

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства  
та природокористування

Навчально-науковий інститут водного господарства  
та природооблаштування

Кафедра водної інженерії та водних технологій

**01-01-56**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання курсової роботи з навчальної дисципліни  
«Проектування водогосподарських та природоохоронних  
систем» для здобувачів вищої освіти другого  
(магістерського) рівня за освітньо-професійними  
програмами спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво,  
водна інженерія та водні технології» денної та заочної форм  
навчання**

Рекомендовано  
науково-методичною радою з  
якості ННІВГП  
Протокол № 6 від 28.02.2020 р.

Рівне – 2020

Методичні вказівки до виконання курсової роботи з навчальної дисципліни «Проектування водогосподарських та природоохоронних систем» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійними програмами спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Рокочинський А. М., Турченко В. О., Коптюк Р. М., Волк П. П. – Рівне : НУВГП, 2020. – НУВГП, 2020. – 36 с.

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

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

Керівник групи забезпечення спеціальності

Хлапук М. М.

© А. М. Рокочинський,  
В. О. Турченко, Р. М. Коптюк,  
П. П. Волк, 2020  
© НУВГП, 2020

## ЗМІСТ

Вступ.....	3
Склад курсової роботи.....	4
Рекомендації до виконання курсової роботи.....	6
Додатки.....	35

## ВСТУП

Методичні вказівки призначені для надання допомоги студентам денної та заочної форм навчання за спеціальністю 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» при проектуванні технічно досконалих водогосподарських та природоохоронних систем в зоні достатнього та нестійкого зволоження.

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, насамперед ресурсозатратних, до яких відносяться польдерні осушувальні системи. Тому, у процесі розробки курсової роботи студенти повинні оволодіти сучасними методами проектування осушувально-зволожувальних систем польдерного типу.

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 осушувально-зволожувальної системи польдерного типу, планове положення колекторно-дренажної мережі із підгрунтовим зволоженням, поздовжній профіль по зволожувальному 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. Рельєф об'єкту та гідрографія.
    - 1.4. Ґрунти об'єкта.
  2. Сільськогосподарське використання та прогноз водного режиму ґрунтів.
    - 2.1. Вимоги сільськогосподарських рослин до водно-повітряного режиму ґрунту.
    - 2.2. Водно-балансові розрахунки.
    - 2.3. Розрахунок режиму підґрунтового зволоження.
  3. Проектування осушувально-зволожувальної системи польдерного типу.
    - 3.1. Проектування в плані відкритої провідної мережі .
    - 3.2. Проектування планового положення закритої провідної і регулюючої мережі.
    - 3.3. Розрахунки параметрів гончарного дренажу.
    - 3.4. Гідравлічний розрахунок колекторно-дренажної мережі із підґрунтовим зволоженням.
  4. Проектування заходів по захисту території від затоплення.
    - 4.1. Проектування і розрахунок огорожувальної дамби.
    - 4.2. Розрахунок насосної станції.
    - 4.3. Розрахунок регулюючого басейну.
  5. Проектування доріг та гідротехнічних споруд.
- Література.

### Рекомендована література

1. ДБН В.2.4.-1-99 «Меліоративні системи та споруди». К.: 2000. 176 с. URL: <http://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-288>.
2. Інженерний захист територій : навч. посібник / А.М. Рокочинський, В.А. Живиця, Л.А. Волкова, М.І. Ромашенко та ін; за ред. А.М. Рокочинського, Л.А. Волкової, В.А. Живиці, В.П. Чіпака. Херсон: ОЛДІ ПЛЮС, 2017. 355 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/15539/>.

3. Мелиорация и водное хозяйство. Часть 3. Осушение : справочник / Под ред. Б.С. Маслова. М.: Агропромиздат, 1985. 447 с.

4. 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. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/1647/>.

5. Основи систем автоматизованого проектування : навч. посібник / Рокочинський А.М., Наумчук О.М., Величко С.В., Коптюк Р.М.; за ред. проф. А.М. Рокочинського. Рівне: НУВГП, 2010. 178 с.

6. Проектирование осушительных систем : практикум. Н.А. Лазарчук, А.Н. Рокочинский, А.В. Черенков. К.: Вища школа, 1989. 208 с.

7. Проектування осушувальних систем з основами САПР : практикум / М.О. Лазарчук, А.М. Рокочинський, А.В. Черенков. – К.:ІСДО, 1984. 408 с.

8. Сельскохозяйственная мелиорация / за ред. Б.С. Маслова. М.: Колос, 1984. 512 с.

### **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 осушувально-зволожувальної системи польдерного типу із зображенням основних її елементів, а в масштабі 1:2000 – колекторно-дренажна мережа із під ґрунтовим зволоженням (осушувальні та зволожувальні канали і колектори, регулююча мережа, гідротехнічні споруди на них, насосні станції, напірний трубопровід, регулюючий басейн, огорожувальна дамба, 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:

Область – Житомирська;  
Район – Коростенський;  
Річка – Тенька;  
Розрахункова витрата весняної повені,  $\text{м}^3/\text{с}$  – 95;  
Норма опадів за рік, мм – 580;  
Норма опадів за вегетацію, мм – 332;  
Сума дефіцитів вологості повітря за вегетацію, мм – 740;  
Назва ґрунту – супісок;  
Коефіцієнт фільтрації, м/добу – 1,2;  
Повна вологоємність ґрунту,  $\omega_{\text{ПВ}}$ , % від об'єму – 42,8;  
Вихідна вологість ґрунту,  $\omega_{\text{вих}}$ , % від об'єму – 40,7;  
Глибина залягання водоупору, м – 12,8.

### 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. При цьому використовуються довідкова література та вихідні дані до виконання курсової роботи.

### 2. Сільськогосподарське використання та прогноз водного режиму ґрунтів

#### 2.1. Вимоги сільськогосподарських рослин до водно-повітряного режиму ґрунту

Проектом передбачено поліпшення земельних територій, що знаходяться під заболоченими сінокосами. Після покращення земельних угідь буде створено окультурений сінокіс.

Оптимальними умовами розвитку сільськогосподарських рослин є вологість ґрунту, глибина залягання рівня ґрунтової води та терміни відведення надлишкової води з перезволожених територій. Оптимальна вологість ґрунту для сільськогосподарських рослин подана в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Оптимальна вологість ґрунту с/г культур у % від повної  
вологоємкості

№ з/п	Назва сільськогосподарських культур	Мінеральні ґрунти		Торфові ґрунти	
		оптимальна %	мінімально-допустима %	оптимальна %	мінімально-допустима %
1	Зернові	70	65	–	–
2	Технічні	80	65	–	–
3	Багаторічні трави	85	75	75	60

Норма осушення при вирощуванні сільськогосподарських культур подана в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Норма осушення ґрунту при вирощуванні с/г культур (м)

№ з/п	Назва сільськогосподарських культур	Мінеральні ґрунти			Торфові ґрунти		
		на поч. вегет. періоду	сер. за вегет. період	макс. за вегет. період	на поч. вегет. періоду	сер. за вегет. період	макс. за вегет. період
1	Зернові	0,5	0,75	0,9	–	–	–
2	Технічні	0,55	0,85	1,0	–	–	–
3	Багаторічні трави	0,5	0,7	0,85	0,5	0,6	0,85

Допустимі терміни затоплення території та терміни відведення надлишкової води із ґрунту подано в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Допустимі терміни затоплення території та відведення  
води з ґрунту (дні)

№ з/п	Назва сільськогосподарських культур	Допустимий термін затоплення	Термін відведення надлишкової води			
			поверхневий шар	орний шар 0,2–0,25 м	з підорного шару	
					до 0,5 м	до 0,8 м
1	Зернові	–	0,5	1,2	2,5	4,5
2	Технічні	0,25	0,8	1,5	2,5	4,5
3	Багаторічні трави	7,0	1,2	2,5	3,5	6,5

## 2.2. Водно-балансові розрахунки

Розрахунок виконуємо для визначення необхідності зволоження багаторічних трав, які розташовані на заболоченій території та визначення необхідної кількості води для зволоження для року 75 % забезпеченості.

Розрахунок виконуємо за формулою:

$$W_k = W_n + N_e - E \pm m, \text{ м}^3/\text{га},$$

де  $W_k, W_n$  – вологозапаси в ґрунті на кінець та початок розрахункового періоду,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$N_e$  – ефективні опади за розрахунковий період для року 75 % забезпеченості,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$E$  – сумарне водоспоживання за розрахунковий період,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$\pm m$  – кількість води, яку необхідно відвести з території у вологий період або подати на зволоження в посушливий період за розрахунковий період,  $\text{м}^3/\text{га}$ .

Розрахунок виконуємо на 1 га меліорованої площі.

1. Сумарне водоспоживання для багаторічних трав визначаємо за формулою А.М. Янголя.

$$E = \alpha Y + n \cdot \sum D, \text{ м}^3/\text{га},$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт водоспоживання багаторічних трав,  $\text{м}^3/\text{т}$ ,  $\alpha = 187,5 \text{ м}^3/\text{т}$  (дод. 1);

$Y$  – урожайність культури,  $\text{т}/\text{га}$ ,  $Y = 4,0 \text{ т}/\text{га}$  (дод. 1);

$n$  – коефіцієнт, що залежить від середньої глибини залягання рівня ґрунтових вод,  $n = 5,2$  (дод. 1);

$\sum D$  – дефіцит вологості повітря за вегетаційний період для року 75 % забезпеченості,  $\text{мм}$ ,  $\sum D = 740 \cdot 1,15 = 851 \text{ мм}$ .

$$E = 187,5 \cdot 4,0 + 5,2 \cdot 851 = 5175 \text{ м}^3/\text{га}.$$

У зв'язку з тим, що розрахунок робимо для певного періоду, то отриману величину сумарного водоспоживання відповідно рекомендованим даним розподіляємо по місяцям вегетаційного періоду (див. табл. 2.4).



Таблиця 2.4

Сумарне водоспоживання багаторічних трав по місяцях  
вегетаційного періоду

Назва	IV		V		VI		VII		VIII		IX		Всього	
	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га
Багаторічні трави	4	207	20	1035	21	1087	21	1087	20	1035	14	724	100	5175

2. Розподіл опадів по місяцях вегетаційного періоду подано в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

## Розподіл ефективних опадів по місяцях вегетаційного періоду

Місяці вегетаційного періоду	Забезпеченість 75 %			
	опадів, Р, мм	об'єм опадів, м <sup>3</sup> /га	ефективні опадів, м <sup>3</sup> /га	% розподілу
Квітень	43	430	344	13
Травень	46	460	368	14
Червень	80	800	640	24
Липень	80	800	640	24
Серпень	46	460	368	14
Вересень	37	370	296	11
Всього	332	—	—	100

3. Розрахунковий запас вологи на початок IV місяця визначаємо за формулою:

$$W_n = 100H_p(\omega_{вих} - \omega_{min}), м^3 / га,$$

де  $H_p$  – розрахунковий шар ґрунту,  $H_p = 1,0 м$ ;

$\omega_{вих}$  – вихідна вологість ґрунту,  $\omega_{вих} = 40,7$  % від об'єму;

$\omega_{min}$  – мінімальна вологість ґрунту в період розвитку культури, для мінеральних ґрунтів

$$\omega_{min} = (0,7 \dots 0,75)\omega_{ПВ} = 0,75 \cdot 42,8 = 32,1, \% \text{ від об'єму};$$

$\omega_{ПВ}$  – повна вологоємність ґрунту,  $\omega_{ПВ} = 42,8$  % від об'єму;

$$W_n = 100 \cdot 1,0 \cdot (40,7 - 32,1) = 860 м^3 / га.$$

4. Маючи вихідну та прихідну частину водного балансу, його розрахунок по місяцях виконуємо в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

Розрахунок водного балансу для багаторічних трав  
по місяцях вегетаційного періоду, м<sup>3</sup>/га

Місяці	Показники		Багаторічні трави	$\Sigma + m$
IV	$W_n$		860	
	$N_e$		344	
	$E$		207	
	$m$	+	-	
		-	137	
$W_k$		860		
V	$N_e$		368	
	$E$		1035	
	$m$	+	-	
		-	-	
	$W_k$		193	
VI	$N_e$		640	
	$E$		1087	
	$m$	+	254	254
		-	-	
	$W_k$		0	
VII	$N_e$		640	
	$E$		1087	
	$m$	+	447	701
		-	-	
	$W_k$		0	
VIII	$N_e$		368	
	$E$		1035	
	$m$	+	667	1368
		-	-	
	$W_k$		0	
IX	$N_e$		296	
	$E$		724	
	$m$	+	428	1796
		-	-	
	$W_k$		0	

Розрахунок водного балансу показує, що у продовж вегетаційного періоду для отримання стабільного врожаю багаторічних трав необхідно виконувати їх зволоження.

Необхідна кількість води для зволоження становить  $\Sigma + m = 1796 \text{ м}^3 / \text{га}$ .

### 2.3. Розрахунок режиму підгрунтового зволоження

Режим зволоження – визначення величини поливної норми, кількості зволожений, та термінів їх проведення.

На масиві планується проводити періодичне (циклічне) підгрунтове зволоження. Воно полягає в багаторазовому штучному підйомі, а потім зниженні РГВ. Підйом РГВ здійснюється до глибини 0,4...0,6 м за рахунок подачі води у дрени та створення тиску води в них (рис. 2.1).

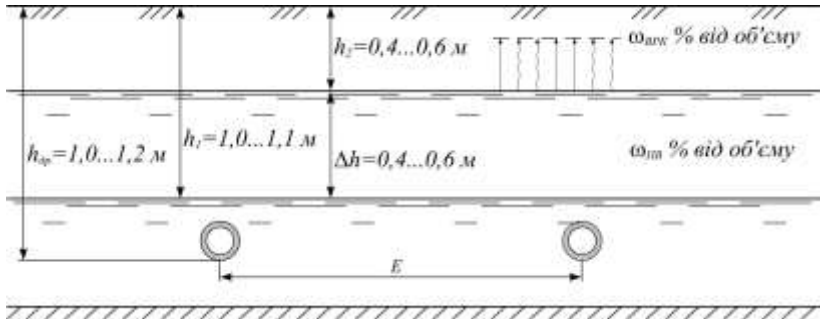


Рис. 2.1. Схема до розрахунку підгрунтового зволоження (періодичне шлюзування)

Норма зволоження нетто визначається за формулою

$$m_{\text{нет}} = \Delta W_{\text{зр}} + (\Sigma ET - \Sigma P), \text{ м}^3 / \text{га},$$

де  $\Delta W_{\text{зр}}$  – зміна запасів ґрунтових вод в шарі ґрунту  $h_1$  при їх підйомі на  $\Delta h$  з РГВ1 до РГВ2. Визначається за спрощеною формулою С.Ф. Авер'янова

$$\Delta W_{\text{зр}} = 100 \Delta h (\omega_{\text{пв}} - \omega_{\text{пк}}), \text{ м}^3 / \text{га},$$

де  $\Delta h$  – висота підйому РГВ,  $\Delta h = h_1 - h_2$ , м;

$h_1$  – глибина РГВ до зволоження,  $h_1 \leq h_{\text{др}} = 0,9 \dots 1,1$  м;

$h_{\text{др}}$  – глибина закладання дренажних труб, м;

$h_2$  – глибина РГВ після зволоження,  $h_2 = 0,4 \dots 0,6$  м .

$$\Delta h = 1,0 - 0,5 = 0,5 \text{ м},$$

$\omega_{ВРК}$  – вологість розриву капілярів ґрунту,  
 $\omega_{ВРК} = (0,6 \dots 0,7) \omega_{ПВ}$ , % від об'єму,

$$\omega_{ВРК} = 0,7 \cdot 42,8 = 30,0 \text{ \% від об'єму},$$

$$\Delta W_{cp} = 100 \cdot 0,5(42,8 - 30,0) = 640, \text{ м}^3 / \text{га},$$

$\sum ET$  – сумарне випаровування за період зволоження

$$\sum ET = 10 \cdot ET \cdot t_{зв}, \text{ м}^3 / \text{га},$$

$ET$  – водоспоживання за добу, 1,5...2,5 мм/добу;

$t_{зв}$  – тривалість зволоження, 5...7 діб;

$\sum P$  – сумарні опади за період зволоження

$$\sum P = 10 \cdot P \cdot t_{зв}, \text{ м}^3 / \text{га},$$

$P$  – опади за добу,  $P = 0$  мм/добу;

$$\sum ET = 10 \cdot 2,4 \cdot 5 = 120 \text{ м}^3 / \text{га},$$

$$\sum P = 10 \cdot 0 \cdot 5 = 0 \text{ м}^3 / \text{га},$$

$$m_{нт} = 640 + (120 - 0) = 760 \text{ м}^3 / \text{га}.$$

В процесі зволоження спостерігаються втрати води на випаровування з каналів, фільтрацію води на прилягаючі території. Ці втрати враховує коефіцієнт втрат, який становить  $k_{вт} = 1,2 \dots 1,4$ . Таким чином, враховуючи втрати води при проведенні зволоження культури поливна норма брутто становитиме

$$m_{бр} = k_{вт} \cdot m_{нт} = 1,2 \cdot 760 = 912 \text{ м}^3 / \text{га}.$$

Кількість зволень та терміни їх проведення визначаємо шляхом побудови інтегральної кривої дефіциту вологозапасів зони активного водоспоживання багаторічних трав.

Інтегральну криву будуємо по даним таблиці 2.6 шляхом відкладання на кінець кожного місяця величини дефіциту вологозапасів наростаючою сумою починаючи з місяця де величина вологозапасу має знак +. З'єднавши точки прямою

лінією отримуємо інтегральну криву дефіциту вологості зони активного водоспоживання (див. рис. 2.2).

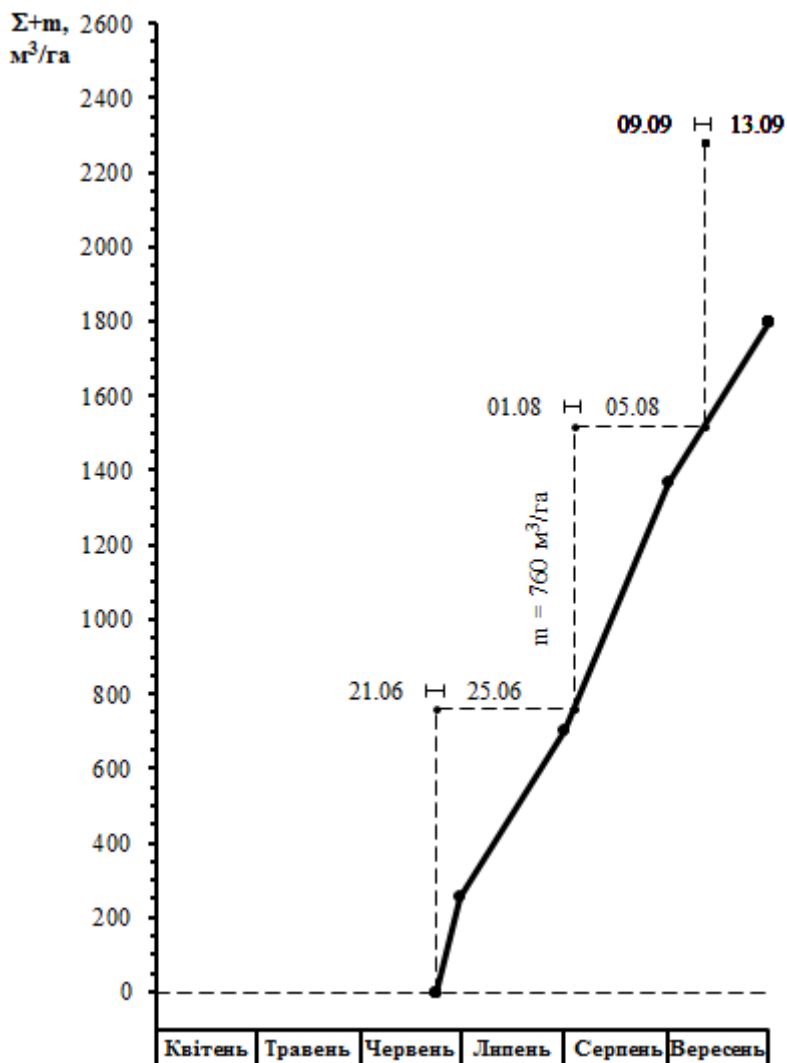


Рис. 2.2. Графік визначення строків поливу багаторічних трав

Визначаємо середню дату першого поливу

$$t_1 = \frac{W_{n-1} + N_{en}}{E_n} \cdot \tau,$$

де  $W_{n-1}$  – вологозапаси зони аерації для місяця  $(n-1)$ , де дефіцит вологи відсутній,  $m^3 / га$ .

$N_{en}$  і  $E_n$  – відповідно опади та водоспоживання для відповідного місяця  $(n)$  вегетаційного періоду, де вперше присутній дефіцит вологості зони активного водоспоживання;

$\tau$  – кількість днів даного місяця.

$$t_1 = \frac{193 + 640}{1087} \cdot 30 = 23.$$

Знаючи середню дату першого поливу, відкладаємо вертикально вгору значення величини поливної норми. Від даної точки проводимо горизонтальну лінію до перетину з інтегральною кривою дефіциту водного балансу і отримуємо дату другого поливу.

З даної точки відкладаємо значення величини поливної норми і аналогічно попередньому знаходимо дату наступного поливу і т.д. до повного покриття інтегральної кривої дефіциту водного балансу.

Від отриманої середньої дати зволоження, відступивши на 2...3 дня в одну і другу сторону, знаходимо дату початку та кінця поливу.

Отриманий режим зволоження багаторічних трав подано в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Режим зволоження багаторічних трав

№ поливу	Зволожувальна норма, $m^3/га$		Термін зволоження	
	$m^{нт}$	$m^{бр}$	початок	кінець
1	760	912	21.06	25.06
2	760	912	01.08	05.08
3	760	912	09.09	13.09
Сума	2280	2736		

### **3. Проектування осушувально-зволожувальної системи польдерного типу на плані**

#### **3.1. Проектування в плані відкритої провідної мережі**

В склад польдерної осушувальної системи входять захисні дамби, насосна станція, регулюючий басейн, огорожувальні дрени або канали, засоби електропостачання, зв'язку і автоматики. Якщо планується проведення додаткового зволоження, в склад системи входять зволожувальна насосна станція (вона може бути об'єднана з осушувальною насосною станцією), зволожувальні канали, трубопроводи і колектори.

На рівнинній частині заплави проектуємо замкнений польдер. Дамба польдера проектується вздовж річки та під прямим кутом до неї. Довжина бічних дамб встановлюється побудовою виходячи з умови що відмітки верху дамби по всій її довжині рівні відміткам поверхні землі в точці закінчення дамби.

Магістральний канал проектується вздовж річки, бічні канали – під прямим кутом до нього. Відстань між ними 400 – 600 м.

Між бічними каналами проектуються осушувальні та зволожувальні колектори. Зволожувальний канал проектується у верхній частині польдера (рис. 3.1).

#### **3.2. Проектування планового положення закритої провідної і регулюючої мережі**

Закрита провідна мережа призначена для збору та транспортування води, що потрапляє до регулюючої мережі, а також для регулювання стоку і підтримання в кореневмісному шарі ґрунту оптимальних рівнів води з допомогою регулюючих споруд та подачі води з вододжерела.

Закрита провідна мережа влаштовується у вигляді закритих дренажних колекторів. Мережа проектується по пониженнях місцевості (тальвегах). При необхідності проектуються додаткові колектори на схилах.

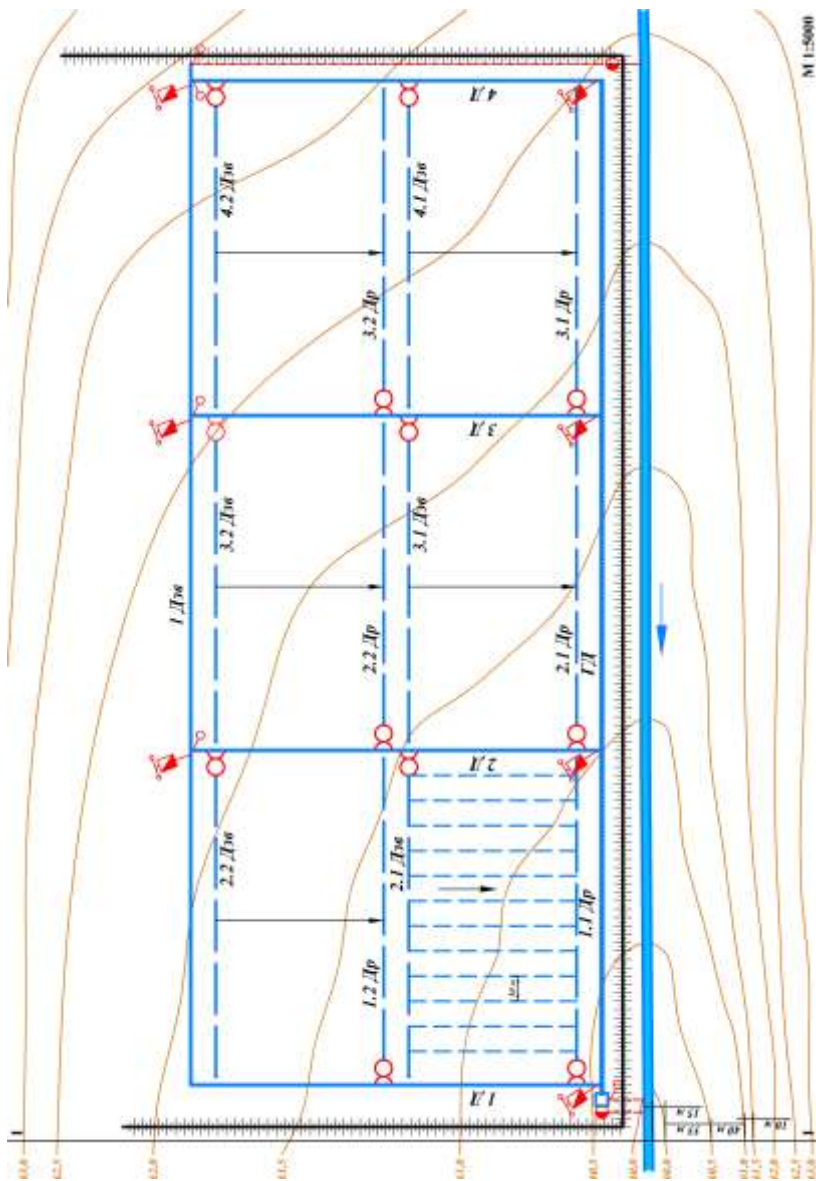


Рис. 3.1. План осушувально-зволожувальної системи



Довжина дренажних колекторів приймається до 1000 м , на безпохильних ділянках 300-400 м і уточнюється гідравлічним розрахунком в подальших розрахунках.

Відстань між дренажними колекторами залежить від схеми підключення до них регулюючих дрен, похилу місцевості і довжини впадаючих регулюючих дрен. Максимальна довжина дрен до 200 м з похилом в межах 0,002...0,006 (рис. 3.1).

### 3.3. Розрахунки параметрів гончарного дренажу

Відстані між дренами залежать від гідрогеологічних, геологічних та ґрунтових умов ділянки. Для визначення відстані між дренами, що працюють в режимі осушення, використовують формулу А.М. Янголя відповідно до розрахункової схеми на рис. 3.2.

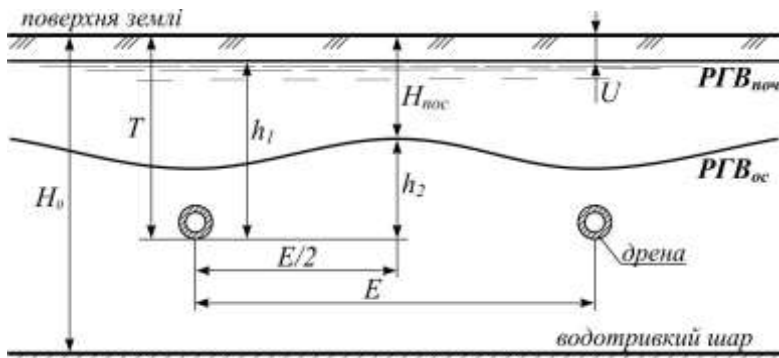


Рис. 3.2. Розрахункова схема для визначення відстані між дренами, що працюють в режимі осушення

Формула А.М. Янголя для визначення відстані між дренами, що працюють в режимі осушення

$$E = 2 \sqrt{\frac{k \cdot t_p \cdot h_1 \cdot h_2 \cdot B}{\beta(h_1 - h_2 \cdot \alpha) + N - e}}, \text{ м,}$$

де  $k$  – коефіцієнт фільтрації ґрунту, м/добу;

$t_p$  – розрахунковий передпосівний період зниження РГВ (10...15 діб);

$h_1$  – напір води на початку розрахункового передпосівного періоду, м

$$h_1 = T - U, \text{ м};$$

$h_2$  – напір води посередині між дренами наприкінці розрахункового періоду, м

$$h_2 = T - H_{\text{нос}}, \text{ м};$$

$B$  – коефіцієнт висячості дрени, визначається за формулою В.С. Козлова

$$B = 1 + 5,5 \sqrt{\frac{H_0 - T}{H_0} \cdot \frac{r_0}{T}};$$

$U$  – глибина залягання рівня ґрунтових вод на початку (РГВ<sub>поч</sub>) розрахункового передпосівного періоду (0...0,1 м);

$H_{\text{нос}}$  – необхідна глибина залягання РГВ<sub>ос</sub> (норма осушення) посередині між дренами на кінець передпосівного періоду (0,5...0,6 м);

$T$  – розрахункова глибина закладання дрени (1,0...1,2 м);

$H_0$  – глибина залягання водоупору, м;

$r_0$  – зовнішній радіус дрени (0,035 м);

$\beta$  – коефіцієнт водовіддачі ґрунту, для мінеральних ґрунтів визначають за формулою Г.Д. Еркіна

$$\beta = 0,056 k^{0,5} \cdot (H_{\text{нос}} - U)^{0,33};$$

$\alpha$  – коефіцієнт, що враховує кривизну депресійної поверхні, для закритих дрена приймають 0,8 ... 1,0;

$N$  – опади за розрахунковий передпосівний період (0,03...0,05 м);

$e$  – випаровування за той самий період (0,01 м).

$$\beta = 0,056 \cdot 1,2^{0,5} (0,5 - 0,1)^{0,33} = 0,0453;$$

$$B = 1 + 5,5 \sqrt{\frac{H_0 - T}{H_0} \cdot \frac{r_0}{T}} = 1 + 5,5 \sqrt{\frac{12,8 - 1,1}{12,8} \cdot \frac{0,035}{1,1}} = 1,94;$$

$$h_1 = T - U = 1,1 - 0,1 = 1,0 \text{ м};$$

$$h_2 = T - H_{\text{нос}} = 1,1 - 0,5 = 0,6 \text{ м};$$

$$E = 2 \sqrt{\frac{k \cdot t_p \cdot h_1 \cdot h_2 \cdot B}{\beta(h_1 - h_2 \alpha) + N - e}} =$$

$$= 2 \sqrt{\frac{1,2 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,94}{0,0453(1,0 - 0,6 \cdot 0,8) + 0,05 - 0,01}} = 29,65 \approx 30 \text{ м.}$$

Відстань між дренами, що працюють в режимі зволоження (рис. 3.3) визначають за формулою А.М. Янголя. З визначених відстаней в обох режимах приймають менше значення та заокруглюють до парних чисел.

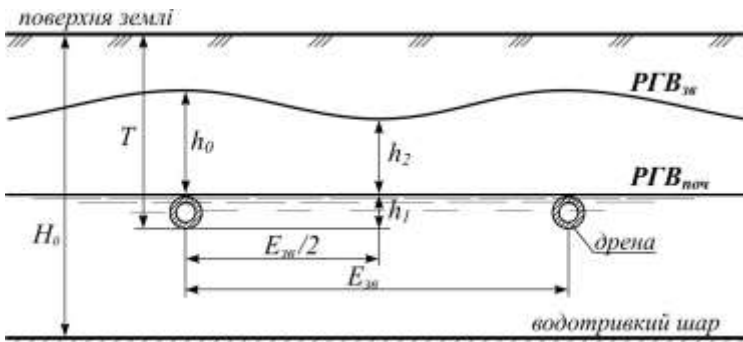


Рис. 3.3. Розрахункова схема для визначення відстані між дренами, що працюють в режимі зволоження

Формула А.М. Янголя для визначення відстані між дренами, що працюють в режимі зволоження

$$E_{зв} = 2 \sqrt{\frac{k \cdot t_{зв} \cdot (h_0^2 - h_2 \cdot h_1) \cdot B}{\beta \cdot (0,5 \cdot h_0 + \mu - h_1)}}, \text{ м,}$$

де  $t_{зв}$  – тривалість зволоження (3...5 діб);

$h_0$  – підпірний рівень води над дренаю,  $h_0 = T - (0,3...0,4)$ , м,

$$h_0 = T - (0,3...0,4) = 1,1 - 0,3 = 0,8 \text{ м;}$$

$h_1, h_2$  – напори ґрунтових вод по середині між дренами до початку та після зволоження,  $h_1 = 0...0,1$  м,  $h_2 = h_0 - 0,1$  м:

$$h_1 = (0...0,1) = 0,1 \text{ м,}$$

$$h_2 = h_0 - 0,1 = 0,8 - 0,1 = 0,7 \text{ м;}$$

$k, B, \beta$  – складові формули А.М. Янголя для режиму осушення;

$\mu$  – параметр, що визначається за формулою

$$\mu = \frac{h_2^2}{2\sqrt{h_0^2 - h_2^2}} \operatorname{arcsch} x,$$

де  $\operatorname{arcsch} x$  – гіперболічна функція, визначається за графіком (рис. 3.4) або за формулою  $\operatorname{arcsch} x = \ln(x + \sqrt{x^2 + 1})$ ,

$$x = \sqrt{\frac{h_0^2}{h_2^2} - 1}.$$

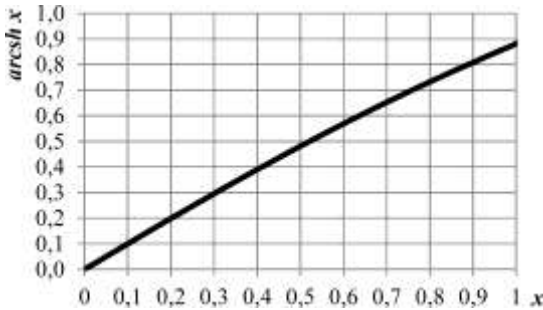


Рис. 3.4. Графік залежності  $\operatorname{arcsch} x$  від  $x$

$$x = \sqrt{\frac{h_0^2}{h_2^2} - 1} = \sqrt{\frac{0,8^2}{0,7^2} - 1} = 0,55;$$

$$\operatorname{arcsch} x = \ln(x + \sqrt{x^2 + 1}) = \ln(0,55 + \sqrt{0,55^2 + 1}) = 0,53;$$

$$\mu = \frac{h_2^2}{2\sqrt{h_0^2 - h_2^2}} \operatorname{arcsch} x = \frac{0,7^2}{2\sqrt{0,8^2 - 0,7^2}} \cdot 0,53 = 0,246 \text{ м};$$

$$E_{36} = 2 \sqrt{\frac{k \cdot t_{36} \cdot (h_0^2 - h_2 \cdot h_1) \cdot B}{\beta \cdot (0,5 \cdot h_0 + \mu - h_1)}} =$$

$$= 2 \sqrt{\frac{1,2 \cdot 5 \cdot (0,8^2 - 0,7 \cdot 0,1) \cdot 1,94}{0,0453 \cdot (0,5 \cdot 0,8 + 0,246 - 0,1)}} = 32,76 \approx 32 \text{ м}.$$

Відстань між дренами, що працюють в режимі осушення, становить  $E = 30\text{ м}$ , а в режимі зволоження –  $E_{зв} = 32\text{ м}$ .

Із визначених відстаней між дренами, що працюють в обох режимах приймаємо менше значення  $E = 30\text{ м}$ .

### 3.4. Гідравлічний розрахунок колекторно-дренажної мережі із підґрунтовим зволоженням

Мета гідравлічного розрахунку дренажних колекторів – визначення діаметру дренажних колекторів, місць зміни діаметрів та швидкості руху води в дренажних колекторах.

Розрахункові витрати які поступають в дренажний колектор залежать від площі обслуговування колектора та модуля зволоження, який має становити  $q_{зв} = 1,0 \dots 1,5\text{ л/с} \cdot \text{га}$  для оперативного проведення зволоження за 5...7 діб.

Визначаємо модуль зволоження за формулою

$$q_{зв} = \frac{m_{бр}}{86,4 \cdot t_{зв}} = \frac{912}{86,4 \cdot 7} = 1,5\text{ л/с} \cdot \text{га}.$$

Витрата в голові зволожувального колектора

$$Q_{кол} = q_{зв} \cdot A_{кол},\text{ л/с},$$

де  $A_{кол}$  – площа, яку обслуговує (зволожує) колектор, га.

Визначаємо витрату кожної дрени при зволоженні

$$Q_{зв}^{др1} = q_{зв} \cdot A^{др1} = 1,5 \cdot 0,6 = 0,9\text{ л/с},$$

де  $A^{др1}$  – площа яку зволожує дрена, га.

$$A^{др1} = \frac{E \cdot L_i}{10000} = \frac{30 \cdot 200}{10000} = 0,6\text{ га},$$

де  $E$  – відстань між дренами, м,

$L_i$  – довжина дрени, м.

На плані в масштабі 1:2000 трасу зволожувального колектора розбиваємо на пікети через 100 м і визначаємо пікетажне положення точок підключення дрен (рис. 3.5). Виконуємо побудову поздовжнього профілю по зволожувальному колектору з масштабами: В 1:100, Г 1:2000 (рис. 3.6).

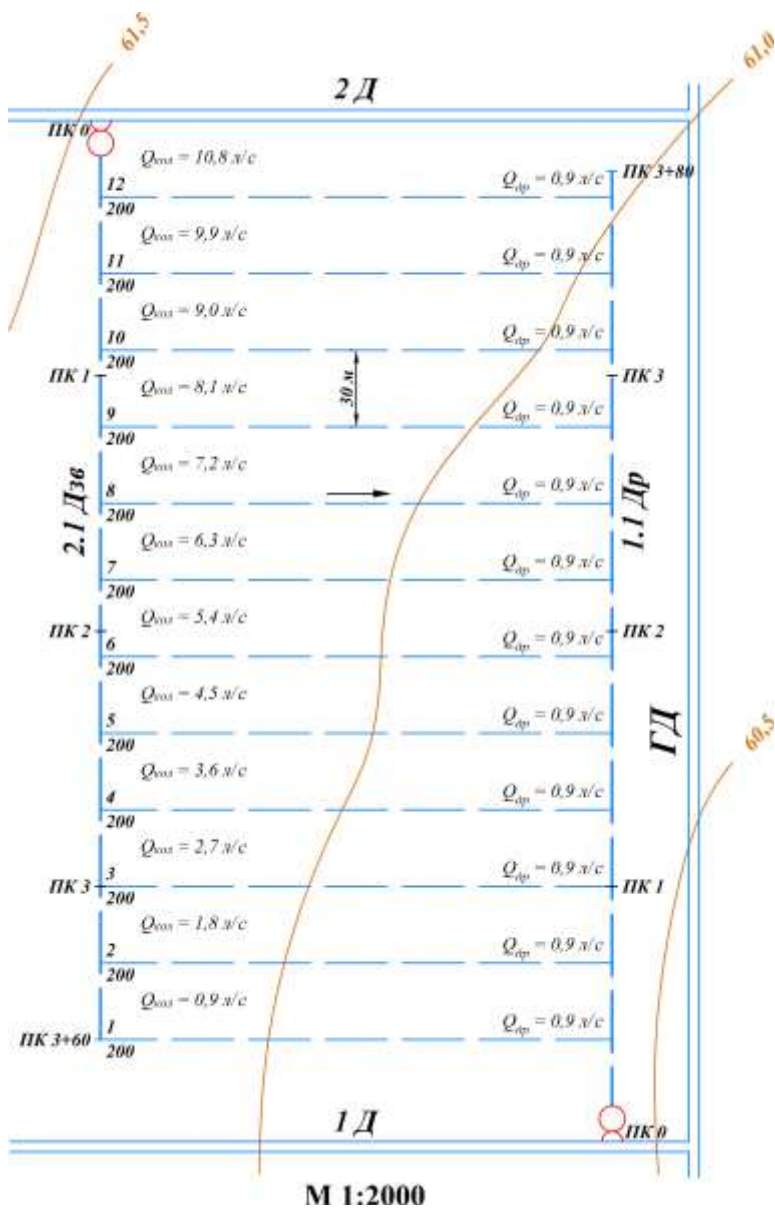


Рис. 3.5. План ділянки дренажу

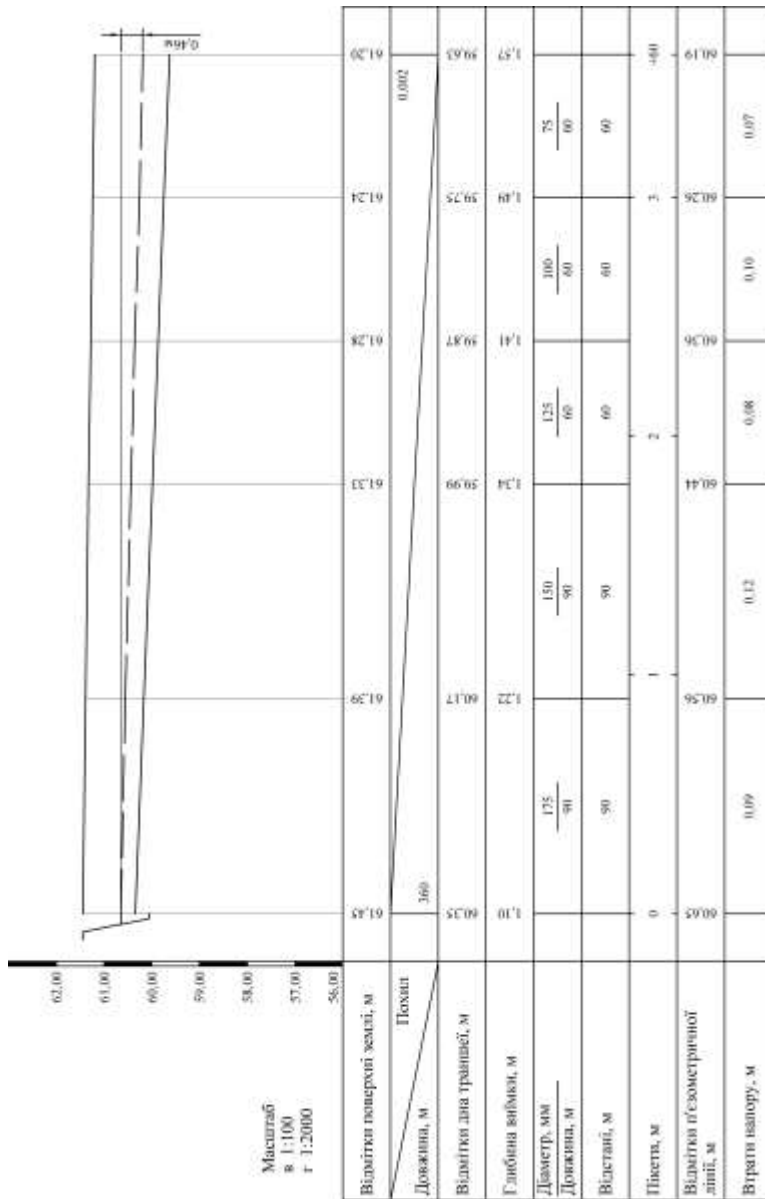


Рис. 3.5. Поздовжній профіль по зволожувальному колектору

Позначаємо на плані витрату кожної дрени і визначаємо транзитну витрату колектора на кожній ділянці від дрени до дрени. Результати заносимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1

Гідравлічний розрахунок колектора 2.1 Дзв

№ дрени	Ділянка		Похил, і	Q <sub>кол</sub> , л/с	D <sub>вн</sub> , мм	Табличне значення		V <sub>ф</sub> , м/с
	Пікетаж	Довжина, м				Q <sub>табл</sub> , л/с	V <sub>табл</sub> , м/с	
12	ПК 0+00 - ПК 0+30	30	0,002	10,8	175	11,02	0,46	0,45
11	ПК 0+30 - ПК 0+60	30	0,002	9,9	175	11,02	0,46	0,41
10	ПК 0+60 - ПК 0+90	30	0,002	9,0	175	11,02	0,46	0,37
9	ПК 0+90 - ПК 1+20	30	0,002	8,1	150	7,45	0,42	0,46
8	ПК 1+20 - ПК 1+50	30	0,002	7,2	150	7,45	0,42	0,41
7	ПК 1+50 - ПК 1+80	30	0,002	6,3	150	7,45	0,42	0,36
6	ПК 1+80 - ПК 2+10	30	0,002	5,4	125	4,71	0,37	0,44
5	ПК 2+10 - ПК 2+40	30	0,002	4,5	125	4,71	0,37	0,37
4	ПК 2+40 - ПК 2+70	30	0,002	3,6	100	2,50	0,32	0,46
3	ПК 2+70 - ПК 3+00	30	0,002	2,7	100	2,50	0,32	0,34
2	ПК 3+00 - ПК 3+30	30	0,002	1,8	75	1,16	0,26	0,41
1	ПК 3+30 - ПК 3+60	30	0,002	0,9	75	1,16	0,26	0,20

З поздовжнього профіля визначаємо похил колектора з точністю до 0,001. З таблиці гідравлічного розрахунку (типових) при відомій транзитній витраті колектора і похилі визначаємо діаметр колектора виходячи з умови що, транзитна витрата повинна бути максимально близька до табличної, а швидкість



знаходиться в межах від 0,2 до 0,5 м/с (дод. 2). Якщо транзитна витрата займає проміжне значення, то приймаємо більше значення діаметра колектора. Результати розрахунку зводимо в таблицю 3.1.

Визначаємо фактичну швидкість води у зволожувальному колекторі:

$$v_{\text{фак}} = \frac{4 \cdot Q_{\text{тр}i}^{\text{кол}}}{\pi \cdot D_{\text{кол}}^2}, \text{ м/с},$$

де  $Q_{\text{тр}i}^{\text{кол}}$  – транзитна витрата на певній ділянці,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$D_{\text{кол}}^2$  – внутрішній діаметр колектора, м.

Якщо  $v_{\text{фак}} < 0,2 \text{ м/с}$ , то змінюємо діаметр колектора на менший.

Втрати напору у зволожувальному колекторі визначаємо по ділянках з однаковими діаметрами  $D_i$ . Для цього визначається довжина кожної ділянки  $l_i$ , транзитна витрата і витрата, що йде на зволоження на кожній ділянці з однаковими діаметрами (табл. 3.2).

Транзитна витрата становитиме:

– перша ділянка

$$Q_{\text{тр}1} = Q_{\text{зв}}^{\text{кол}} - Q_{\text{зв}1}, \text{ л/с};$$

– наступні ділянки

$$Q_{\text{тр}i} = Q_{\text{тр}i-1} - Q_{\text{зв}i}, \text{ л/с},$$

де  $Q_{\text{тр}i}$  – транзитна витрата колектора на ділянці  $l_i$  з діаметром  $D_i$ ,  $\text{л/с}$ ;

$Q_{\text{зв}i}$  – витрата, що йде на зволоження на ділянці  $l_i$  з діаметром  $D_i$ ,  $\text{л/с}$ .

Сумарні втрати напору (по довжині та місцеві) на кожній ділянці колектора  $l_i$  з діаметром  $D_i$  визначаються за формулою

$$\Delta h_i = \frac{1,1(Q_{mpi} + 0,55 \cdot Q_{зв i})^2 \cdot l_i}{k_i^2}, \text{ м},$$

де  $l_i$  – довжина ділянки, м;

1,1 – коефіцієнт, що враховує місцеві втрати напору;

$k_i$  – витратна характеристика на ділянці  $l_i$

$$k_i = \frac{\pi D_i^2}{4} \sqrt{\frac{2gD_i}{\lambda}}, \text{ м}^3 / \text{с},$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт опору, що залежить від числа Рейнольдса (Re).

Таблиця 3.2

Визначення зволожувальних та транзитних витрат у зволожувальному колекторі 2.1 Дзв

№ дрени	Довжина ділянки, $l$ , м	$Q^{op}$ , л/с	$Q^{кол}$ , л/с	$D^{кол}$ , мм	$Q_{зв i}$ , л/с	$Q_{mp i}$ , л/с	$l_i$ , м
12	30	0,9	10,8	175	2,7	8,1	90
11	30	0,9	9,9	175			
10	30	0,9	9,0	175			
9	30	0,9	8,1	150	2,7	5,4	90
8	30	0,9	7,2	150			
7	30	0,9	6,3	150			
6	30	0,9	5,4	125	1,8	3,6	60
5	30	0,9	4,5	125			
4	30	0,9	3,6	100	1,8	1,8	60
3	30	0,9	2,7	100			
2	30	0,9	1,8	75	1,8	0	60
1	30	0,9	0,9	75			

Коефіцієнт опору для гончарних труб наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Коефіцієнт опору для гончарних труб

$D$ , мм	50 – 75	100	125	150	> 150
$\lambda$	0,03	0,026	0,023	0,022	0,02

Результати розрахунків із визначення втрат напору у зволожувальному колекторі наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Визначення втрат напору  
у зволожувальному колекторі 2.1 Дзв

№ з/П	$D^{кол}$ , м	$Q_{зв\ i\ b}$ , м <sup>3</sup> /с	$Q_{пр\ i\ b}$ , м <sup>3</sup> /с	$l_i$ , м	$\lambda_i$	$k_i$ , м <sup>3</sup> /с	$\Delta h_i$ , м
1	0,175	0,0027	0,0081	90	0,020	0,32	0,09
2	0,150	0,0027	0,0054	90	0,022	0,20	0,12
3	0,125	0,0018	0,0036	60	0,023	0,13	0,08
4	0,100	0,0018	0,0018	60	0,026	0,07	0,10
5	0,075	0,0018	0	60	0,030	0,03	0,07
Сума							0,46

#### 4. Проектування заходів по захисту території від затоплення

##### 4.1. Проектування і розрахунок огорожувальної дамби

На рівнинній частині заплави проектуємо замкнутий польдер. Магістральний канал проектуємо вздовж річки, регулюючий басейн і насосна станція в гирлі магістрального каналу.

Дамбу проектуємо вздовж річки і перпендикулярно до неї з двох боків. Довжина бокових дамб від річки до горизонту, що відповідає відмітці гребеня дамби. Дамба буде захищати рівнину частину заплави і проектується на відстані  $d = 8\text{ м}$  від річки (перше наближення).

Для визначення висоти незатоплювальної дамби необхідно знайти максимальну відмітку рівня води в заплаві при проходженні весняної повені розрахункової забезпеченості згідно розрахункової схеми (рис. 4.1). Будується поперечний переріз 1-1 заплави в масштабі вертикальний 1:100, горизонтальний 1:2000.

Визначаємо розміри поперечного перерізу дамби:

- ширина гребеня  $b_2 = 6\text{ м}$  (для проїзду по дамбі);
- в першому наближенні висоту дамби приймаємо  $h_0 = 2,0\text{ м}$ .

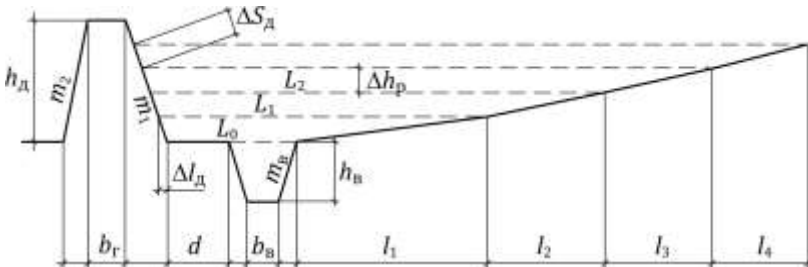


Рис. 4.1. Схема до розрахунку водозахисної дамби

- коефіцієнти закладання укосів при висоті дамби до 3 м для глинистих ґрунтів становлять: зовнішній  $m_1 = 2.0 - 2.5$ , приймаємо  $m_1 = 2.5$ , а внутрішній  $m_2 = 1.5 - 2.0$ , приймаємо  $m_2 = 2.0$ .

Проводимо гідравлічний розрахунок заповни під час проходження повені використовуючи формули рівномірного руху води у відкритих руслах.

Площа поперечного перерізу для русла річки

$$\omega_g = (b_g + m_g h_g) h_g, \text{ м}^2,$$

де  $b_g$  – ширина водотоку по дну,  $b_g = 6,0 \text{ м}$ ;

$m_g$  – коефіцієнт закладання укосу річки,  $m_g = 1,5$ ;

$h_g$  – глибина річки,  $h_g = 0,5 \text{ м}$ .

Площа поперечного перерізу при виході річки із заповни

$$\omega_n = \frac{L_{n-1} + L_n}{2} \Delta h_p + \omega_{n-1}, \text{ м}^2,$$

де  $L_n$  та  $L_{n-1}$  – відповідно верхня та нижня ширина  $n$ -го розрахункового шару  $\Delta h_p = 0,5 \text{ м}$  заповни у поперечному перерізі

$$L_n = L_{n-1} + \Delta l_d + l_n, \text{ м},$$

де  $\Delta l_d$  – наростаюча ширина дамби в горизонтальній площині для розрахункового шару заповни

$$\Delta l_0 = \Delta h_p m_1, \text{ м},$$

де  $m_1$  – коефіцієнт закладання зовнішнього укусу дамби;

$l_n$  – відстань між відмітками зі сторони заплави  $n$ -го розрахункового шару  $\Delta h_p$  у поперечному перерізі;

$\omega_{n-1}$  – площа попереднього (нижнього) поперечного перерізу  $n-1$  розрахункового шару  $\Delta h_p$ .

Для першого розрахункового шару заплави у поперечному перерізі нижня ширина  $L_0$  становитиме

$$L_0 = b_0 + 2h_0 \cdot m_0 + d, \text{ м}.$$

Змочений периметр для річки

$$\chi_0 = b_0 + 2h_0 \sqrt{1 + m_0^2}, \text{ м}.$$

Змочений периметр для першого розрахункового шару  $\Delta h_p$  заплави становитиме

$$\chi_1 = \chi_0 + \Delta S_0 + l_1 + d, \text{ м},$$

де  $\Delta S_0$  – довжина зовнішнього укусу дамби для розрахункового шару заплави

$$\Delta S_0 = \Delta h_p \sqrt{1 + m_1^2}, \text{ м}.$$

Для  $n$ -го розрахункового шару заплави змочений периметр становитиме

$$\chi_n = \chi_{n-1} + \Delta S_0 + l_n, \text{ м}.$$

Гідравлічний радіус визначається за формулою

$$R = \frac{\omega}{\chi}, \text{ м}.$$

Швидкісний коефіцієнт (коефіцієнт Шезі):

$$C = \frac{1}{n} R^y, \text{ м}^{0.5} / \text{с};$$

$$y = 1.5 \sqrt{n}, \text{ при } R \leq 1;$$

$$y = 1.3 \sqrt{n}, \text{ при } R > 1,$$

де  $n$  – коефіцієнт шорсткості. Для русла річки  $n = 0,035$ , для заплави  $n = 0,05$ .

Швидкість руху води в річці та заплаві

$$V = C\sqrt{R \cdot i}, \text{ м/с,}$$

де  $i$  – ухил річки та заплави,  $i = 0,001$ .

Витрата води в річці та заплаві

$$Q = \omega \cdot V, \text{ м}^3 / \text{с.}$$

Розрахунки проводимо пошарово для кожного розрахункового шару заплави починаючи з русла річки в табличній формі (табл. 4.1) та будуємо графік залежності  $Q = f(H)$  (рис. 4.2).

Таблиця 4.1

Гідрравлічний розрахунок заплави

Відм. пов. землі	$l$ , м	$\Delta h_p$ , м	$\Delta L_{дз}$ , м	$\Delta S_{дз}$ , м	$L$ , м	$\omega$ , м <sup>2</sup>	$\chi$ , м	$R$ , м	$n$	$y$	$C$ , м <sup>0,5</sup> /с	$i$	$V$ , м/с	$Q$ , м <sup>3</sup> /с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
59,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
59,8	-	-	-	-	15,5	3,38	7,80	0,43	0,035	0,28	22,56	0,001	0,47	1,59
60	15	0,2	0,5	0,54	31	8,03	31,34	0,26	0,05	0,34	12,65	0,001	0,20	1,61
60,5	55	0,5	1,25	1,35	87,25	37,59	87,69	0,43	0,05	0,34	15,01	0,001	0,31	11,65
61	40	0,5	1,25	1,35	128,5	91,53	129,04	0,71	0,05	0,34	17,80	0,001	0,47	43,02
61,5	10	0,5	1,25	1,35	139,75	158,59	140,39	1,13	0,05	0,29	20,72	0,001	0,70	111,01

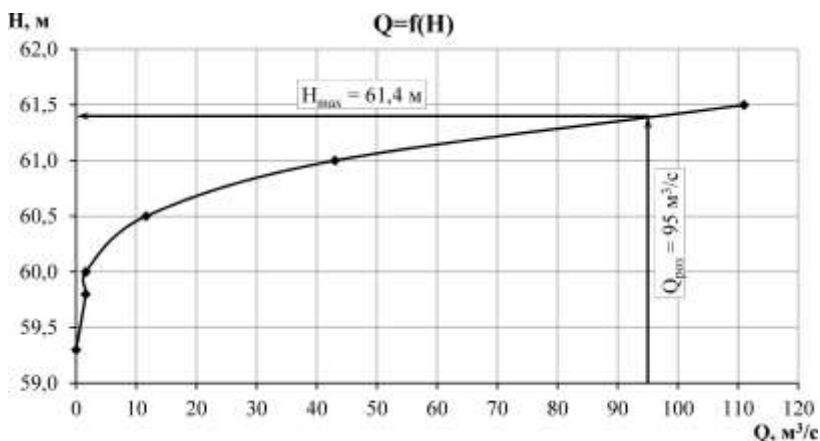


Рис. 4.2. Графік залежності  $Q = f(H)$

Встановлюємо максимальну відмітку рівня води в заплаві, користуючись графіком  $Q = f(H)$ ,  $Q_{роз} = 95 \text{ м}^3 / \text{с}$ ,

$$H_{max} = \downarrow PB_{max} = 61,4 \text{ м}.$$

Визначаємо відмітку дамби під час весняної повені

$$\downarrow ВД = \downarrow PB_{max} + \Delta h_1 + \Delta h_2, \text{ м},$$

де  $\downarrow PB_{max}$  – максимальна відмітка рівня води в річці, м;

$\Delta h_1$  – висота нахату вітрової хвилі (0,3 ... 0,4 м);

$\Delta h_2$  – конструктивний запас,  $\Delta h_2 = 0,5 \text{ м}$ .

$$\downarrow ВД = 61,4 + 0,3 + 0,5 = 62,2 \text{ м}.$$

Визначаємо розрахункову висоту дамби за формулою

$$h_0 = \downarrow ВД - \downarrow ПЗ, \text{ м},$$

де  $\downarrow ПЗ$  – відмітка поверхні землі, м.

$$h_0 = 62,2 - 60,2 = 2, \text{ м}.$$

Остаточна відстань від річки до основи дамби для мінеральних ґрунтів визначаємо за формулою

$$d = h_0 + 2 \cdot h_0, \text{ м}.$$

$$d = 0,5 + 2 \cdot 2 = 4,5 \text{ м}.$$

#### 4.2. Розрахунок насосної станції

Розрахунок насосної станції полягає у визначенні витрати та напору. Витрата насосної станції (НС) визначається за формулою

$$Q_{нс} = 0,001 \cdot q_{від} \cdot A_n, \text{ м}^3 / \text{с},$$

де  $q_{від}$  – модуль відкачки, який приймається по об'єктам аналогам. При площі польдера до 300 га

$$q_{від} = 1,5 \dots 1,7 \text{ л} / \text{с} \cdot \text{га};$$

$A_n$  – площа польдера,  $A_n = 62,5 \text{ га}$ .

$$Q_{нс} = 0,001 \cdot 1,7 \cdot 62,5 = 0,11 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Приймаємо кількість насосів  $n = 2 \dots 3 \text{шт}$  із співвідношенням їх витрат 1:1:1. Якщо  $Q_{nc} < 1,0 \text{ м}^3 / \text{с}$ , то приймається кількість насосів  $n = 2 \text{шт}$ . Витрата одного насоса становить

$$Q_{nc} = \frac{Q_{nc}}{n} = \frac{0,11}{2} = 0,055 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Встановлюємо повний напір НС

$$H_{nc} = H_z + h_w, \text{ м},$$

де  $h_w$  – витрата напору по довжині ( $h_w = 0,5 \dots 0,7 \text{ м}$ );

$H_z$  – геодезична висота подачі, визначається за формулою

$$H_z = \downarrow PB_{max} - \downarrow MK_{min}, \text{ м},$$

де  $\downarrow MK_{min}$  – мінімальна відмітка рівня води в МК (в регулюючому басейні)

$$\downarrow MK_{min} = \downarrow MK_{max} - A, \text{ м},$$

де  $A = 0,3 \dots 0,5 \text{ м}$  – амплітуда відкачки ( $0,3 \dots 0,5 \text{ м}$ );

$\downarrow MK_{max}$  – максимальна відмітка води в МК (в регулюючому басейні);

$$\downarrow MK_{max} = \downarrow ПЗ_{МК} - h_k, \text{ м},$$

де  $h_k$  – глибина води від поверхні землі в магістральному каналі у посівний період,  $h_k = 0,7 \dots 1,0 \text{ м}$ .

$$\downarrow MK_{max} = 60,4 - 1,0 = 59,4 \text{ м},$$

$$\downarrow MK_{min} = 59,4 - 0,5 = 58,9 \text{ м},$$

$$H_z = 61,4 - 58,9 = 2,5 \text{ м},$$

$$H_{nc} = 2,5 + 0,7 = 3,2 \text{ м}.$$

### 4.3. Розрахунок регулюючого басейну

Для оптимізації режиму відкачки води поряд з насосною станцією проектується регулюючий басейн.



Регулююча ємність акумулюється у регулюючому басейні, магістральному каналі і бокових каналах на ділянці поширення кривої спаду. Регулююча ємність у регулюючому басейні визначається за формулою

$$W_{PB} = 0,25 \cdot t_u \cdot Q_{In}, \text{ м}^3,$$

де  $t_u$  – тривалість циклу відкачки, с ( $t_u = 0,5 - 1 \text{ год}$ );

$Q_{In}$  – витрата одного насоса,  $\text{м}^3 / \text{с}$ .

$$W_{PB} = 0,25 \cdot 3600 \cdot 0,055 = 49,5 \text{ м}^3.$$

Встановлюємо площу басейну

$$F_{PB} = \frac{W_{PB}}{A}, \text{ м}^2.$$

$$F_{PB} = \frac{49,5}{0,5} = 99,0 \text{ м}^2.$$

Регулюючий басейн приймаємо квадратної форми.

$$L_{PB} = B_{PB} = \sqrt{F_{PB}} = \sqrt{99,0} = 9,95 \text{ м}.$$

Визначаємо глибину регулюючого басейну

$$H_{PB} = h_k + A + h_{mo}, \text{ м},$$

де  $h_{mo}$  – глибина мертвого запасу ( $1,0 - 1,5 \text{ м}$ ),  $h_{mo} = 1,0 \text{ м}$ .

$$H_{PB} = 1,0 + 0,5 + 1,5 = 3 \text{ м}.$$

## 5. Проектування доріг та гідротехнічних споруд

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. Вздовж доріг передбачають обочини шириною не менше 1,0 м.

Польові дороги проектують для забезпечення заїзду на всі осушувани 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.

В місцях перетину доріг з каналами проектують трубчасті переїзди. На осушувальних системах з попереджувальним шлюзуванням 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 таких відстанях, щоб різниця рівнів води верхнього і нижнього б'єфів споруди не перевищувала 40...60 см. Переїзди через канал по можливості слід влаштувати в місцях проектування шлюзів, тоді шлюзи-регулятори суміщаються з переїздами.

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 верхні колодязі-регулятори перекриваються, а відкриваються регулятори рівня, встановлені у нижніх колодязях, і вода із закритої мережі вільно витікає в осушувальні канали.

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

## ДОДАТКИ

Додаток 1

Врожайність сільськогосподарських культур та значення  
коефіцієнтів  $\alpha$ ,  $n$

№ з/п	Сільськогосподарська культура	Проектна врожайність, т/га	$\alpha$	$n$
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

Внутрішній діаметр колектора, 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