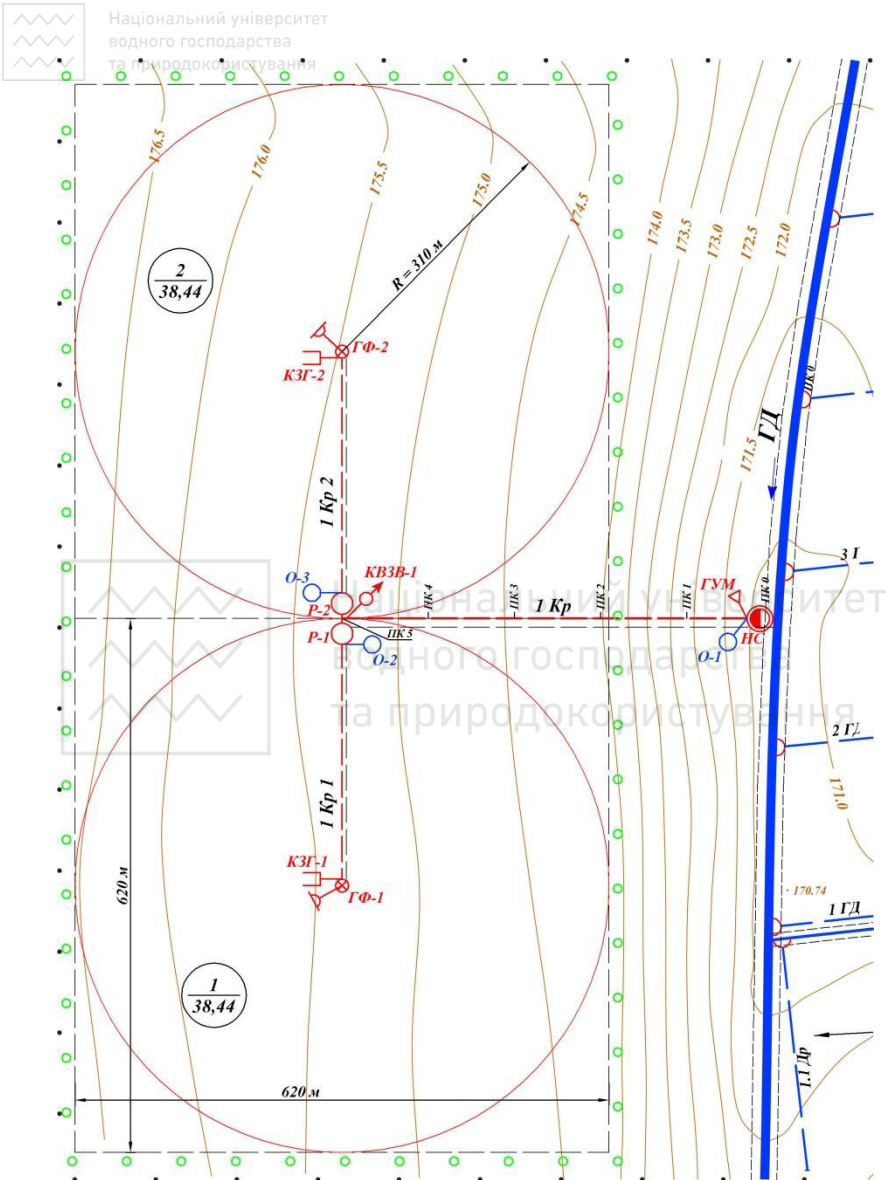


Рис. 5.1. План закритої зрошувальної мережі



- матеріалу трубопроводів;
- діаметрів трубопроводів;
- втрат напору в трубопроводах;
- повного напору насосної станції.

В якості матеріалу трубопроводів прийняті азбестоцементні труби марок ВТ-6, ВТ-9, ВТ-12.

Діаметри трубопроводів визначаємо таким чином

$$d_{\text{роз}} = 1130 \sqrt{\frac{Q}{V}}, \text{ мм},$$

де Q – витрата трубопроводу, $\text{м}^3/\text{с}$;

V – оптимальна швидкість руху води в трубопроводі,
 $V=1 \dots 1,5 \text{ м/с}$.

Умовний діаметр трубопроводу визначаємо по номограмі В.Г. Лобачова.

По сортаменту труб, прийнявши найближчий умовний діаметр визначаємо внутрішній діаметр трубопроводу.

Уточнюємо фактичну швидкість руху води в трубопроводі

$$V_{\phi} = \frac{4Q}{\pi \times d_{\text{вн}}^2}, \text{ м/с}$$

де $d_{\text{вн}}$ – внутрішній діаметр (стандартний діаметр), м ;

Втрати напору складаються із втрат напору по довжині і місцевих

$$h_w = h_l + h_m, \text{ м}.$$

Втрати по довжині визначаємо за формулою Дарсі-Вейсберха

$$h_l = \lambda \frac{V_{\phi}^2 \times l_{\text{тр}}}{2gd_{\text{вн}}}, \text{ м},$$

де V_{ϕ} – фактична швидкість руху води в трубопроводі, м/с ;

$l_{\text{тр}}$ – довжина трубопроводу, м ;

$d_{\text{вн}}$ – внутрішній стандартний діаметр, м ;

λ – гідравлічний коефіцієнт тертя, залежить від діаметру труб та коефіцієнту шорсткості, який в свою чергу залежить від матеріалу труб. Для азбестоцементних та залізобетонних труб при коефіцієнті шорсткості 0,012 гідравлічний коефіцієнт тертя становитиме:



при $d_{ум} = 200 \text{ мм} \Rightarrow \lambda = 0,026$, при $d_{ум} = 250 \text{ мм} \Rightarrow \lambda = 0,025$,
при $d_{ум} = 300 \text{ мм} \Rightarrow \lambda = 0,024$, при $d_{ум} = 350 \text{ мм} \Rightarrow \lambda = 0,023$,
при $d_{ум} = 400 \text{ мм} \Rightarrow \lambda = 0,022$, при $d_{ум} = 500 \text{ мм} \Rightarrow \lambda = 0,02$,
при $d_{ум} = 600 \text{ мм} \Rightarrow \lambda = 0,019$, при $d_{ум} = 700 \text{ мм} \Rightarrow \lambda = 0,019$,
при $d_{ум} = 800 \text{ мм} \Rightarrow \lambda = 0,018$.

Місцеві втрати напору $h_m = (10...15)\%$ від втрат напору по довжині

$$h_w = 1,1 \times \lambda \frac{V_\Phi^2 \times l_{mp}}{2gd_{\text{вн}}}, \text{ м}$$

Встановлюємо відмітки п'єзометричної лінії в кінці кожного зрошувального трубопроводу:

$$\downarrow \frac{ПЛ}{КТ} = \downarrow \frac{ПЗ}{КТ} + H_0, \text{ м}$$

де $\downarrow \frac{ПЛ}{КТ}$ – це відмітка п'єзометричної лінії в кінці зрошувального трубопроводу;

$\downarrow \frac{ПЗ}{КТ}$ – відмітка поверхні землі в кінці зрошувального трубопроводу;

H_0 – вільний напір на гідранті, $H_0 = 51 \text{ м}$.

Встановлюємо відмітки п'єзометричної лінії на початку кожного зрошувального трубопроводу, а також в точках розгалуження трубопроводу враховуючи втрати напору по довжині:

$$\downarrow \frac{ПЛ}{ПТ} = \downarrow \frac{ПЛ}{КТ} + h_w, \text{ м.}$$

Гідравлічний розрахунок трубопроводів проводимо в табличній формі (табл. 5.1) відповідно до розрахункової схеми (рис. 5.2). Повний напір насосної станції становить:

$$H_{НС} = \downarrow ПЛ - \downarrow НС = 213,2 - 170,9 = 42,3 \text{ м.}$$

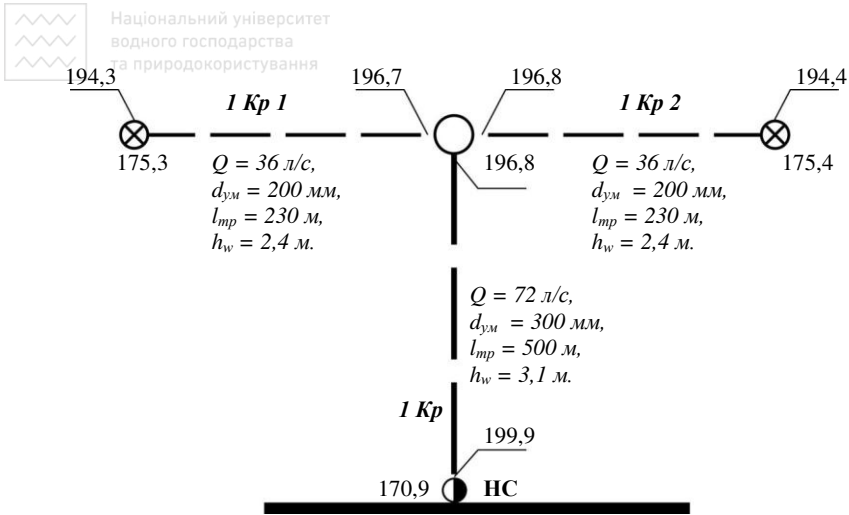


Рис. 5.2. Схема до гідралічного розрахунку трубопроводів

Таблиця 5.1
Гідралічний розрахунок трубопроводів

Найменування трубопроводу	Пікети		$L_{\text{тр}}$, м	Q , л/с	Діаметр трубопроводу, мм				$V_{\text{фак}}$, м/с	h_w , м	Відмітка п'єзометричної лінії в кінці ділянки	Відмітка п'єзометричної лінії на початку ділянки
	від	до			$d_{\text{роз}}$	$d_{\text{ум}}$	$d_{\text{вн}}$	$d_{\text{зов}}$				
1 Кр 2	0+00	2+30	230	36	214	200	196	224	1,19	2,4	194,4	196,8
1 Кр 1	0+00	2+30	230	36	214	200	196	224	1,19	2,4	194,3	196,7
1 Кр	0+00	5+00	500	72	303	300	289	324	1,10	3,1	196,8	199,9



6. Проектування доріг та гідротехнічних споруд

6.1. Дорожня мережа на осушувальній системі

Для ефективного використання осушуваних земель, підвезення насіння, добрив, пального і вивезення зібраного врожаю, а також для забезпечення нормального функціонування меліоративної системи проектується дорожня мережа.

Траси внутрішньогосподарських доріг розміщують по межах сівозмін, полів та інших угідь. Ширина проїжджої частини внутрішньогосподарських доріг приймається залежно від класу доріг, але не менше 3,5 м.

Польові дороги проектують для забезпечення заїзду на всі осушувані ділянки. Їх прокладають з низової сторони каналів, щоб дорожнє полотно не перешкоджало припливу поверхневих вод з прилеглої території.

Експлуатаційні дороги проектують вздовж магістральних та інших великих каналів з того боку, з якого впадає менша кількість бокових каналів.

6.2. Гідротехнічні споруди на осушувальній мережі

В місцях перетину доріг з каналами проектують трубчасті переїзди. На осушувальних системах двосторонньої дії на каналах проектують, як правило, по два шлюзи-регулятори – один у гирлі для створення підпору води, другий – водовипуск у верхів'ї каналу. При значній довжині каналів слід проектувати проміжні шлюзи.

На закритих дренажних системах влаштовують гирлові споруди і колодязі. Гирлові споруди являють собою кінцеву частину дренажного колектора довжиною 1,0...1,5 м, підсилену азбестоцементною трубою, і закріплену ділянку укосу каналу у місці виходу колектора.

Колодязі на дренажній мережі проектують таких типів: з'єднувальні, регулятори, поглиначі, відстійники, перепади.

При зволоженні вода з підвідного каналу через колодязі-регулятори, встановлені у верхів'ї дренажних систем, надходить у закриті зволожувальні колектори, а звідти – у дрени. При



цьому у всій закритій мережі створюється підпір води за допомогою регуляторів рівня, встановлених у нижніх колодязях. У періоди надлишку вологи у ґрунті відкриваються регулятори рівня і вода із закритої мережі вільно витікає в канали.

Дно колодязів заглиблюють на 0,4 м нижче підключення дренажних колекторів, щоб осідали завислі наноси. Тому колодязі всіх типів виконують функції осаджувальних.

6.3. Споруди і арматура на зрошувальних трубопроводах

На закритій зрошувальній мережі передбачено влаштування таких споруд:

- Розподільчих колодязів, які проектується в місцях розгалуження трубопроводів і служать для установки арматури.
- Опорожнювальні (скидні) колодязі, які влаштовуються в самих низьких місцях по трасах трубопроводів. Служать для спорожнення зрошувальної мережі на зимовий період або період ремонту.
- Гідранти, влаштовуються для підключення дощувальних машин на зрошувальній системі.

Для забезпечення надійності роботи закритої зрошувальної мережі на трубопроводах проектом передбачено влаштування спеціальної арматури, яку можна розбити на 4 групи:

1. Запірна арматура (засувки або поворотні затвори), які влаштовуються в головах польових трубопроводів. Засувки влаштовуються в колодязях.

2. Регульовальна арматура (регулятори тиску і регулятори витрат).

3. Аераційна арматура, служить для випуску і пуску повітря із зрошувальної мережі. До неї належать вантузи, клапани впуску і випуску повітря, клапани впуску та защемлення повітря. Вантузи влаштовують в найвищих точках.

Запобіжна арматура, служить для захисту трубопроводів від гідравлічного удару (гасники удару мембранні і клапани захисні гідравлічні).



ДОДАТКИ

Додаток 1

Врожайність сільськогосподарських культур та значення
коефіцієнтів α , n

№ з/п	Сільськогосподарська культура	Проектна врожайність, т/га	α , м ³ /т	n
1	Багаторічні трави на сіно	4,0...5,0	187,5	4,4
2	Однорічні трави на зелений корм	20...30	61,3	3,1
3	Озима пшениця	2,9...3,5	70,6	3,1
4	Озиме жито	2,7...3,2	70,6	3,1
5	Ячмінь	3,0...3,6	70,6	3,1
6	Овес	3,0...3,4	70,6	3,1
7	Кукурудза на силос	30...45	19,2	2,7
8	Зернобобові на зелений корм	30...35	61,3	3,1
9	Картопля	20...25	57,1	2,7
10	Буряк кормовий	37...43	24,6	3,1
11	Буряк цукровий	41...45	46,0	2,3
12	Буряк столовий	40...45	26,4	3,1
13	Морква	40...45	38,2	3,1
14	Помідори	20...25	24,3	3,1
15	Капуста пізня	30...35	36,3	3,1
16	Льон (волокно)	0,6...0,7	580,0	3,8



Швидкості та витрати води в дренажних колекторах

Внут- рішній діаметр колек- тора, мм	Швидкість течії води v , м/с									
	Пропускна здатність Q , л/с при похилах колекторів									
	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,01
75		0,26	0,32	0,37	0,42	0,46	0,49	0,53	0,56	0,59
		1,16	1,42	1,65	1,84	2,01	2,18	2,33	2,47	2,60
100	0,22	0,32	0,39	0,45	0,50	0,55	0,59	0,64	0,68	0,71
	1,77	2,50	3,08	3,54	3,96	4,33	4,68	5,01	5,31	5,60
125	0,26	0,37	0,46	0,52	0,59	0,64	0,69	0,74	0,79	0,83
	3,30	4,71	5,72	6,59	7,43	8,05	8,78	9,31	9,93	10,50
150	0,29	0,42	0,52	0,59	0,66	0,72	0,79	0,83	0,89	0,94
	5,24	7,45	9,15	10,47	11,97	12,80	14,00	14,80	15,80	16,60
175	0,33	0,46	0,57	0,67	0,74	0,82	0,87	0,93	0,96	1,04
	7,91	11,02	13,68	16,10	17,75	19,70	20,85	22,15	23,0	25,0
200	0,36	0,51	0,62	0,73	0,80	0,88	0,95	1,01	1,07	0,13
	11,24	15,94	19,50	22,60	25,20	27,60	29,8	31,8	33,8	35,6



Коефіцієнти біологічних кривих випаровування за
С.М. Алпатьєвим (дані УкрННПГіМа)

Від пророс- тання $\Sigma t^*!^*n$	Цукровий бурак	Кукурудза	Озима пшениця	Ярова пшениця	Томати	Картопля	Ліцерна при 5 покосах	Кукурудза на силос
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0-100	0,28	0,20	0,53	0,27	-	0,23	0,50	0,23
100-200	0,29	0,23	0,53	0,30	0,23	0,27	0,52	0,23
200-300	0,30	0,25	0,53	0,33	0,30	0,32	0,42	0,24
300-400	0,32	0,27	0,52	0,36	0,33	0,36	0,44	0,26
400-500	0,33	0,29	0,51	0,39	0,36	0,40	0,48	0,29
500-600	0,35	0,30	0,50	0,41	0,39	0,41	0,48	0,31
600-700	0,36	0,31	0,49	0,44	0,43	0,44	0,52	0,34
700-800	0,37	0,34	0,47	0,46	0,46	0,46	0,54	0,37
800-900	0,38	0,36	0,45	0,47	0,50	0,47	0,52	0,40
900-1000	0,39	0,38	0,43	0,46	0,52	0,47	0,42	0,42
1000-1100	0,40	0,40	0,42	0,44	0,53	0,47	0,44	0,43
1100-1200	0,41	0,41	0,41	0,41	0,53	0,45	0,46	0,45
1200-1300	0,42	0,42	0,37	0,40	0,52	0,44	0,52	0,47
1300-1400	0,43	0,44	0,34	0,37	0,50	0,42	0,53	0,48
1400-1500	0,45	0,45	0,30	0,34	0,47	0,39	0,53	0,48
1500-1600	0,46	0,48	0,26	0,30	0,45	0,37	0,42	0,49
1600-1700	0,47	0,49	0,25	0,27	0,42	0,37	0,43	0,49
1700-1800	0,48	0,49	0,19	-	0,40	0,33	0,45	0,48
1800-1900	0,49	0,48	-	-	0,39	0,31	0,47	0,47
1900-2000	0,49	0,46	-	-	0,38	0,30	0,49	0,46
2000-2100	0,50	0,45	-	-	0,37	0,28	0,51	0,44
2100-2260	0,49	0,43	-	-	0,37	0,27	0,52	-
2200-2300	0,48	0,40	-	-	0,36	0,25	0,52	-
2300-2400	0,47	0,37	-	-	0,35	-	0,42	-
2400-2500	0,46	0,35	-	-	0,35	-	0,44	-
2500-2600	0,45	0,32	-	-	0,35	-	0,46	-
2600-2700	0,43	0,29	-	-	0,34	-	0,48	-
2700-2800	0,42	0,26	-	-	0,33	-	0,49	-
2800-2900	0,41	0,25	-	-	0,33	-	0,51	-
2900-3000	-	-	-	-	-	-	0,52	-
3000-3100	-	-	-	-	-	-	0,52	-
3100-3200	-	-	-	-	-	-	0,42	-
3200-3300	-	-	-	-	-	-	0,46	-
3300-3400	-	-	-	-	-	-	0,49	-
3400-3500	-	-	-	-	-	-	0,52	-
3500-3600	-	-	-	-	-	-	0,52	-
3600-3700	-	-	-	-	-	-	0,42	-
3700-3800	-	-	-	-	-	-	0,46	-
3800-3900	-	-	-	-	-	-	0,49	-



Основні технічні характеристики дощувальних машин “Фрегат”

№	Марка машини	Витрата води на вході при нульовому похилі, л/с	Тиск води на вході при нульовому похилі, МПа	Мінімальна поливна норма, м3/га	Конструктивна довжина машини, м
1	ДМУ-Бнм 199-20	20	0,29	189	199
2	ДМУ-Бнм 229-25	30	0,3	220	229
3	ДМУ-Бнм 253-30	25	0,3	205	253
4	ДМУ-Бнм 283-30	30	0,32	242	283
5	ДМУ-Бнм 337-30	30	0,41	277	337
6	ДМУ-Бнм 379-40	40	0,32	226	379
7	ДМУ-Бнм 408-30	30	0,32	218	308
8	ДМУ-Бнм 409-45	45	0,34	239	409
9	ДМУ-Бнм 409-57	57	0,36	295	409
10	ДМУ-Бнм 434-50	50	0,35	252	434
11	ДМУ-Бнм 434-63	63	0,33	310	434
12	ДМУ-Бнм 463-57	57	0,38	260	463
13	ДМФ-К-А10-622-90	90	0,51	119	622,9
14	ДМФ-К-А3-203-36	36	0,19	110	203,6
15	ДМФ-К-А4-263-46	46	0,21	115	263,5
16	ДМФ-К-А5-323-57	57	0,24	120	323,4
17	ДМФ-К-А6-383-67	67	0,29	124	383,3
18	ДМФ-К-А7-443-77	77	0,35	126	443,2
19	ДМФ-К-А8-503-88	88	0,43	128	503,1
20	ДМФ-К-А9-563-90	90	0,48	129	563