

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ  
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет водогосподарської інженерії та екології  
Кафедра водогосподарської інженерії

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри  
водогосподарської інженерії  
доцент \_\_\_\_\_ В.В. Коваленко  
« \_\_\_\_ » лютого 2021 р.

### **Пояснювальна записка**

до дипломної роботи  
ступінь вищої освіти «Магістр»

на тему: **Реконструкція ділянки зрошення в  
сільськогосподарському приватному підприємстві  
«Чумаки» Дніпровського району Дніпропетровської  
області**

Виконав: студент 2 курсу,  
групи МГГМЗ-1-19  
Спеціальність – 192 "Будівництво та  
цивільна інженерія"  
Освітня програма „Гідромеліорація”  
Говоруха Світлана Олександрівна

Керівник : доц. Коваленко В.В.

Рецензент : \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

#### **Консультанти:**

з охорони праці \_\_\_\_\_ доц. Годяєв С.Г.

з охорони навколишнього середовища \_\_\_\_\_ доц. Доценко В.І.

з економіки водного господарства \_\_\_\_\_ доц. Самілик Т.М.

**Дніпровський державний аграрно-економічний університет**  
 Факультет водогосподарської інженерії та екології  
 Кафедра водогосподарської інженерії  
 ступінь вищої освіти «Магістр»  
 Спеціальність – 192 "Будівництво та цивільна інженерія"  
 Освітня програма „Гідромеліорація”

ЗАТВЕРДЖУЮ:  
 Зав. кафедрою  
 водогосподарської інженерії  
 доц. \_\_\_\_\_ (В.В. Коваленко)  
 17 грудня 2020 р.

## **ЗАВДАННЯ**

на дипломну роботу студентів  
 Говорусі Світлані Олександрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема проекту: **Реконструкція ділянки зрошення в сільськогосподарському приватному підприємстві «Чумаки» Дніпровського району Дніпропетровської області**

керівник проекту \_\_\_\_\_ Коваленко Володимир Васильович, к. с.-г. н., доцент  
 затверджена наказом по агроуніверситету від «15» січня 2021 р. № 36

1. Термін здачі студентом закінченого проекту : « 17 » лютого 2021 р.

2. Вихідні дані до роботи:

1. План ділянки зрошення в горизонталях. 2. Агрогідрологічні властивості ґрунтів ділянки зрошення. 3. Довідникові матеріали з кліматичних, гідрологічних, геологічних та гідрогеологічних х-ках району проектування. 4. Кадастрові плани ділянки зрошення в М1:10000. 5. Інформація щодо якості зрошувальної води. Інтернет джерела відкритої інформації про водні об'єкти та гідротехнічні споруди на території дослідження

3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити) \_ Вступ. 1. Природно-кліматичні умови на території проектування. 2. Загальна х-ка та с-г. ПП « Чумаки». Обґрунтування реконструкції. 3. Водоспоживання с.-г. культур. Розрахунок режиму зрошення. 4. Конструктивні особливості та гідравлічний розрахунок зрошувальної мережі. 5. Дощувальні машини і техніка поливу. 6. Організація виробництва робіт з реконструкції зрошувальної мережі. 7. Оцінка впливу зрошувальної ділянки на навколишнє природне середовище. 8. Основи охорони праці при будівництві та експлуатації зрошувальної системи та безпека в надзвичайних ситуаціях . 9. Розрахунок економічної ефективності проекту. Висновки

4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) \_ Презентація в середовищі Power Point: постановочна частина магістерської роботи; природно кліматичні умови, результати досліджень, креслення

(Генплан , план ділянки зрошення, Поздовжні профілі, деталювальна схема, Гідравлічний розрахунок зрошувальної мережі) , висновки

### 5. Консультанти розділів проекту

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
6	Доц. Годяєв С.Г.		
7.	Доц. Доценко В.І.		
8	Доц. Самілик Т.М.		

6. Дата видачі завдання: «17» \_грудня\_\_2020\_ р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Вступ. Природно-кліматичні умови на території проектування. Обґрунтування реконструкції	10.2020 р.	
2	Загальна х-ка та с.г. ПП « Чумаки». Проектна сівозміна.	10.2020 р.	
3	Водоспоживання с.-г. культур. Розрахунок режиму зрошення.	10.2020 р.	
2	Конструктивні особливості та гідравлічний розрахунок зрошувальної мережі.	01.2021 р.	
5	Організація виробництва робіт з реконструкції зрошувальної мережі.	01. 2021 р.	
6	Оцінка впливу зрошувальної ділянки на навколишнє природне середовище.	05.02. 2021р.	
7	Основи охорони праці при будівництві та експлуатації зрошувальної системи та безпека в надзвичайних ситуаціях	05.02. 2021 р.	
	Розрахунок економічної ефективності проекту реконструкції зрошувальної ділянки. Висновки . Креслення	07.02.2020	
	Поточний контроль виконання ДП за планом	За графіком	
	Підготовка записки, графічної частини проекту, перевірка Антиплагіат	12.02.2021 р.	
	Представлення ДП на рецензію	22.02.2021 р.	

Студент-дипломник \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник проекту \_\_\_\_\_ / Коваленко В.В. \_\_\_\_\_

**ОСНОВНІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ  
ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ**

Показник	Одиниця виміру	Кількість
Зрошувана площа: брутто	га	60
нетто	га	58
Коефіцієнт земельного використання		0,90
Коефіцієнт корисної дії зрошувальної мережі		0,98
Коефіцієнт зрошення земель		0,98
Джерело зрошення – озеро імені Леніна (р. Самара)		
- відмітка рівня води при водозаборі з басейну	м	73,20
- коефіцієнт корисної дії водозабору	%	98
Сівозміна – овочева		
Кількість полів	шт	12
Спосіб водозабору – механічний (насосна станція)		
- витрата	л/с	54
- напір	м	55,7
Спосіб поливу – дощування МДУ-75	шт	4
Середньозважена зрошувальна норма	мм	1200
Поливні вегетаційні норми	м <sup>3</sup> /га	50-300
Зрошувальна мережа. Труби Ст:		
Ø 200 мм	м	3475
Ø 150 мм	м	1726
Гідротехнічні споруди на зрошувальній мережі:		
гідранти	шт.	24
вантузи	шт.	3
скидні споруди	шт.	1
Спостережні свердловини	шт.	3
Довжина доріг	км	1,85
Довжина лісосмуг	км	0,6
Кошторисна вартість будівництва	тис. грн	9317
Рівень рентабельності	%	24

## ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ.....	2
ОСНОВНІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ .....	4
РЕФЕРАТ .....	8
ВСТУП .....	9
<b>1. ПРИРОДНІ УМОВИ РАЙОНУ ПРОЕКТУВАННЯ .....</b>	<b>11</b>
1.1. Геоморфологічна характеристика поверхні ділянки зрошення .....	11
1.2. Геологічні та гідрологічні умови .....	12
1.3. Кліматична характеристика району проектування .....	13
1.4. Характеристика ґрунтового покриву .....	15
1.5. Джерело зрошення та його характеристика .....	16
<b>2 ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ .....</b>	<b>18</b>
2.1 Стан зрошувальної мережі до реконструкції .....	18
2.2. Обґрунтування меліоративних заходів .....	18
2.3. Особливості вирощування овочевих культур при зрошенні .....	21
<b>3. РЕЖИМ ЗРОШЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В</b>	
<b>СІВОЗМІНІ І ТЕХНІКА ЇХ ПОЛИВУ .....</b>	<b>33</b>
3.1. Обґрунтування способу і техніки поливу .....	33
3.2. Технічні характеристики мобільної дощувальної установки	
МДУ-75 .....	38
3.3. Обґрунтування року розрахункової забезпеченості для розрахунку	
режиму зрошення .....	42
3.4. Визначення норм і строків поливу .....	44
<b>4. ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ЗРОШУВАЛЬНОЇ ТА</b>	
<b>ДРЕНАЖНОЇ МЕРЕЖ НА ДІЛЯНЦІ ЗРОШЕННЯ .....</b>	<b>48</b>
4.1. Визначення конструкції зрошувальної мережі та її планове	
розміщення .....	48
4.2. Гідрравлічний розрахунок закритої зрошувальної мережі .....	48

4.3.	Проектування повздожніх профілів зрошувальних трубопроводів	51
4.4.	Проектування гідротехнічних споруд на зрошувальній мережі	52
4.5.	Вибір марки насоса	53
4.6	Прогноз рівня ґрунтових вод	55
4.7	Розрахунок параметрів горизонтального вибіркового дренажу	60
4.8.	Гідравлічний розрахунок дренажу	65
5.	ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА РОБІТ З ВІДНОВЛЕННЯ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ	69
5.1.	Розрахунок об'ємів земляних та монтажних робіт	69
5.2.	Підбір комплекту будівельних машин	72
5.3.	Розрахунок складу комплексної бригади будівельників	74
5.4.	Технологія виробництва робіт при будівництві зрошувальної та дренажної мереж	77
5.5.	Календарне планування будівництва зрошувальної системи	84
5.6.	Визначення кошторисної вартості будівництва	86
6.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	88
6.1.	Безпека при виконанні земляних робіт	88
6.2.	Вимоги безпеки праці при експлуатації машин і механізмів	93
6.3.	Вимоги безпеки праці при проведенні гідравлічних випробувань зрошувальних трубопроводів	95
6.4.	Розрахунок заземлення трансформаторної підстанції	97
6.5.	Оцінка негативних наслідків аварії на хімічному підприємстві	102
7.	ОЦІНКА ВПЛИВУ ВІДНОВЛЕННЯ ЗРОШЕННЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ	106
7.1.	Вплив на клімат і мікроклімат	106
7.2	Оцінка впливу зрошення на ґрунтовий покрив ділянки	107
7.3	Вплив на поверхневі води	109
7.4.	Вплив на підземні води	118
8.	РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ	120

8.1. Обґрунтування доцільності реконструкції за питомого розміру приведених витрат.....	120
8.2. Визначення капітальних вкладень на будівництво зрошувальної та дренажної мереж .....	128
8.3. Визначення показників ефективності відновлення зрошувальної системи.....	129
ВИСНОВКИ .....	134
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	136
ДОДАТКИ .....	141

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається із вступу, 8 розділів, висновків та переліку посилань. Додатків – 6. Повний обсяг роботи – 140 сторінок друк. тексту. Перелік посилань містить 56 найменувань. Креслень - 10

Об'єктом дослідження є сучасний стан існуючої зрошувальної мережі, землі господарства «Чумаки», багатогранність природно-кліматичних та ґрунтових умов

*Предметом* роботи є обґрунтування необхідності реконструкції та оптимальних параметрів зрошувальної мережі в умовах СГ ПП «Чумаки» Дніпровського району

*Метою* даної дипломної роботи є реконструкція зрошувальної мережі в сільськогосподарському приватному підприємстві «Чумаки» для збільшення інтенсифікації та ефективності сільськогосподарського виробництва

Методи дослідження: інженерного проектування, аналітичні методи,; застосовувались спеціалізовані програми «AutoCAD», «ABK-5», Google Earth., WaterLine

Ключові слова: дощування, реконструкція, технологія phjityuz nf будівництва.



## ВСТУП

Метою даного дипломного проекту є реконструкція зрошувальної мережі в сільськогосподарському приватному підприємстві «Чумаки» Дніпровського району Дніпропетровської області для збільшення інтенсифікації та ефективності сільськогосподарського виробництва.

Відповідно до мети роботи є об'єкт та предмет досліджень

Об'єктом досліджень є сучасний стан існуючої зрошувальної мережі, землі господарства, що знаходяться на терасі Дніпра та багатогранність природно-кліматичних та ґрунтових умов

Предметом у роботі вибрано обґрунтування найоптимальніших параметрів зрошувальної мережі в умовах СГ ПП «Чумаки» Дніпровського району.

Господарство знаходиться неподалеку від м. Дніпропетровська, тому доцільніше за все буде запроектувати овочеву сівозміну.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі задачі: навести характеристику природних умов району проектування; характеристику господарської діяльності СГ ПП «Чумаки» ; навести особливості вирощування сільськогосподарських культур при зрошенні; розрахувати поливні норми для всіх фенологічних фаз розвитку культур сівозміни; побудувати інтегральну криву дефіциту водоспоживання для культури сівозміни; провести розрахунок зрошувальної мережі; запроектувати колекторно-дренажну мережу та споруди на ній; розрахувати об'єми земляних і монтажних робіт; вибрати оптимальний комплект землерийних машин; ; скласти календарний план виробництва будівельних робіт; скласти локальний, об'єктний та зведений кошториси, які дадуть нам повну картину кошторисної вартості будівництва даного проекту.

Оскільки в період будівництва на ділянці зрошення буде здійснюватися вплив на клімат і мікроклімат, ґрунтовий покрив, поверхневі та підземні води – необхідно зробити оцінку впливу зрошеного пасовища на навколишнє середовище. Також необхідно навести заходи по охороні та безпеці праці при проведенні будівельних робіт та безпеки в надзвичайних умовах. І як підсумок зробити розрахунок економічної ефективності проекту зрошеної мережі та окремо навести техніко-економічні показники проекту.

## **1. ПРИРОДНІ УМОВИ РАЙОНУ ПРОЕКТУВАННЯ**

### **1.1 Геоморфологічна характеристика поверхні ділянки зрошення**

Ділянка зрошення в сільськогосподарському приватному підприємстві «Чумаки» розташований між річок Чаплинка і Кільчень і приурочений до балки що впадає в річку Кільчень. Абсолютні відмітки коливаються від 100 до 110 м, а переважаючий похил від 0,001 до 0,03. Ерозійна діяльність спостерігається на площі близько 35 га.

Рельєф зрошуваної ділянки приурочений водороздільним плато та його слабо пологими схилами. Водно-ерозійний підтип рельєфа території формує на слабопологих схилах еродовані ґрунти, які займають 33,5% досліджуємої площі. Рельєф ділянки пасовища водно-ерозійного підтипу. Переважаючі елементи рельєфу – плато водорозділу, які займають 50% досліджуємої території. Схили водорозділу слабо пологі та пологі.

### **1.2. Геологічні та гідрогеологічні умови**

В геоструктурному відношенні ділянка проектування відноситься до південно-західного частини Дніпропетровсько-Донецької впадини, в геологічній будові якої виділені відкладення архея, протерозоя, палеозоя, мезозоя а також кайнозоя [10]. Рівні підґрунтових вод на переважаючій частині території, а саме близько 67% складають 5-10 м – це головним чином водороздільне плато та верхня частина їх схилів. Мінералізація ґрунтових вод близько 1г/л, місцями до 1-3 г/л, гідро-карбонатного і сульфатно-гідрокарбонатно-натрієво-кальцієвого, кальцієво-магнієвого типів хімізму.

Породи архей – протерозойської групи представлені гранітами, що залягають на значній глибині та складають декілька сот метрів. До палеозойської групи відносять породи кам'яновугільної системи, яка представлена піщаниками, алевролітами, алевритами. Глибина їх закладання близько 250-300 м. Мезозойські утворення представлені відкладеннями піщаників, глини, вапняків, алевролітами. Глибина закладання відкладень 160-200 м. До кайнозойської групи входять палеогенова, неогенова і четвертина системи. До палеогенової системи відносяться породи буганської, київської, та харківської плит, представлені пісками, мергелями, глинами. Загальна потужність відкладень 150-200 м. До неогенової системи відносять відкладення сарматського яруса, представлені пісками та глинами, потужність їх змінюється від 28 до 50 м. Нерозчленовані нижньочетвертичні відкладення представлені червоно-бурими глинами, залягають на глибинах 18-22 м. Потужністю від 17 до 25 м [10].

Відкладення четвертичної системи представлені еолово-делювіальними суглинками які мають розвиток на водороздільних ділянках і алювіально-делювіальними суглинками на дні балок. Еолово-делювіальні суглинки суцільним чохлам потужністю 20-25 м покривають сарматські і нижньочетвертичні глини. Представлені відкладенням суглинками вофіловського, бугського, нерозчленованого калідаксько-прилукського, дніпровського і завадовського горизонтів. Завадовський горизонт має розвиток на нижньочетвертичних глинах представлений важкими та червоно-бурими суглинками. Потужність суглинків складає 2-5 м. Калідакські та прилукські суглинки представлені суглинками важкими та середніми жовто-бурими з розтіканням по тріщинам лесового матеріалу, грудкуватої структури, потужністю 2-3 м. Нижче розташовані водоносні горизонти не чинять впливу на гідромеліоративну обстановку, у зв'язку з розповсюдженням водоупорних червоно-бурих глин. Водопроникний горизонт алювіально-делювіальних відкладень має розвиток в днищах балок та приурочений до перевідкладених замульованими суглинками темно-сірого

кольору. Потужність водоносного горизонту 1,5-5,0 м. Мінералізація води 1-3 г/л. Хімічний тип води переважає гідрокарбонатний.

Живлення водоносного горизонту відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, а також за рахунок дренажу ґрунтових вод еолово-делювіальних відкладень. Водовмісними породами є лесовидні легкі, середні та важкі суглинки. Потужність водоносного горизонту змінюється від 10-12 до 15-20 м. Живлення водоносного горизонту відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів та існуючого зрошення на прилеглих територіях. Глибина залягання ґрунтових вод 0,5-12,5 м. Води в основному переважають гідрокарбонатні і гідрокарбонатно-сульфатні з мінералізацією 0,76-2,1 г/л. Коефіцієнт фільтрації складає 0,5 м/добу [10 ].

### **1.3 Кліматична характеристика району проектування**

Клімат території розташування культурного пасовища помірно-континентальний, визначається жарким та сухим літом і не дуже холодною зимою.

Середньобігаторічна температура складає  $+8,5^{\circ}\text{C}$ , максимальна температура спостерігається в серпні і досягає  $+40^{\circ}\text{C}$ , мінімальна – в лютому і складає  $34^{\circ}\text{C}$ . Середня тривалість безморозного періоду складає 190 днів. Сума ефективних температур вище  $+10^{\circ}\text{C}$  в середньому складає  $1312^{\circ}\text{C}$ , а вище  $+5^{\circ}\text{C}$  –  $2256^{\circ}\text{C}$ . Середні місячні значення основних кліматичних елементів по метеостанції Дніпропетровськ наведені в табл.1.1.

Сніговий покрив нестійкий з нерівномірною потужністю. Тривалість зберігання снігового покриву складає приблизно 80 днів. Так як сніговий покрив невеликий, то в холодні зими ґрунт промерзає на значну глибину, більше 1 м. Середня із максимальних глибин промерзання ґрунту дорівнює 61 см, найменша – 14 см, найбільша – 128 см.

Середня річна швидкість вітру складає 4,0 м/с, найбільша – 24 м/с. Ймовірність швидкості вітру більше 6 м/с за вегетаційний період становить 19,8%. Переважають вітри східного і північно-східного напрямків.

Таблиця 1.1 – Середні місячні значення основних кліматичних елементів за даними метеостанції Дніпро [ 53-55 ]

Елементи клімату	Місяць												Рік
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
Температура повітря, °С	-5,4	-4,8	0,4	9,4	15,4	19,6	21,3	21,3	15,4	8,8	2,0	-3,1	8,5
Опади, мм	36,7	31,5	27,4	41	42	64	54	42	31	33,5	36,2	43,0	448,2
Максимальна швидкість вітру, м/с	20	17	20	24	20	18	16	22	18	17	18	17	24
Відносна Вологість повітря, %	86	84	80	68	60	61	61	59	65	74	84	86	71
Випаровування з водної поверхні, мм	-	-	25	51	110	144	169	161	110	59	18	-	847
Випаровування з поверхні суші, мм	4	13	36	68	118	140	150	154	103	31	9	2	491
Температура поверхні ґрунту, °С	-6	-5	0	10	18	24	27	24	17	9	2	-3	10
Температура ґрунту на глибині 0,8м, °С	0,8	-0,5	0,6	6,0	13,1	17,5	20,3	21,0	18,3	12,8	7,9	3,2	10,1

Річна норма опадів складає 448,2 мм, із них за теплий період – 273,4 мм, за холодний – 174,8 мм. В сухі роки 75% забезпеченості річна сума опадів знижується до 355 мм. Найменша кількість опадів за місяць припадає на березень-квітень, найбільше – червень - липень. Літні опади мають зливовий характер, внаслідок чого їх використання для вегетації рослин невелике. Влітку також

часто бувають суховії. Значний дефіцит вологості повітря в літній період приводить до великої недостачі вологи в ґрунті та нестійких врожаїв сільськогосподарських культур при незрошуваному землеробстві.

#### **1.4. Характеристика ґрунтового покриву**

Ґрунтоутворюючі породи еолово-делювіальні, лесовидні суглинки, переважно середньо- та важкосуглинистого механічного складу.

Породи на проектній ділянці мають достатньо велику шпаруватість 47-49%, щільність 1,44-1,53 г/см<sup>3</sup>, добру та задовільну водопроникність що характеризується коефіцієнтом фільтрації 0,35-0,53 м/добу [ 51].

Ґрунтоутворюючі породи на переважаючій території характеризуються високим вмістом карбонатів( 11,1-15,7% CaCO<sub>3</sub> ), тільки по улоговинах стоку і на невеликих плацах, що займають блюдцеподібні пониження – 1,6-3,3%, що свідчить про значну інтенсивність промивного режиму на цих ділянках.

Основний підтип ґрунту, що сформувався в умовах автоморфного режиму – чорнозем звичайний. По потужності гумусованого профілю( 89-120см.) чорноземи звичайні відносяться до потужних.

Слабкозмиті види чорноземів мають гумусований профіль потужністю 70-80 см, намиті – 130-170 см.

В межах гумусованої частини профілю і до глибини 200 см. ґрунти незасолені, склад окремих іонів нижче порога токсичності для сільськогосподарських культур(Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>) щільний залишок коливається від 0,054 до 0,196%, хімічних тип переважно сульфатно-гідрокарбонатний, рідше сульфатний і хлоридно-сульфатний.

Ґрунти мають нейтральну або близьку до неї реакцію ґрунтового розчину рН 7,4-7,7. Співвідношення Ca/Na в орних горизонтах 3,5-4,0.

Сума поглинутих основ складає 29-31 мг-екв/100г. ґрунту, переважають кальцій і магній, склад склад поглинутого натрію складає 0,1-0,3 мг-екв/100г. ґрунту.

Ґрунти ділянки мають задовільні водно-фізичні і фільтраційні показники: пухке або трохи ущільнене складення орного горизонту(щільність 1,24-1,29г/см<sup>3</sup>, шпаруватість 49-52%), найменша вологоємкість 32-35%. Показники водопроникності, що визначають коефіцієнтами вбирання(1,7-2,1 мм/хв.) і фільтрації(0,6-0,9 м/добу), достатньо високі. Проте наявність в складі фракцій крупнопилуватих частинок(0,05-0,01 мм.) – 43-45% в основному шарі при зрошенні може привести до утворення на поверхні ґрунту слабководопроникної корки, яка знижує вбирання і фільтрацію вологи в 1,5-2 рази.

### **1.5. Джерело зрошення та його характеристика**

Вода для зрошення культурного пасовища забирається із озера ім. Леніна, яке знаходиться в гирлі річки Самара.

Мінералізація поливної води коливається в межах від 1,5 до 3 г/л. Це визначається, головним чином співвідношенням кількості води річок Дніпро, Кільчень, Самара. Відмічається ріст мінералізації поливної води на початку вегетаційного періоду з наступним зменшенням мінералізації до кінця вегетаційного періоду.

Значення рН поливних вод коливається від 7,5-8,0 до 8,2-8,5; склад СО<sub>3</sub> сягає 1,0-1,5 мг-екв/л; відношення кальцію до натрію становить 0,3-0,8 [12].

Дані хімічних аналізів поливної води за останні роки свідчить про те, що по ірригаційним показникам, в основу яких покладено співвідношення одно- та двохвалентних катіонів або співвідношення натрію до суми катіонів. Вода джерела зрошення класифікується як придатна або умовно придатна для зрошення із-за небезпеки вторинного засолення і осолонцювання ґрунтів.



Склад  $\text{NO}_3$  коливається в зрошувальних водах в межах 0,16-1,36 мг/л;  $\text{NH}_4$  – 0,44-0,47 мг/л;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – від 0,20 до 1,25 мг/л;  $\text{K}_2$  від 7,41 до 7,8 мг/л, що значно нижче допустимих концентрацій. Склад фтору в зрошувальних водах складає 0,50-0,57 мг/л (при ПДК-1,5 мг/л)

Розглядаючи джерело зрошення можна зробити висновок, що необхідно покращення води заходами хімічної меліорації і комплексу агро меліоративних заходів на ґрунтах.

Для дії солонцювання зрошувальних вод рекомендується внесення хімічних меліорантів – гіпсу або фосфогіпсу в дозах 1,7-2,6 та 2,1-3,2 т/га щорічно.

## **2 ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ**

### **2.1. Стан зрошувальної мережі до реконструкції**

На території сільськогосподарського приватного підприємства «Чумаки» в свій час працювали дощувальні машини «Дніпро» у складі Фрунзенської зрошувальної системи. На сьогодні практично «живими» залишилися лише насосні станції та магістральний канал системи. Згідно акту технічного обстеження трубопроводів зрошувальної системи по об'єкту в 2015 р., який проведений обласним управлінням водних ресурсів, було встановлене наступне:

1. Обстежувана внутрішньогосподарська зрошувальна система була введена в експлуатацію в 1974 р. загальною площею більш як 500 га. Полив здійснювався ДМ «Дніпро» від НСП-3 зрошувальної системи з водозабором із озера ім. Леніна в гирловій частині р. Самара.

2. В дійсний час частина даної зрошувальної площі знаходиться в господарському віданні СГ ПП «Чумаки».

3. Напірні трубопроводи на даній ділянці зрошення частково демонтовані, а ті, що залишилися, не придатні для подальшої експлуатації.

Все це спонукає проводити реконструкцію системи зрошення.

### **2.2 Обґрунтування меліоративних заходів**

Для обґрунтування необхідності зрошення в розглянутому районі варто зіставити два основних елементи водного балансу території: витратний тобто випаровуваність і прибутковий – атмосферні опади [39,40,48]. Суму

атмосферних опадів за вегетаційний період  $P$  визначають за їх місячними значеннями.

Для визначення величини випаровуваності  $E$  за місячні періоди з достатнім ступенем точності можна скористатись формулою М.М. Іванова [23,37]

$$E_M = 0,18(t_M + 25)^2 \left(1 - \frac{a_M}{100}\right), \quad (2.1)$$

де  $t_M$  - середня температура повітря за місяць, °С;

$a_M$  - середня за місяць відносна вологість повітря, %.

За обчисленими даними визначають індекс посушливості

$$K_C = \frac{\sum E_M}{\sum P}, \quad (2.2)$$

де  $\sum E_M$  - випаровуваність за вегетаційний період, мм;

$\sum P$  - сума атмосферних опадів за той же період, мм.

Розрахунок по визначенню величини  $K_C$  зручніше здійснювати в табличній формі. В табл. 2.1 наведений розрахунок  $K_C$  за даними метеостанції Павлоград. Якщо величина індексу посушливості  $K_C$  для даного району виявиться більше одиниці, то необхідне зрошення [32]. У випадку, якщо  $K_C$  дорівнює або близьке до одиниці, необхідно проаналізувати динаміку опадів протягом вегетаційного періоду і хід сумарного випаровування сільськогосподарських культур і при необхідності призначити додаткове зволоження ґрунту в окремі періоди вегетації.

Таблиця 2.1 – Розрахунок  $K_C$  за вегетаційний період за даними метеостанції Дніпро

Показник	Місяць						За вегетацію
	04	05	06	07	08	09	
Температура повітря, °С	9,4	15,4	19,6	21,3	21,3	15,4	
Відносна вологість повітря, %	68	60	61	61	60	65	
Випаровуваність, мм	69	120	138	149	150	104	730
Атмосферні опади, мм	41	42	64	54	42	31	274

Індекс посушливості $K_C$	1,67	2,87	2,16	2,76	3,56	3,35	2,66
---------------------------	------	------	------	------	------	------	------

В нашому випадку атмосферні опади у всі періоди менше за випаровуваність і коефіцієнт  $K_C$  завжди більше одиниці, а середнє його значення за вегетацію складає 2,66. Отже в розглянутому районі необхідно проводити зрошення.

Необхідною умовою високоефективного, екологічно безпечного використання зрошувальних земель стає розробка і впровадження комплексу заходів з управління родючістю зрошуваних земель, поліпшення їх агроекологічного стану та рівня використання. Цей комплекс повинен постійно адаптуватися до мінливості природних та антропогенних факторів з метою одержання максимально можливого прибутку при дотриманні вимог збереження земельних ресурсів, охорони ґрунтів і підтримання рівноваги природних процесів як у межах агроеліоративних ландшафтів, так і в біосфері в цілому.

З метою підвищення родючості зрошувальних земель СГ ПП «Чумаки» о прийняте рішення про відновлення та капітальний ремонт напірних трубопроводів обстеженої зрошувальної системи на площі 60 га, для організації поливу 4-ма дощувальними машинами шлангобарабанного типу МДУ 75 М вітчизняного виробництва.

Для відновлення напірних трубопроводів необхідно виконати наступні заходи:

1. Ремонтні роботи по заміні трубопроводів внутрішньогосподарської зрошувальної системи загальною довжиною 5,2 км.
2. Підключення проектованої зрошувальної мережі до НСП-3 біля села Маївка згідно технічних умов Павлоградського МУВГ.
3. Влаштування на проектованій зрошувальній мережі гідрантів для підключення дощувальних машин МДУ 75 М через 50 м.
4. Влаштування водомірного вузла з ультразвуковим витратоміром ИРКА виробництва ТОВ НВП «Водомер» (м. Харків) на виході з НСП-3.

5. Трубопроводи, які підлягають ремонту, передбачити із поліетиленових труб ПЕ-100 типу SDR 26 (6,0 атм).

### 2.3 Особливості вирощування овочевих культур при зрошенні

При вирощуванні овочевих культур на зрошуваних землях є свої особливості яких необхідно дотримуватись. В даному проекті передбачається вирощування овочів загальною площею 60 га (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Структура запроектованої зрошуваної овочевої сівозміни

Сільськогосподарська культура	Кількість ділянок	Зрошувана площа, га	Схема посадки, м	
			відстань між рядами	відстань між рослинами в ряду
Помідори	2	10	0,50+0,90	0,60
Огірки	1	5	0,50+2,30	0,30
Перець солодкий	1	5	0,50+0,90	0,25
Капуста рання	1	5	0,50+0,90	0,30
Капуста пізня	4	20	0,50+0,90	0,30
Цибуля	3	15	0,15+0,15+0,15+0,60	0,08
Всього	12	60		

Біологічні особливості вирощування овочевих культур представлені вище у вигляді агрокарти вирощування їх при зрошенні – чіткої формулювання та послідовності дій, і запозичені в [23].

«Біологічні особливості вирощування помідор. Томати належать до родини Пасльонові. Це досить теплолюбна однорічна культура. Насіння починає проростати при температурі не нижче +10-+15 °С. При температурі ґрунту +15 °С від сівби до сходів проходить 14-22 дні, а при температурі нижче +10 °С насіння не проростає. Найбільш сприятлива температура для росту і розвитку рослин +22-+25 °С вдень і +15-+18 °С – вночі. Зниження температури нижче +15 °С у цей період призводить до

затримки цвітіння, а при +10 °С затримується ріст рослин. Рослина характеризується підвищеними вимогами до світла [23]. Порівняно з іншими овочевими культурами, томати менш вимогливі до вологи. Вони розвивають потужну стрижневу кореневу систему. У безрозсадному способі вирощування томатів при оптимальній вологості ґрунту, основна маса коренів розміщується в шарі 0-60 см. При розсадному способі вирощування, основна маса коренів розташована в шарі 0-30 см, рідше досягає 50 см. Томати найбільш вимогливі до вологи в період масового плодоутворення. Нестача вологи в цей період призводить до опадання квіток і зав'язей, затримується ріст і утворення плодів на бічних пагонах». За тривалістю вегетаційного періоду (від появи сходів до досягнення перших плодів) сорти томатів поділяють на ранньостиглі 100-105 днів, середньоранні 106-110, середньостиглі 111-115, середньопізні 116-120 і пізньостиглі більше 120 днів».

**«Підготовка ґрунту.** Після збирання попередника проводять одно- чи дворазове дискування для подрібнення рослинних залишків. Потім здійснюють оранку на глибину 25-30 см. Ранньою весною – необхідне боронування і культивація».

**Зрошення.** «На півдні України томати бажано вирощувати лише при зрошенні. Краплинне зрошення є найбільш прогресивним способом поливу. При цьому способі поливу досягається найбільш рівномірний розподіл вологи для рослин. Разом з поливом є можливість проводити підживлення рослин мінеральними добривами з точним регулюванням доз. Система краплинного зрошення монтується до посіву або висадження розсади. Краплинна трубка укладається разом з посівом переустаткованою сівалкою або відразу ж після посіву вручну. Це дозволяє відразу після висіву розпочати поливи й отримати гарантовані сходи. Забезпеченість томатів вологою в різні фази розвитку і при різних способах вирощування (розсадний і безрозсадний) неоднакова. При безрозсадному вирощуванні для нормального розвитку кореневої системи вегетативної маси оптимальний

діапазон вологості в період сходи-початок плодоутворення є 70-100 % НВ. У період масового плодоутворення вологість ґрунту не повинна знижуватись нижче 80-85 % НВ. В останній період передполивна вологість не повинна бути менше 70 % НВ. Для розсадного томату, після висаджування, вологість ґрунту має становити не менше 80 % НВ. Після того, як розсада прижилась, режим вологості ґрунту підтримують аналогічно до варіанту безрозсадного способу вирощування. Протягом періоду вегетації змінюється також необхідний об'єм зволоження ґрунту, тобто ширина і глибина зволоженої зони. Ширина смуги зволоження визначається шириною висіву і в початковий період вегетації повинна бути не менше 40 см. При такій ширині глибина промочування на суглинистих ґрунтах становить 20-25 см. З початком плодоутворення об'єм зволоження ґрунту з кожним поливом необхідно поступово збільшувати і протягом всього періоду плодоношення смуга зволоження повинна бути не менше 60 см при глибині 40 см. Площа зволоження в першому випадку складає 20-22 %, у другому збільшується до 35 % від загальної площі поля. Залежно від значення передполивної вологості ґрунту, ширини і глибини смуги зволоження змінюється і величина поливної норми. На суглинистих ґрунтах, в період приживання розсади томатів – початку плодоутворення, при розташуванні поливного трубопроводу з водовипусками через 30 см і передполивній вологості ґрунту не нижче 70 % НВ поливна норма складає 50-60 м<sup>3</sup>/га. Тривалість поливу з такою величиною поливної норми складає приблизно три години. На початку плодоутворення і в період плодоношення з передполивною вологістю ґрунту 80-85 % НВ, шириною смуги 60 см і глибиною 40 см при однострічковій схемі висіву величина поливної норми відповідно складає 70-90 м<sup>3</sup>/га. Для поливу такою нормою необхідно від 3,5 до 5 годин. У період інтенсивного водоспоживання міжполивний період складає не більше 3-4 днів. З підвищенням урожайності для підтримання оптимальної вологості ґрунту необхідно проводити поливи значно рідше, нормою 110-130 м<sup>3</sup>/га» [23].

**Біологічні особливості вирощування огірків [23].** «Огірки – однорічна трав'яниста рослина родини Гарбузові. Корінь стрижневий, дуже розгалужений, основна маса коренів розташована в орному шарі, а окремі можуть проникати на глибину до 1 м. Стебло повзуче, розгалужене, п'ятигранне із жорстким опушенням. Довжина головного стебла і кількість пагонів залежить від сортових особливостей та умов вирощування. Рослини утворюють квітки трьох типів: жіночі, чоловічі і гермафродитні. Листки черешкові, в пазухах кожного листка, починаючи з третього, утворюються вусики. Плоди розрізняють за розміром, формою, масою, забарвленням, характером опушення. Опушення буває просте, складне і змішане, забарвлення опушення – біле, буре або чорне. Вважають, що плоди, придатні для соління, повинні мати чорне опушення. Огірки відносять до рослин короткого дня. Вирощування в умовах короткого дня (10-12 годин) прискорює розвиток рослин, підвищується урожайність. Продовження тривалості світлового дня до 16 годин стимулює початок плодоношення, знижує урожайність. Селекціонерами створено багато різних сортів і гібридів, які пристосовані до певної тривалості дня. Огірки добре плодоносять тільки на відкритих, освітлених ділянках. Огірки – теплолюбна культура, процеси росту проходять при температурі від +14 до +42 °С. В цілому для рослин необхідна рівномірна середньодобова температура повітря, незначні добові зміни і повільне зниження її наприкінці вегетаційного періоду. Насіння починає проростати при температурі +12-+13 °С, а листки і плоди ростуть при +15-+16 °С. При підвищенні температури до +25 °С проростання насіння прискорюється і сходи з'являються на 4-5-й день, а при +17-+20 °С на 10-й день. При зниженні температури до +8-+10 °С ріст і плодоношення рослин припиняється, а при зниженні її до +3-+4 °С протягом 3-4 днів рослини гинуть. Огірки вимогливі до вологості ґрунту і повітря, у зв'язку з тим, вегетативна наземна маса велика і випаровує багато води, а коренева система їх розміщується у верхніх шарах ґрунту і порівняно з листовою поверхнею розвинена слабше. Оптимальна відносна вологість



повітря для огірків – 80-90 %. Критичні періоди забезпечення вологою бувають при утворенні 2-3 листків і плодоношенні. Надлишкова вологість ґрунту, вище 85 % НВ, особливо при зниженні температури, шкідлива для рослин. Стійкість рослин до низької вологості повітря зростає з підвищенням вологості ґрунту. За стиглістю огірки поділяють на скоростиглі – 40-45 днів, середньостиглі – 46-50 і пізньостиглі понад 50 днів. Сучасні сорти та гібриди огірків навіть за мінімального догляду дають можливість отримати урожайність не менше 30-35 т/га. Висока технологія, яка передбачає вирощування огірків на шпалері з використанням краплинного зрошення, мінеральні і органічні добрива, засоби захисту рослин, забезпечує високу урожайність (до 100 т/га і більше)».

**Схема посадки.** «Огірки можна вирощувати на шпалері і без неї. В даному дипломному проекті прийнята схема вирощування без шпалери. Відстань між стрічками 2,8 м, між рядками 0,5 м, між рослинами в рядку 0,3 м. Площа живлення однієї рослини – 0,42 м<sup>2</sup>, щільність посадки – 23,8 тис. рослин на га» [23]. .

**Зрошення.** «Огірки потребують високої вологості повітря і ґрунту, особливо в період проростання насіння і появи сходів. Систему краплинного зрошення монтують до посіву, з тим щоб мати можливість зробити своєчасний полив і отримати вирівняні сходи. Наступні поливи варто розпочинати з 3-4 листочків, щоб сформувати більш могутню і глибоку кореневу систему. Оптимальна передполивна вологість ґрунту для огірків до початку плодоутворення складає 75-80 % НВ. В період плодоутворення – 85-90 % НВ. На початку вегетації до початку плодоутворення глибина зволоженої смуги складає 15-20 см з шириною до 30 см. З початку плодоутворення і під час всього періоду плодоношення глибина зволоження ґрунту повинна бути 30-35 см, утворюючи смугу зволоження шириною близько 50 см. До кінця вегетації частота поливів зменшується. Вологість ґрунту в цей період підтримується на рівні не нижче 80 % НВ. У період утворення огудини поливна норма повинна бути не дуже високою – 25-30

м<sup>3</sup>/га·добу. В міру наростання вегетативної маси поливна норма поступово збільшується. Пік поливів приходить на період плодоносіння (60-80 м<sup>3</sup>/га·добу). Споживання води добре розвинутою рослиною при температурі повітря 10 °С складає 0,7 л/день на одну рослину. При наведених схемах посадки це відповідає 16,8 м<sup>3</sup>/га. При температурі повітря понад 30 °С це споживання може складати 4 л/день на 1 рослину, або 96 м<sup>3</sup>/га» [23].

**Біологічні особливості вирощування перцю солодкого** [23]. «Перець – однорічна рослина родини Пасльонових. Стебло трав'янисте, біля основи здерев'яніле, висотою 35-80 см. Тому рослина не вилягає і в процесі вегетації зберігає вертикальне положення. Коренева система перцю стрижнева, але із застосуванням розсадного способу вирощування вона дуже розгалужується і розростається, як мичкувата. Активні кореві волоски зосереджені, в основному, в шарі 30-40 см. Культура перцю теплолюбна, оптимальна температура для її росту і розвитку в межах +20-+30 °С. Зниження її до +15 °С затримує розвиток, а при +13 °С припиняється ріст. При температурі +35 °С і вище спостерігається пригнічення росту. Рослини перцю чутливі до заморозків. Його насіння починає проростати при температурі не нижче +13 °С і при цьому сходи з'являються на 18-25-й день, а при +25 °С на 7-9-й день. Неприятлива для перцю також спекотна погода, особливо в поєднанні з дефіцитом вологи в ґрунті в період квітування. Перець вимогливий до освітлення. Нестача світла негативно впливає на його ріст і розвиток, а також призводить до опадання зав'язей, пожовтіння листків. Для нормального розвитку рослини вимагають короткого (12-14-годинного) дня, який прискорює розвиток рослин і сприяє ранньому квітуванню і формуванню плодів. Перець солодкий за періодом дозрівання поділяють на ранньостиглий – від появи сходів до технічної стиглості перших плодів проходить 90-120 днів (біологічна стиглість – від 125 до 150 днів), відповідно середньостиглий – 121-135 (151-160) і середньопізній – 136-150 (більше 160 днів). За інтенсивністю росту сорти і гібриди перцю солодкого поділяють на середньо рослі (35-60 см) і високорослі (60-80 см)».

**Підготовка ґрунту.** «Напівпаровий обробіток ґрунту починають після збирання попередника. Проводять подрібнення рослинних решток лущильником або дисковими боронами, потім здійснюють глибоку зяблеву оранку з передплужниками на 27-30 см і дві культивації для очищення поля від бур'янів. Ранньою весною середніми боронами проводять закриття вологи і шлейфування для вирівнювання ґрунту. Перед висаджування розсади культивують ґрунт на глибину 10-15 см».

**Схема посадки.** «Чергування дворядних стрічок. Відстань між стрічками 1,4 м, між рядками 0,5 м, між рослинами в рядку 0,25 м. Площа живлення для однієї рослини 0,175 м<sup>2</sup>, щільність посадки – 57 тис. шт. рослин на 1 га».

**Зрошення.** «За вимогливістю до вологи серед овочевих культур перець займає одне з перших місць. Тому своєчасне проведення поливів підвищує урожайність цієї культури в 3-4 рази. Рекомендована оптимальна вологість ґрунту не нижче 90 % НВ у період від висаджування розсади до початку плодоношення і 80 % НВ – у період плодоношення. При вирощуванні перцю розсадою полив необхідно розпочати до висадження розсади, з тим, щоб рослини висаджувати в добре зволожений ґрунт. Це дозволяє поліпшити приживлюваність розсади й уникнути зрідженості. На початку вегетаційного періоду для підтримання необхідної вологості ґрунту перець поливають часто, невеликими поливними нормами. Враховуючи дворядну схему посадки перцю, для цього необхідно створити смугу зволоження шириною близько 60 см при глибині зволоження 25-30 см. Величина поливної норми при цьому складає 30-35 м<sup>3</sup>/га. З початку плодоношення за рахунок збільшення глибини зволоження до 40 см і збільшення оптимального діапазону вмісту вологи до 80 % НВ величина поливної норми збільшується до 100-110 м<sup>3</sup>/га» [23].

**Біологічні особливості вирощування** капусти білоголової – дворічна холодостійка рослина родини Хрестоцвітих [23]. «Коренева система розміщується на невеликій глибині – до 25 см, тобто в шарі ґрунту, де запаси

вологи нестійкі. Насіння капусти проростає при +2-+3 °С, оптимальною температурою для проростання є +18-+20 °С, а масове проростання розпочинається при +5-+6 °С. Оптимальною температурою для росту і розвитку є +15-+18 °С. Температура вище +25 °С негативно впливає на формування головок, затримується ріст, подовжується вегетаційний період. У стадії розсади і технічної стиглості може переносити заморозки до -5 °С, а в більш пізньому віці – до -6-7 °С. Капуста білоголова дуже вимоглива до вологи протягом всього вегетаційного періоду. При нестачі вологи рослини слабо розвиваються і майже не зав'язують головок. Капуста дуже вимоглива до світла, особливо під час вирощування розсади. З овочевих рослин капуста користується найбільшою популярністю, має багато сортів і гібридів різних строків дозрівання. Сорти і гібриди капусти поділяють на: надранні – вегетаційний період до 115 днів, ранньостиглі – 116-125 днів, середньоранні – 126-130 днів, середньостиглі – 131-145 днів, середньопізні – 145-160 днів і пізньостиглі – понад 160 днів».

**Підготовка ґрунту.** «Після збирання попередника поле очищають від рослинних решток і проводять дворазове дискування в різних напрямках з інтервалами в 10-15 днів. Зяблеву ранню оранку проводять на глибину 25-27 см. Після сходів бур'янів восени поле 1-2 рази культивують на глибину 8-10 см. Навесні проводять боронування для закриття вологи і перед висаджуванням проводять культивацію з боронування на глибину 6-8 см. При безрозсадному способі вирощування перед сівбою шлейфують і коткують поверхню ґрунту».

**Схема посадки.** «На постійне місце капусту висаджують стрічковим способом за схемою 90+50×(30-35) см. При цьому кількість рослин на 1 га складає 40-48 тис. шт».

**Зрошення.** «Капуста білоголова – одна з найбільш вимогливих культур до вологості ґрунту. Ранні сорти більш вимогливі до вологи порівняно з пізніми. Для рослин капусти нижній рівень оптимальної вологості ґрунту в період від висаджування розсади до утворення розетки складає 80 % НВ. У

період утворення головок вологість не повинна бути нижче 90 % НВ. Для пізньої капусти нижній рівень оптимальної вологості ґрунту у період від висаджування до зав'язування головок складає 75 % НВ. У період від зав'язування головок до початку їх дозрівання необхідно підтримувати більш високу вологість ґрунту – не нижче 80 % НВ. Нерівномірне забезпечення вологою у цей період викликає розтріскування головок після проведення поливу. Залежно від фази розвитку рослин протягом вегетаційного періоду змінюється і глибина зволоження відповідно до глибини розповсюдження основної маси кореневої системи. У перший період вегетації – до початку утворення головок глибина зволоження складає 25-30 см, у другий період – після зав'язування головок глибина зволоження збільшується до 35-40 см. Відповідно до цього змінюється і величина поливної норми. При вирощуванні ранньої капусти для підтримання вологості ґрунту в оптимальному діапазоні 80-100 % НВ у шарі ґрунту до 30 см величина поливної норми у перший період вегетації складає 55 м<sup>3</sup>/га, у період утворення головок – 70 м<sup>3</sup>/га. Для пізніх сортів капусти оптимальний діапазон вологості ґрунту складає 75-100 % НВ. Поливна норма у перший період вегетації – 90 м<sup>3</sup>/га, у другий, при передполивній вологості ґрунту 80 % НВ і глибині зволоження 40 см, відповідно 100-110 м<sup>3</sup>/га. Частота поливів визначається фазою розвитку рослин, погодними і ґрунтовими умовами, передполивною вологістю ґрунту» [23]..

**Біологічні особливості вирощування цибулі ріпчастої [23].** «Цибуля ріпчаста – дворічна холодостійка рослина родини Цибулевих. Її вирощують в однорічній культурі з насіння і дворічній з сіянки. Насіння починає проростати при температурі +3-+5 °С. Вона дуже чутлива до бур'янів, особливо на ранніх стадіях розвитку. Інтенсивно розвивається при доброму освітлені, а також при достатньому і регулярному зрошенні. Сім'ядолі чутливі до заморозків, справжні листки витримують зниження температури до -3-6 °С, але їх верхівки при цьому жовтіють і відмирають. Оптимальна температура для проростання насіння цибулі +18-+20 °С. Сходи з'являються

на 15-18 день, а при температурі нижче +10 °С – на 20-25 день. Ріст рослин і формування врожаю найкраще проходить при температурі +18-+22 °С. За нижчої температури корені цибулини розвиваються швидше, ніж листки. Підвищення температури до +30-+35 °С затримує ріст та розвиток рослин. Основною біологічною особливістю цибулі ріпчастої є те, що при порівняно сильному розвитку листової маси вона має слаборозвинену кореневу систему. Стрижневий корінь цибулі незабаром після проростання відмирає і утворюється невелика кількість бічних корінців (25-30 шт.). Вони не проникають глибоко в ґрунт і знаходяться, в основному, в орному шарі. Крім того, ці корінці мають мало корневих волосків, що призводить до слабкої здатності засвоювати елементи живлення з ґрунту. Це зумовлює високу вибагливість цибулі до родючості ґрунту. Сорти і гібриди цибулі ріпчастої поділяють на гострі (з підвищеним вмістом цукру і ефірних олій і меншою кількістю води в цибулинах), солодкі і напівгострі (з більш соковитими цибулинами і меншим вмістом ефірних олій і цукру). За тривалістю вегетаційного періоду вони поділяються на скоростиглі (до 100 днів), середньоранні (101-115), середньостиглі (116-130) і середньопізні (понад 130 днів)».

**Схема посадки.** «При краплинному зрошенні найбільш технологічною є стрічкова схема висіву рослин – 15+15+15+60 см (рис. 3.5.), що забезпечує густоту рослин 800-900 тис. шт./га».

**Зрошення.** «Високу урожайність цибулі можна отримати тільки при зрошенні. Цибуля ріпчаста одна з найбільш вимогливих овочевих культур щодо забезпечення вологою, оскільки її коренева система досить слабка, особливо в період формування цибулин. Найбільше вологи потребує вона у фазі 6-7 листків. При диференційованому підтриманні вологості ґрунту досягається найбільший ефект. У перший період вегетації – від сходів до утворення цибулин, коли накопичується основна маса листків, необхідно підтримувати вологість ґрунту не нижче 85 % НВ, у період формування цибулин вологість ґрунту на рівні 80 % НВ хоча і забезпечує високий врожай

проте погіршує його зберігання у зимовий період. Тому в цей період і в період дозрівання цибулин краще підтримувати вологість на рівні 70 % НВ. За 20 днів до повного дозрівання цибулин поливи припиняють. Протягом всього вегетаційного періоду змінюють глибину зволоження ґрунту: до з'явлення в рослин цибулі другого листка ґрунт зволожують на глибину до 20 см, у фазі 3-4 листків і пізніше – до глибини 30 см. Залежно від передполивної вологості, глибини зволоження, а також схеми сівби змінюється і величина поливної норми. Величина поливної норми при схемі висіву 15+15+15+60 см і розміщені поливного трубопроводу у центрі середнього меншого міжряддя складає 60-65 м<sup>3</sup>/га. У період формування і дозрівання цибулин величина поливної норми при другій схемі складає 170-180 м<sup>3</sup>/га. Залежно від конкретних погодних умов за вегетаційний період проводять 8-12 поливів» [23].

## 3 РОЗРАХУНОК РЕЖИМУ ЗРОШЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

### 3.1 Обґрунтування способу і техніки поливу

У зрошуваній зоні України атмосферні опади є основним джерелом поповнення запасів ґрунтової вологи, тому у більшості випадків застосовують дощування, як доповнення до атмосферних опадів. Однак дощування потребує великих енергетичних і капітальних затрат, тому останнім часом в Україні застосовують, краплинне зрошення, що має ряд переваг.

При виборі способу і техніки поливу необхідно враховувати кліматичні, ґрунтові, геоморфологічні, гідрогеологічні, біологічні, господарські, водогосподарські, економічні та інші фактори [17].

*Кліматичні фактори:* зволоженість території, випаровуваність, температура і вологість повітря, вітровий режим (швидкість і напрямок вітру).

Зволоженість території характеризується коефіцієнтом зволоження  $K_c$  і дефіцитом водоспоживання сільськогосподарських культур  $D$ , що визначається різницею між сумарним випаровування за вегетаційний період  $E$  та продуктивно використаними атмосферними опадами  $\mu P$ , тобто  $D = E - \mu P$ .

Спосіб зрошення та техніка поливу повинні забезпечити подачу зрошувальної води, що виражається шаром, рівним дефіциту водоспоживання  $D$  або перевищувати його в самий навантажений поливний період, тобто  $h \geq D$ . Всім цим вимогам для заданої овочевої сівозміни буде задовольняти краплинне зрошення.



*Грунтові фактори:* гранулометричний склад, вологоємність, водопроникність, ступінь засолення, потужність ґрунтового покриву і стійкість ґрунтів проти водної ерозії.

Краплинне зрошення має малу інтенсивність подачі води безпосередньо до кореневої системи тому ніякого поверхневого стоку виникнути не може навіть на ґрунтах з невеликою швидкістю вбирання води.

*Геоморфологічні фактори,* які впливають на розташування зрошувальної мережі і вибір техніки поливу; похил поверхні землі і протяжність схилів.

Великого впливу на якість поливу геоморфологічні фактори при краплинному зрошенні не чинять. Насамперед це обумовлене малою інтенсивністю подачі води, при якій навіть при великих похилах не виникає стоку. Крім того зрошувальні трубки тривалий час стаціонарно знаходяться на зрошуваній ділянці і не може виникнути загрози їх пошкодження під час поливу на відміну від дощувальних машин. Єдине що необхідно враховувати, це правильний підбір діаметрів трубок, втрат напору по довжині, геодезичні відмітки для рівномірного розподілу води по всій зрошувальній мережі.

*Гідрогеологічні фактори:* глибина залягання і мінералізація ґрунтових вод, ступінь дренажності території. По всій території зрошуваного масиву ґрунтові води залягають на глибині більше 5 м. Так як інтенсивність подачі води на зрошувану ділянку невелика то вертикального скиду зрошувальних вод не повинно бути, а значить і негативних явищ від зрошення.

*Біологічні фактори:* вимоги сільськогосподарських культур до режиму зрошення, характер розвитку рослин, технологія їх вирощування. Так як поливні трубки краплинного зрошення розташовані вздовж рядів овочевих культур, то вони зможуть забезпечити водою всі рослини не пошкоджуючи їх. Однак розташування поливних стрічок на поверхні ґрунту затрудняє його механічний обробіток. Тому при вирощуванні овочів з поливом краплинним способом необхідно застосовувати велику кількість ручної праці і гербіцидів.

Використання краплинного зрошення дає можливість локально зволожувати ділянки безпосередньо під рослиною. Глибина промочування залежить від тривалості поливу і витрати окремих крапельниць і емітерів.

*Господарські фактори:* розташування та спеціалізація сільськогосподарського виробництва, сівозміни (розмір полів і види сівозмін, організація території, конфігурація ділянок зрошення).

При застосуванні систем краплинного зрошення можна поливати ділянки будь-якої конфігурації.

*Водогосподарські фактори:* водозабезпеченість зрошувальної системи, коефіцієнт використання води, земельного використання і корисної дії, якість, температура і мінералізація зрошувальної води.

В районах з дефіцитом водних ресурсів краплинне зрошення є найкращим способом поливу, так як при ньому можна скоротити кількість спожитої води в декілька разів. Якість зрошувальної води (каламутність і крупність наносів) може лімітувати застосування систем краплинного зрошення, так як наявність великої кількості домішок призводить до засмічення краплинних стрічок і емітерів. Для запобігання їх засмічення системи краплинного зрошення обладнують піщано-гравійними і дисковими фільтрами.

При виборі способу і техніки поливу необхідно враховувати кліматичні, ґрунтові, геоморфологічні, гідрогеологічні, біологічні, господарські, водогосподарські, економічні та інші фактори.

В даному проекті передбачається зрошення польової сівозміни дощувальною установкою МДУ-75.

*Кліматичні фактори:* зволоженість території, випаровуваність, температура і вологість повітря, вітровий режим (швидкість і напрямок вітру).

Зволоженість території характеризується коефіцієнтом зволоження  $K_c$  і дефіцитом водоспоживання сільськогосподарських культур  $D$ , що визначається різницею між сумарним випаровуванням за вегетаційний період  $E$  та продуктивно використаними атмосферними опадами  $\mu P$ , тобто  $D = E - \mu P$ .

Спосіб зрошення та техніка поливу повинні забезпечити подачу зрошувальної води, що виражається шаром, рівним дефіциту водоспоживання  $D$  або перевищувати його в самий навантажений поливний період, тобто  $h \geq D$ . Всім цим вимогам для заданої сівозміни дощувальна машина МДУ-75 буде задовольняти.

При дощуванні суттєве значення має вітровий режим: швидкість, повторюваність, тривалість та напрямок вітру. Для середньострумнинних дощувальних машин граничні значення швидкості вітру складають до 5 м/с. Вірогідність перевищення такої швидкості для умов Дніпропетровської області складає 22,3%. Тобто у 77,7 % часу можна застосовувати цю машину для поливу.

Ґрунтові фактори: гранулометричний склад, вологоємність, водопроникність, ступінь засолення, потужність ґрунтового покриву і стійкість ґрунтів проти водної ерозії [37,43].

Оптимальні умови застосування дощувальних машин – це відповідність між швидкістю вбирання в ґрунт води і інтенсивністю штучного дощу.

Допустима інтенсивність дощу (без стоку і утворення калюж при заданій поливній нормі) для даних умов за 0,5 год., дощування складає 1,60 мм/хв., через 3 год. дощування, що значно більше середньої інтенсивності дощу запроєктованих дощувальних машин.

Дощування можна застосовувати тільки на незасолених і слабо засолених ґрунтах.

Геоморфологічні фактори, які впливають на розташування зрошувальної мережі і вибір техніки поливу; похил поверхні землі і протяжність схилів.

При виборі дощувальних машин допустимий похил слід встановлювати у відповідності з технологічними параметрами машини. При назначені способів зрошення і підборі поливної техніки необхідно враховувати можливість виникнення іригаційної ерозії. При дощуванні

необхідні найменші об'єми планувальних робіт. Допустимий похил поверхні землі де ведеться полив дощувальними машинами не повинен перевищувати 0,05. На всіх виділених ділянках ця межа не перевищує.

Гідрогеологічні фактори: глибина залягання і мінералізація ґрунтових вод, ступінь тренованості території. По всій території зрошуваного масиву ґрунтові води залягають на глибині більше 5м. Для запобігання перевищення їх рівня вище критичного проектом передбачено вибірковий балочний дренаж.

Біологічні фактори: вимоги сільськогосподарських культур до режиму зрошення, характер розвитку рослин, технологія їх вирощування. Висота наземної частини рослин визначає заходи механізації при дощуванні.

Дощування найбільш доцільне для сільськогосподарських культур з кореневою системою, що проникає на невелику глибину. Для культур, коренева система яких розташована в глибоких шарах ґрунту, дощування ефективно тільки при достатніх запасах вологи, що формуються за рахунок атмосферних опадів і вологозарядкових поливів, які проводяться до сівби.

Господарські фактори: розташування та спеціалізація сільськогосподарського виробництва, сівозміни (розмір полів і види сівозмін, організація території, конфігурація ділянок зрошення).

При виборі дощувальної техніки мають значення розмір і конфігурація полів, які по зонах змінюються в дуже великих межах. Дощувальні машини (в основному по ширині захвата) підбирають з врахуванням організації території (розміщення доріг, лісосмуг, ліній електропередач та ін.), а також конфігурації полів, якщо в процесі будівництва неможливо змінити їх границі.

Водогосподарські фактори: водозабезпеченість зрошувальної системи, коефіцієнт використання води, земельного використання і корисної дії, якість, температура і мінералізація зрошувальної води.

В районах з дефіцитом водних ресурсів перевагу необхідно віддавати дощуванню в поєднанні з закритою зрошувальною мережею. Якість

зрошувальної води (каламутність і крупність наносів) може лімітувати застосування дощувальних машин, так як наявність великої кількості домішок призводить до засмічення дощувальних насадок та апаратів і виходу їх із ладу. Необхідно враховувати температурний режим зрошувальної води; наприклад, при дощуванні холодною водою (при температурі  $t < 10$  °С) урожайність усіх культур дещо нижче.

В даному випадку зрошення планується здійснювати стічними водами які пройшли достатній ступінь очистки, що не буде викликати засмічення водопровідних елементів. Зрошувальна вода не має агресивного середовища, тому підвищеної корозії металевих частин дощувальних машин не повинно бути.

### **3.2 Технічні характеристики мобільної дощувальної установки МДУ-75**

МДУ-75 призначена для зрошення сільськогосподарських культур з можливим додаванням у поливну воду мінеральних і органічних добрив, що не повинні містити твердих абразивних часток. Максимальне вагове співвідношення сухої речовини органічного добрива і води не повинне перевищувати 1:20. Поливи за допомогою МДУ-75 можна проводити на місцевості зі складним рельєфом, де переважний кут нахилу поверхні території не перевищує 5%.

Полив МДУ-75 здійснюється за допомогою дощувача, закріпленого на кінці штатива чи дощувальною консоллю. Вода надходить у гнучкий шланг, що намотується на повільно обертовий барабан установки. При цьому утворюється смуга зволоженого ґрунту, розміри якої залежать від довжини гнучкого шланга і радіуса поливу дощувача. Обертання барабана відбувається за допомогою приводного механізму, що складається з механічної і гідравлічної систем, за рахунок енергії поливної води.

МДУ-75 – це напіваавтомат, робота якого можлива без присутності обслуговуючого персоналу. Наявність у конструкції елементів автоматики забезпечує автоматичне відключення машини при зниженні робочого тиску води в системі нижче мінімально допустимого значення, а також по закінченню намотування гнучкого шланга на барабан.

Основні елементи МДУ-75:

– котушка, що самонакручується, з ходовою частиною (шасі), на якій розташована рама з вертикальною віссю обертання, що підтримує котушку. На рамі закріплені механізми приводу обертання котушки й укладання шлангу. Поворот чи обертання рами стосовно ходової частини (шасі) забезпечується поворотною плитою. Ходова частина має напівпричіпний пристрій;

– штатив дощувача, що складається з приводної трубки, нижній кінець якої з'єднаний з поліетиленовим шлангом, а верхній кінець – з дощувачем. Під дощувачем знаходяться лижеподібні лапи що повертаються, відстань між якими можна встановлювати від 120 до 250 см. Можливість повертати ніжки полегшує маніпуляції зі штативом, як при його установці, так і під час перевезення, при якій штатив з ніжками, повернені на 180 градусів, засунуті під котушку. Прохідний просвіт штатива - 65 см. Між штативом і дощувачем можна помістити подовжувальну трубку довжиною до 85 см, призначену для поливу високорослих культур, садів.

– дощувач, застосовуваний на МДУ-75 середньоструменного типу, має пристосування для установки будь-якого сектора поливу, включаючи круговий.

Для транспортування смугового зрошувача можна використовувати трактор з малою тяговою силою (Т-25, Т-16).

Під час зрошувального періоду пристрій має потребу в мінімальному догляді, що обмежується лише змащенням і загальною підтримкою механічного стану пристрою. Технічні дані мобільної дощувальної установки МДУ-75 наведені в табл. 3.1.



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд дощувальної установки МДУ-75

Таблиця 3.1 – Технічні дані мобільної дощувальної установки МДУ-75

Довжина, мм	3740
Ширина, мм	2400
Висота, мм	2760
Висота над землею, мм	300
Ширина колії, мм	2190
Маса	
Котушка комплектна з порожнім шлангом, кг	1500
Котушка зі шлангом, наповненим водою, кг	2350
Котушка, що самонакручується	
Зовнішній діаметр барабана, мм	1700
Ширина барабана, мм	1400
Довжина шланга, м	285 (370)
Зовнішній діаметр шланга, мм	75
Робочий тиск, МПа	0,45...1,0
Витрата води, л/с	6...10
Ширина зрошуваної смуги, м	62...8484
Висота опадів, мм	10...8080
Зрошувана площа з однієї позиції (за 8-50 годин), га	1,6...2,4
Привід турбіна	
Привід турбіни – вода під тиском	

Дощувальна консоль ДКФ-30 є додатковим устаткуванням для МДУ-75. Консоль застосовується для мілкодисперсного зрошення овочевих культур (табл. 3.2). Конструктивною особливістю дощувальної консолі є можливість зміни положення опорних коліс у залежності від схеми посадки рослин. Розпилювачі представляють собою дощувачи низького тиску, розміщені уздовж пліч консолі.



Таблиця 3.2 – ТЕХНІЧНІ ДАНІ ДОЩУВАЛЬНІ КОНСОЛІ ДКФ-30

Витрата води, м <sup>3</sup> /га	21,6...39,6
Робочий тиск, МПа	0,35...0,65
Ширина зрошуваної смуги, м	30-46
Норма поливу (регулюв.), мм	5-30
Швидкість переміщення консолі, м/г	6-35
Висота розпилувача над рівнем ґрунту, мм	1000
Розміри консолі в транспортному положенні, м	5,0 x 2,8 x 3,2
Маса (без води), кг	500

### 3.3 Обґрунтування року розрахункової забезпеченості для розрахунку режиму зрошення

Режим зрошення однієї і тієї ж ділянки повинен бути неоднаковим так як він обумовлений впливом великої кількості факторів, особливо погодних, тому необхідно застосовувати методи математичної статистики, які б дали гарантований врожай.

Для проектування зрошувальної мережі, як правило, застосовують режим зрошення сільськогосподарських культур розрахований на посушливий рік 75 %-ної забезпеченості [9,17,35,48].

При цьому єдиних вимог до розрахунку і вибору року будь-якої забезпеченості немає. Існує цілий ряд рекомендацій, які дозволяють в тій чи іншій мірі вирішити це завдання. В даному дипломному проекті типовий розподіл метеорологічних факторів знайдений за даними метеостанції Дніпропетровськ із застосуванням ПК за середньозваженими дефіцитами водоспоживання за кожен рік спостережень для вибраної сівозміни.

Вибір року заданої забезпеченості проводять по ретроспективному ряду років з урахуванням проектного складу сільськогосподарських культур, за якими визначають дефіцити водоспоживання та продуктивність

сільськогосподарських культур при різних рівнях подачі води в систему для покриття створених дефіцитів за весь розглянутий ряд. Дефіцити водоспоживання зрошуваної сівозміни розраховують для кожного року для якого є метеорологічні дані, використовуючи один із методів розрахунку режиму зрошення. При цьому тривалість ряду спостережень повинна бути не менше 20 років [ 43].

В даному дипломному проєкті розрахунок вівся в такій послідовності:

- а) для кожного поля, що входить в розрахункову сівозміну, знаходили дефіцит водоспоживання за кожен рік кожної зрошуваної ділянки сівозміни;
- б) знаходили за кожен рік середньозважений дефіцит для сівозміни за формулою

$$D_{civ} = \frac{D_1 F_1 + D_2 F_2 + \dots + D_n F_n}{F_{civ}}, \quad (3.1)$$

де  $D_{civ}$  – середньозважений дефіцит для розрахункової сівозміни за конкретний рік, мм;

$D_1, D_2, \dots, D_n$  – дефіцити водоспоживання на 1-ій, 2-ій, ..., n-ій ділянці сівозміни, мм;

$F_1, F_2, \dots, F_n$  – зрошувана площа кожної ділянки сівозміни, га;

$F_{civ}$  – зрошувана площа всієї сівозміни, га.

- в) розмістили значення щорічних середньозважених дефіцитів водоспоживання в порядку зростання і знайшли забезпеченість кожного значення за формулою (додаток А)

$$p = \frac{m}{n+1} \cdot 100\%, \quad (3.2)$$

де  $p$  – забезпеченість кожного року, %;

$m$  – порядковий номер в розрахунковому ряду;

$n$  – кількість членів ряду (років спостережень), в даному проєкті їх було 61

(1946-2006 рр.).

г) рік-модель знаходили за роки які мають середньозважені дефіцити водоспоживання забезпеченістю близьку до розрахункової, в даному випадку 85 %-ної (додаток А).

В даному проекті такими роками є 1951 1967 1953 1955 1957 рр. Осереднені значення метеорологічних факторів за ці роки і будуть роком-моделлю (додаток Б).

Для подальших розрахунків режимів зрошення по кожному з полів сівозміни використовують дані декадних дефіцитів водоспоживання цих полів за розрахований рік.

### 3.4. Визначення норм і строків поливу

В проекті розраховані строки поливів, поливні і зрошувальні норми кожної культури, що вирощується у овочевій сівозміні.

Поливна норма – об'єм води, який необхідно подати на один гектар зрошуваної площі за один полив. Її вимірюють в м<sup>3</sup>/га або мм шару води. Величина поливної норми залежить від водно-фізичних властивостей ґрунту, рельєфу, сільськогосподарської культури, способу і техніки поливу.

Розрахункове (як правило, найбільше) значення поливної норми можна визначити за запропонованою О.М. Костяковим формулою

$$m=10\gamma H(\beta_{HB}-\beta_{дон})\cdot S, \quad (3.3)$$

де  $m$  – розрахункова поливна норма, мм;

$H$  – розрахункова глибина кореневмісного шару ґрунту, м;

$\gamma$  – щільність розрахункового шару ґрунту, т/м<sup>3</sup> або г/см<sup>3</sup>;

$\beta_{HB}$  та  $\beta_{дон}$  – вологість ґрунту, що відповідає найменшій вологості та допустимому порогу висушування, %;

$S$  – частка площі живлення рослин.

Згідно з цією формулою, поливну норму встановлюють, виходячи з умов доведення вологості в розрахунковому шарі ґрунту до найменшої вологості. Результати розрахунку для кожної групи прийнятих дерев наведені в табл. 3.3

Таблиця 3.3 – Поливні норми для прийнятої сівозміни

Група дерев і кущів	Формула О.М. Костякова						Тривалість поливу, год.	
	$\gamma$ , г/см <sup>3</sup>	Н, м	$\beta_{\text{НВ}}$ , %	$\beta_{\text{доп}}$		S		m, м <sup>3</sup> /га
				% від НВ	%			
Помідори	1,30	0,5	25,5	80	20,4	0,43	143	5,3
Огірки	1,30	0,5	25,5	90	23,0	0,21	34	2,5
Перець солодкий	1,30	0,5	25,5	80	20,4	0,43	143	5,3
Капуста рання	1,30	0,5	25,5	90	23,0	0,43	70	2,6
Капуста пізня	1,30	0,5	25,5	90	23,0	0,43	70	2,6
Цибуля	1,30	0,5	25,5	75	19,1	0,57	237	6,6

Тривалість поливу при краплинному зрошенні визначають за формулою

$$t = \frac{1000 \cdot m}{\eta \cdot q_0 \cdot N_k}, \text{ год.} \quad (3.4)$$

де  $\eta$  – коефіцієнт використання води, при якісному і своєчасному проведенні поливу можна прийняти  $\eta=1$ ;

$q_0$  – витрата крапельниці, л/год.

Строки поливів визначають за інтегральними кривими дефіцитів водоспоживання в залежності від початкових запасів вологи в ґрунті і розрахованих поливних норм.

Зрошувальні норми розраховують як суму поливних норм за весь вегетаційний період.

Для даного дипломного проекту строки і норми поливу розраховані за програмою WATER для ПК розробленою на кафедрі сільськогосподарських гідротехнічних меліорацій. Результати розрахунку наведені в додатку В.

Режим зрошення всієї сівозміни в цілому необхідно представити в вигляді графіка поливів, на якому видно, в які дні необхідно проводити поливи, їх кількість за вегетацією, а також кількість води яку необхідно подати протягом поливного періоду.

Спочатку складається неукмплектований графік поливу, а потім його необхідно укомплектовувати. При аналізі неукмплектованого графіка поливів, можна помітити, що він не може бути прийнятий для практичного використання, так як характеризується різкими коливаннями загальних поливних витрат, має періоди з великою завантаженістю поливами і перерви в подачі води.

В зв'язку з тим, що зрошувальні трубопроводи, гідротехнічні споруди та насосні станції необхідно розраховувати на максимальну ординату поливної витрати, реалізація неукмплектованого графіка у виробництві привела б до значних неоправданих затрат на будівництво зрошувальної мережі та її експлуатацію.

Для того щоб виключити недоліки такого графіка, його необхідно перебудувати (укомплектувати) таким чином, щоб величина ординат протягом всього поливного періоду була б однаковою, або близька одна до одної. При цьому величина гідромодуля по можливості повинна бути не більше 0,7 л/(с·га) і максимальні витрати повинні спостерігатись не менше 10 діб.

Гідромодулем називають витрату, що необхідно подати на 1 га зрошуваного поля і визначають за формулою

$$q = \frac{Q_{civ}^{max}}{F_{civ}} . \quad (3.5)$$

де  $Q_{civ}^{max}$  – максимальна витрата яку необхідно подати на сівозміну, л/с;

$F_{civ}$  – зрошувана площа сівозміни, га.

Для даного випадку в неукмплектованому графіку при поливі 6-х ділянок максимальна витрата складає 63 л/с, при цьому максимальний гідромодуль складає  $q=63/60=1,05$  л/(с·га) і він буде спостерігатись протягом 3 діб.

Укомплектування проводять за рахунок зміщення дат поливу (як правило на 2-5 діб). Укомплектований графік поливу наведений в додатку Г. За даними укомплектованого графіка складають відомість укомплектованого графіка поливів (додаток Д).

В укомплектованому графіку поливів при чотирьох працюючих ділянках максимальна витрата складає 36 л/с при зрошуваній площі 60 га,  $q=36/60=0,6$  л/(с·га). Максимальну витрату необхідно подавати протягом 120 год., що цілком прийнятно для практичного застосування.

Витрата насосної станції, що обслуговує запроектований масив зрошення, повинна бути 54 л/с .

Середньозважена зрошувальна норма складе  $1050 \text{ м}^3/\text{га}$ . Загальне водоспоживання за зрошуваний сезон –  $60500 \text{ м}^3$  (додаток Е).

## **4 ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ЗРОШУВАЛЬНОЇ ТА ДРЕНАЖНОЇ МЕРЕЖ НА ДІЛЯНЦІ ЗРОШЕННЯ**

### **4.1. Визначення конструкції зрошувальної мережі та її планове розміщення**

Зрошувальну мережу для поливу мобільними дощувальними установками МДУ-75 проектуємо у вигляді закритих трубопроводів.

Закрита зрошувальна мережа на масиві зрошення складається з головного трубопроводу МКр, розподільчих різного порядку та польових трубопроводів. Головний трубопровід транспортує воду від місця водозабору до зрошуваного масиву розподіляючи її між розподільчими трубопроводами першого порядку. Із розподільників першого порядку вода потрапляє в розподільники другого, третього і т.д. порядку (рис.4.1, аркуш 2).

В нашому випадку необхідно розмістити на плані тільки розподільні трубопроводи першого порядку, які беруть воду з насосної станції і розподіляють її між польовими трубопроводами.

### **4.2. Гідравлічний розрахунок закритої зрошувальної мережі**

Витрати підбираємо так, що для кожної дощувальної машини вони повинні подаватись в розмірі 7-11 л/с з урахуванням ККД внутрішньогосподарської закритої зрошувальної мережі (98%). По кожному польовому трубопроводу необхідно пропустити 30,6 л/с – при роботі одночасно 4-х машин.

Гідравлічний розрахунок зрошувальної мережі проводимо для встановлення діаметрів трубопроводів, швидкості руху води, втрат напору в трубопроводах, повного напору насосної станції.

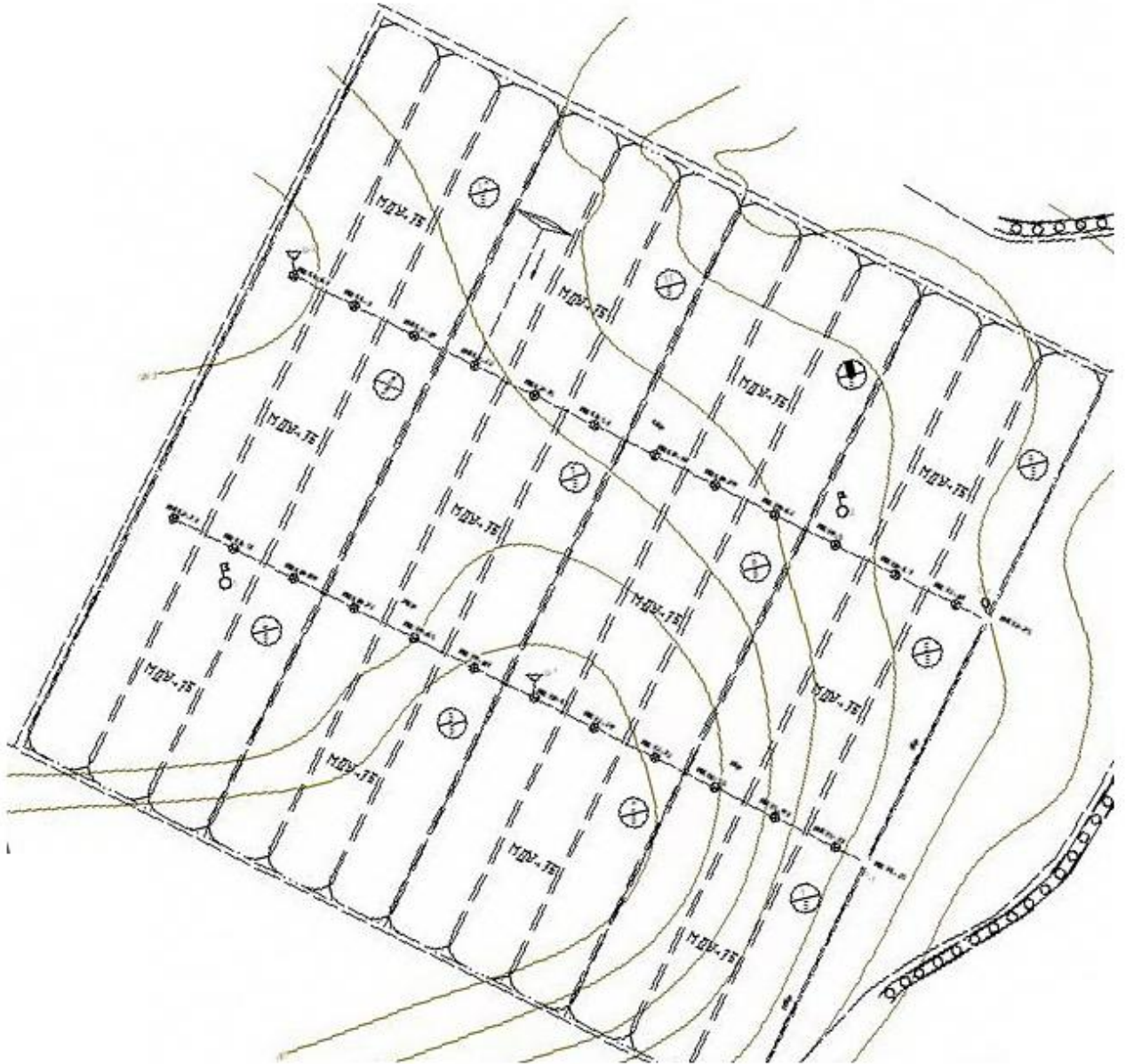


Рисунок 4.1 – План масиву зрошення

Економічно найвигідніші діаметри трубопроводів (мм) визначаємо за формулою [14,17,32]

$$d = 1130 \sqrt{\frac{Q}{V}}, \quad (4.1)$$



де  $Q$  – витрата води в трубопроводі, м<sup>3</sup>/с;

$V$  – оптимальна швидкість руху води, м/с.

За обчисленим діаметром приймаємо найбільший стандартний діаметр трубопроводу і уточнюємо швидкість руху води

$$V_{сер} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_{cm}^2}, \quad (4.2)$$

де  $d_{cm}$  – стандартний внутрішній діаметр трубопроводу, м.

Втрати напору по довжині трубопроводу можна визначити за рівнянням Дарсі-Вейсбаха [56]

$$h_l = \lambda \frac{v_{сер}^2 \cdot l}{2g \cdot d_{cm}}, \quad (4.3)$$

де  $l$  – довжина трубопроводу, м;

$V_{сер}$  – фактична середня швидкість руху води в трубопроводі, м/с;

$\lambda$  – гідравлічний коефіцієнт тертя

Втрати напору на подолання місцевих опорів приймаємо як 10% від  $h_l$ .

Загальні втрати визначаємо за формулою

$$h_w = h_l + h_m, \quad (4.4)$$

Повний напір насосної станції розраховуємо за формулою (3.5)

$$H = H_r + \sum h_w + h_0, \quad (4.5)$$

де  $\sum h_w$  – сума втрат напору в закритій мережі, м;

$h_0$  – необхідний напір на гідранті для забезпечення нормальної роботи дощувальної машини, м;

$H_r$  – геодезична висота підйому води, що визначається за наступною формулою

$$H_r = \nabla_{ПЗК} - \nabla_{РВНС}, \quad (4.6)$$

де  $\nabla_{ПЗК}$  – найвища відмітка поверхні землі в кінці одного з віддалених трубопроводів.

$\nabla_{РВНС}$  – мінімальна відмітка рівня води в джерелі зрошення, м.

Сума втрат напору в закритій мережі для самого не вигідного випадку її роботи складає 120,7 м. Необхідний напір на гідранті складає 176,4 м. Тоді

$$H=176,4-120,7=55,7 \text{ м.}$$

Потрібну потужність насосної станції визначаємо за формулою

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H \cdot 1,03}{1000 \cdot \eta_n \cdot \eta_{дв}}, \quad (4.7)$$

де  $\rho$  – густина води  $\rho=1000 \text{ кг/м}^3$ ;

$Q$  – розрахункові витрати насосної станції,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$H$  – повний напір насосної станції, м;

$\eta_n$  – ККД насоса;

$\eta_{дв}$  – ККД двигуна;

1,03 – коефіцієнт, що враховує внутрішньостанційні втрати напору на НС.

Потрібну потужність насосної станції складе

$$N = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 54 \cdot 55,7 \cdot 1,03}{1000 \cdot 0,8_n \cdot 0,85} = 45 \text{ кВт.}$$

### 4.3 Проектування поздовжніх профілів зрошувальних трубопроводів

Поздовжні профілі зрошувальної мережі складаються з метою: визначення відміток траншеї, верху і осі трубопроводів; встановлення об'ємів земляних робіт; встановлення місцезнаходження гідротехнічних споруд [32].

Масштаб поздовжнього профілю вибираємо з врахуванням рельєфу місцевості та довжини запроектованої мережі. Горизонтальний масштаб приймаємо 1:10000, а вертикальний – 1:50.

Відмітки дна траншеї визначаємо за формулою

$$\nabla_{\text{дна тр.}} = \nabla_{\text{пов.землі}} - h_{\text{тр}} - D, \quad (4.8)$$

де  $D$  – зовнішній діаметр трубопроводу.

Мінімально допустимий похил трубопроводу складає 0,0005.

Ширину траншеї по дну приймаємо в залежності від діаметра (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Ширина траншеї

Діаметр трубопроводу, мм	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1500
Ширина дна траншеї, м	0,9	1,1	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,4

Умовні позначення споруд наносимо над верхньою лінією профілю на відстані не менше 20 мм.

Для даного дипломного проекту гідравлічний розрахунок закритої зрошувальної мережі розрахований за програмою PipeLine для ПЕОМ розробленою на кафедрі сільськогосподарських гідротехнічних меліорацій. Результати розрахунку наведені в додатку Г.

#### 4.4 Проектування гідротехнічних споруд на зрошувальній мережі

Для забезпечення нормальної роботи закритої зрошувальної мережі необхідно передбачити спеціальні споруди на трубопроводах [36,37,40].

1. Розподільчі колодязі – призначені для регулювання розподілу води між окремими ланками закритої зрошувальної мережі.
2. Гідранти-водовипуски – призначені для виводу води із трубопроводів на рівень вище поверхні землі та подальшої подачі її до зрошувальних машин.
3. Скидні колодязі – призначені для звільнення закритої мережі від води на зимовий період і в разі ремонту.

4. Пристрої проти гідравлічного удару – призначені для запобігання або зменшення сили гідравлічного удару, що виникають при раптовому виключенні насосів або припиненні подачі електроструму.
5. Вантузи – призначені для автоматичного відведення з трубопроводу повітря, яке накопичується в ньому.

В нашому випадку передбачено: 2 розподільчих вузли; 24 гідранти для підключення дощувальних машин; 1 скидний гідрант і 2 вантузи.

#### **4.5 Вибір марки насоса**

Для нашого випадку рекомендовано застосовувати насос марки K90/85, оскільки він задовольняє усім вимогам (додаток Г). Як видно з марки цей насос відноситься до насосів типу “К” – горизонтальні одноступеневі консольні, з одностороннім підводом рідини до робочого колеса. Такі насоси призначені для перекачування в стаціонарних умовах чистої води(окрім морської) з рН=7, температурою від 0 до 85<sup>0</sup>С, що містить тверді включення розміром до 0,2 мм, об’ємна концентрація яких не перевищує 0,1% а також інших рідин, що схожі з водою по щільності, в’язкості і хімічній активності.

Підвід перекачуємої рідини виконується горизонтально по вісі насоса, відвід – вертикально вверх, але в залежності від умов монтажу і експлуатації напірний патрубок може бути повернутий на 90, 180 або 270<sup>0</sup>, але це повинно бути обговорено при замовленні насоса.

Привід насоса типу “К” здійснюється від асинхронного електродвигуна типу “4А” через з’єднувальну муфту [9,37].

Основні деталі насосу типу “К”: корпус насоса, кришка корпусу, робоче колесо, вузол ущільнення вала та опорна стійка. Напрямок обертання вала – проти годинникової стрілки, якщо дивитись зі сторони електродвигуна.

Найкраще для даної ділянки підійде насос К 90/85а. Це горизонтальний одноступеневий консольний насос з одностороннім підводом води до робочого колеса. Літера – а – в даній моделі означає, що насос обточений і має зменшені характеристики в порівнянні з базовою моделлю. Номінальна подача насоса 85 м<sup>3</sup>/год, напір – 76 м, кавітаційний запас – 5,0 м. Насос монтується з електродвигуном А200М2 потужністю 37,0 кВт і частотою обертання робочого колеса 2900 хв<sup>-1</sup>. Зовнішній вигляд насосної установки наведений на рис. 4.2. Габаритні розміри насосної установки 1510×575×630, маса – 495 кг. Діаметр вхідного патрубку 100 мм, а вихідного 65 мм.

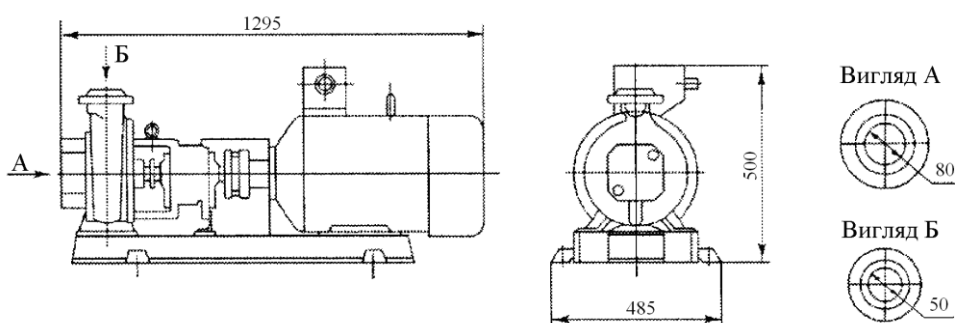


Рисунок 4.2 – Насос К 90/85а

Графік сумісної роботи насоса і зрошувальної мережі представлений на рис. 4,3.

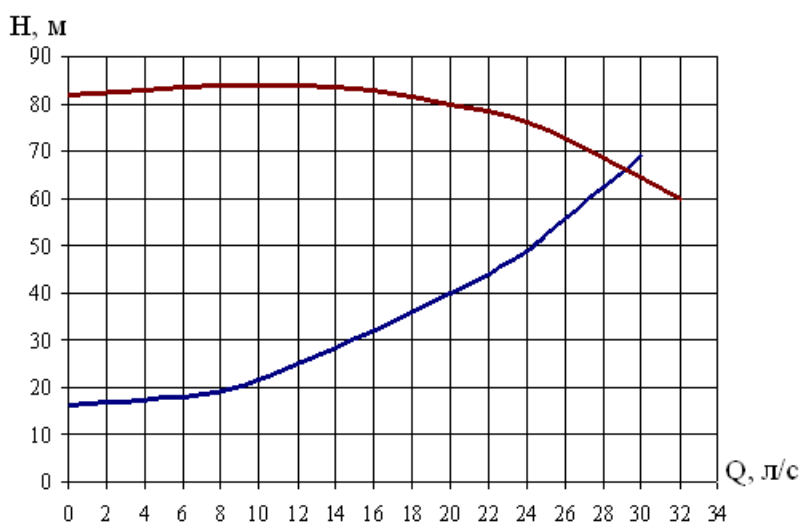


Рисунок 4.3– Графік сумісної роботи насоса і зрошувальної мережі

#### 4.6. Прогноз рівня ґрунтових вод

Рівняння водного балансу ґрунтових вод в загальному виді має вигляд [30]

$$\Delta W_{sw} = (V_{q,sw} - V_{\tilde{q},sw}) + V_l \pm V_v \mp V_{v,a} - W, \quad (4.9)$$

де  $\Delta W_{sw}$  – зміна запасів ґрунтових вод, м<sup>3</sup>/га;

$(V_{q,sw} - V_{\tilde{q},sw})$  – відповідно притік і відтік ґрунтових вод із зовні, м<sup>3</sup>/га;

$V_l$  – фільтраційні втрати зрошувальної води із мережі трубопроводів, м<sup>3</sup>/га;

$V_v$  – вертикальний волого обмін балансового шару ґрунту з нижчерозташованими водоносними горизонтами, м<sup>3</sup>/га;

$V_{v,a}$  – вертикальний водообмін між водами зона аерації і ґрунтовими водами, м<sup>3</sup>/га;

$W$  – об'єм дренажного стоку, м<sup>3</sup>/га.

Для прогнозних розрахунків і встановлення параметрів дренажу із наведеного рівняння визначаємо навантаження на дренаж а також його складові елементи [31,36]

При розрахунках на середньорічні умови багаторічного періоду можна вважати  $\Delta W_{sw} = 0$ . При розташуванні меліорованої території на вододілі можна прийняти  $V_{q,sw} = 0$ ,  $V_{\tilde{q},sw} = 0$ , тоді

$$W = V_l \pm V_{v,a} \mp V_v. \quad (4.10)$$

Втрати на фільтрацію із зрошувальних каналів і трубопроводів  $V_l$  встановлюють шляхом проведення натурних спостережень на зрошуваних землях, за об'єктами-аналогами або гідродинамічними розрахунками. Цю величину також можна визначити виходячи із ККД зрошувальної мережі за формулою

$$V_l = \frac{1-\eta}{\eta} M, \quad (4.11)$$

де  $\eta$  – ККД внутрішньогосподарської зрошувальної мережі;

$M$  – зрошувальна норма з врахуванням промивного режиму, м<sup>3</sup>/га

$$M = D_{wb} + W_n + W_e + W_g + M_n, \quad (4.12)$$

де  $D_{wb}$  – дефіцит водоспоживання зрошувальних сільськогосподарських культур, м<sup>3</sup>/га;

$W_n$  – скид з поверхні полів при поливі (при застосуванні сучасної широкозахватної дощувальної техніки і закритої зрошувальної мережі  $W_n = 0$ );

$W_g$  – додаткові втрати води при поливі за рахунок інфільтрації нижче розрахункового шару (при якісному проведенні поливу тобто без переполиву  $W_g = 0$ );

$W_E$  – додаткові втрати води при поливі на випаровування (в середньому складає 10% від  $W_{wb}$ );

$M_n$  – додаткова зрошувальна норма на промивний режим.

Отже в нашому випадку –  $D_{wb} = 2339$  м<sup>3</sup>/га; при застосуванні сучасної широкозахватної дощувальної машини із закритої зрошувальної мережі  $W_n = 0$ ; додаткові втрати на випаровування  $W_E = 0,1 \cdot 2339 = 240$  м<sup>3</sup>/га; проведення поливів проектується якісне тому  $W_g = 0$ ; промивка ґрунту не застосовується

$$M = 2339 + 240 = 2580 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Втрати води із зрошувальної мережі

$$V_l = \frac{1 - 0,95}{0,95} \cdot 2580 = 136 \text{ м}^3/\text{га}.$$

При відсутності даних про вертикальний водообмін між водами зони аерації і ґрунтовими водами  $V_{v,a}$ , тоді приймаємо його за формулою

$$V_{v,a} = \varphi \cdot M, \quad (4.13)$$

де  $\varphi$  – безрозмірний коефіцієнт, який варіюється в різних меліоративно-гідрогеологічних умовах від 0,05 до 0,25-0,35 та більше.

Розрахункове значення  $\varphi$  підбираємо на підставі даних досвіду експлуатації зрошувальних масивів, які перебувають в аналогічних умовах. Максимальна інтенсивність живлення ґрунтових вод спостерігається при поливах затопленням на рисових зрошувальних системах та промиванні

засолених ґрунтів ( $\varphi \geq 0,3 - 0,4$ ), менш значна – при поливах по смугах та борознах ( $\varphi = 0,2 - 0,3$ ). В умовах поливів дощуванням втрати зрошувальних вод на інфільтрацію суттєво зменшуються ( $\varphi \approx 0,1 - 0,2$ ), а при використанні нової широкозахватної поливної техніки можуть бути зведені до мінімуму ( $\varphi \approx 0,05 - 0,1$ ).

Отже приймаємо  $\varphi = 0,1$

$$V_{v,a} = 0,1 \cdot 2580 = 258 \text{ м}^3/\text{га.}$$

Вертикальний водообмін балансового шару з нижче розташованими водоносними шарами визначаємо за формулою

$$V_v = q_v \cdot 10000 \cdot t, \quad (4.14)$$

де  $q_v$  – інтенсивність вертикального водообміну балансового шару з нижчерозташованими водоносними горизонтами, м/добу.

Інтенсивність вертикального водообміну обчислюють за формулою

$$q_v = \frac{(H_{h,2} - H_{h,1}) \cdot k}{10000 \cdot t \cdot h}, \quad (4.15)$$

де  $t$  – тривалість розрахункового періоду, діб;

$H_{h,2}$  – напір вод нижче розташованого водоносного горизонту, м;

$H_{h,1}$  – напір першого від поверхні водоносного горизонту, м;

$k$  і  $h$  – відповідно коефіцієнт фільтрації і потужність розділяючого шару, м/добу і м.

При відносно великій потужності розділяючого шару і невеликій його пропускній здатності  $k < 0,1$  м/добу вертикальним водообміном можна знехтувати.

Отже, виходячи із водно-балансових розрахунків об'єм дренажного стоку (навантаження на дренаж) буде складати

$$W = 136 + 258 + 0 = 394 \text{ м}^3/\text{га.}$$

Щорічний приріст ґрунтових вод розраховуємо за формулою

$$\Delta h = \frac{W}{10000 \cdot \mu}, \quad (4.16)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт недостатку насичення ґрунтів зони аерації (коефіцієнт водовіддачі), який залежить від механічного складу ґрунту (додаток Г)



Ми маємо чорноземи звичайні важко суглинисті лесоподібні, коефіцієнт водовіддачі  $\mu$  складатиме 0,03

$$\Delta h = \frac{394}{10000 \cdot 0,03} = 1,31 \text{ м.}$$

Критична глибина залягання ґрунтових вод – це граничне їх значення вище якого в ґрунті відбувається накопичення водорозчинних солей в небезпечній концентрації. Ця величина залежить від ступеня мінералізації ґрунтових вод, механічного і структурного складу ґрунту.

Академік О. М. Костяков встановив залежність критичної глибини залягання рівня ґрунтових вод від їх мінералізації (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Залежність критичної глибини залягання ґрунтових вод ( $H_{кр}$ , м) від їх мінералізації (МГВ)

Мінералізація ґрунтових вод, г/л	Більше 7,0	6,0	5,0	4,0	3,0	1,5
$H_{кр}$ , м	3,5	3,2	3,0	2,6	2,2	1,5

При мінералізації ґрунтових вод 1,5 г/л критична глибина залягання ґрунтових вод складає 1,5 м.

Академік В. А. Ковда запропонував визначати  $H_{кр}$  в залежності від середньорічної температури повітря  $t$ , що характеризує тепловий режим території

$$H_{кр} = 170 + 8 \cdot t, \text{ см.} \quad (4.17)$$

Для розглянутого прикладу при середньобагаторічній температурі повітря 8,5 °С

$$H_{кр} = 170 + 8 \cdot 8,5 = 240 \text{ см.}$$

Також  $H_{кр}$  можна встановити в залежності від глибини розповсюдження основної маси коріння рослин  $h$  і висоти активної зони капілярного підняття води в нашому ґрунті  $H_k$

$$H_{кр} = H_{к} + h. \quad (4.18)$$

Глибина активного шару ґрунту залежить від виду рослин, фази їх розвитку, ґрунтових умов та інших факторів. Для деяких сільськогосподарських культур в табл. 4.3 наведена приблизна глибина активного шару ґрунту

Таблиця 4.3 – Орієнтовні значення глибина активного шару ґрунту, h

Сільськогосподарська культура	Глибина активного шару ґрунту, м
Озимі зернові	0,7-1,0
Кукурудза	0,7-1,0
Цукрові буряки	0,7-1,0
Пасовища	0,8-1,0
Картопля	0,6-0,7
Овочі	0,4-0,7
Плодові сади	1,5-2,0
Ягідник	0,7-1,0

Розрахункове значення висоти активної зона капілярного підняття приймають рівним половині висоти  $H_{\max}$  наведеної в додатку Г.

В нашому випадку для пасовищ  $h=1,0$  м, а для суглинків важких лесоподібних максимальна висота підняття складає 3,0 м, тоді  $H_{к}=1,5$  м, і

$$H_{кр} = 1,5 + 1,0 = 2,5 \text{ м.}$$

Як правило, із наведених вище методів вибираємо той де  $H_{кр}$  найбільше, тоді для подальших розрахунків приймаємо  $H_{кр} = 2,5$  м.

Термін через який ґрунтові води можуть піднятися до критичної глибини визначаємо за формулою

$$t_{кр} = \frac{H_{поч} - H_{кр}}{\Delta h}, \quad (4.19)$$

де  $H_{поч}$  – початковий рівень ґрунтових вод, м.

Отримаємо

$$t_{кр} = \frac{10,0 - 2,5}{1,3} = 5,8 \text{ років.}$$

#### 4.7 Розрахунок параметрів горизонтального вибіркового дренажу

До параметрів вибіркового горизонтального дренажу відносять глибину закладання дрен, відстань між дренами, положення рівнів ґрунтових вод між дренами в розрахунковий період, притік до дрен і витрату дрена, положення депресійних кривих в різні моменти часу [9,20,24].

Основними методами визначення параметрів є гідродинамічні розрахунки, основані на аналітичних залежностях сталої і несталої фільтрації і притоку води до дрена, для різних гідрогеологічних схем :

- порівняно однорідної, що залягає від поверхні до водоупору;
- двошарової товщі з закладанням дренажу у верхньому або нижньому шарі;
- трьох або чотирьохшарова товща з закладанням дренажу у верхньому шарі;
- двошарова або однорідна товща з напірним живленням при закладанні дренажу у верхньому шарі.

Для визначення параметрів дренажу вибираємо розрахункову геофільтраційну схему, на якій показуємо схематизований гідрогеологічний розріз з показом схеми живлення дренажу.

Глибина закладання дренажу обмежується з одного боку прийнятою допустимою глибиною залягання ґрунтових вод і з іншого, можливостями дренаукладчиків.

Глибину закладання дрен можна визначити за формулою [29,41]

$$H_{др} = H_{кр} + H_{ост} + H_{нат}, \quad (4. 20)$$

де  $H_{кр}$  – критична глибина залягання ґрунтових вод, м;

$H_{ост}$  – перевищення ґрунтових вод між дренами над рівнем води в дренах, м (приймаємо для важких суглинків 0,5 м.)

$H_{\text{нап}}$  – глибина наповнення води в дрени, м (приймають 0,5 діаметра дрени).

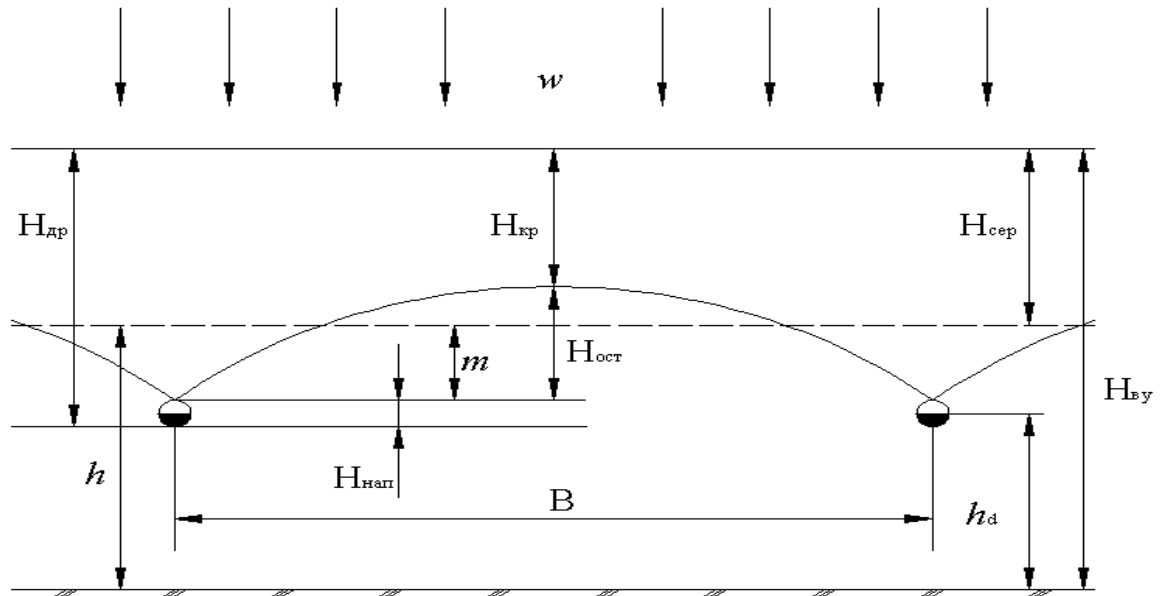


Рис. 4.4 Геофільтраційна схема для визначення параметрів горизонтального систематичного дренажу в однорідній товщі.

В нашому випадку для суглинків важких  $H_{\text{ост}} = 0,5$  м, при  $H_{\text{кр}} = 2,5$  м, розрахунковому діаметрі дрени 100 мм ( $H_{\text{нап}} = 0,05$  м),  $H_{\text{др}} = 2,5 + 0,5 + 0,05 = 3,15$  м.

Якщо приблизно прийняти криву депресії у вигляді параболи то середню між дренами глибину залягання ґрунтових вод можна розрахувати за формулою

$$H_{\text{сер}} = H_{\text{др}} - \frac{2}{3}(H_{\text{др}} - H_{\text{кр}}), \quad (4.21)$$

$$H_{\text{сер}} = 3,15 - \frac{2}{3}(3,15 - 2,5) = 2,72.$$

Визначення інтенсивності інфільтраційного живлення здійснюємо за формулою

$$w = \frac{W}{10000 \cdot t}, \quad (4.22)$$

де  $W$  – об'єм дренажного стоку (навантаження на дренаж), м<sup>3</sup>/га;

$t$  – тривалість вегетаційного періоду, діб.

Об'єм дренажного стоку визначають на підставі водно балансових розрахунків, і в нашому випадку він складає 394 м<sup>3</sup>/га. Тривалість вегетаційного періоду для зрошуваної зони України у середньому складає 200 діб, тоді

$$w = \frac{394}{10000 \cdot 200} = 0,000197 \text{ м/добу.}$$

Визначення відстані між дренами здійснюємо при відомих:

- середньому значенні навантаження на дренаж (інтенсивності інфільтрації) за розрахунковий період;
- глибині закладання дрени;
- допустимій глибині пониження рівня ґрунтових вод між дренами;
- геологічній будові водоносної товщі ґрунту.

Відстань між дренами  $B$  для однорідної товщі при глибокому заляганні водоупору тобто  $h \rightarrow \infty$  і  $\frac{B}{2} < h_d$  визначають за формулою О. М. Костякова

$$B = \frac{\pi \cdot k \cdot H_{ocm}}{w \cdot \left( \ln \frac{B}{D_p} - 1 \right)}, \quad (4.23)$$

де  $h$  – потужність всієї водоносної товщі від водоупору до верхнього дзеркала;

$h_d$  – висота від водоупору до рівня води в дрени, м;

$k$  – коефіцієнт фільтрації водоносного горизонту, м/добу;

$D_p$  – діаметр дрени, м.

Відстань між дренами  $B$  у формулі (5.15) спочатку задаємо, як стандартне значення, потім отримане значення перераховуємо декілька разів (ітерацій) доки попереднє і наступне значення не буде відрізнятись більше чим на 5м. Отримане значення  $B$  округлюємо з точністю до  $\pm 5$ м.

Потужність водоносної товщі

$$h = H_{gy} - H_{сер}, \quad (4.24)$$

$$h = 15 - 2,72 = 12,28 \text{ м.}$$

Висота від водоупору до рівня води в дрени

$$h_d = H_{ey} - H_{op} + H_{nan}, \quad (4.25)$$

$$h_d = 15 - 3,15 + 0,05 = 11,9 \text{ м.}$$

Діаметр дрени  $D_p=100$  мм або 0,1 м.

Початкове значення  $B$  приймаємо 100 м.

Звідси

$$B_1 = \frac{\pi \cdot 0,5 \cdot 0,5}{0,000197 \cdot \left( \ln \frac{100}{0,1} - 1 \right)} = 675 \text{ м,}$$

$$B_2 = \frac{\pi \cdot 0,5 \cdot 0,5}{0,000197 \cdot \left( \ln \frac{675}{0,1} - 1 \right)} = 510 \text{ м,}$$

$$B_3 = \frac{\pi \cdot 0,5 \cdot 0,5}{0,000197 \cdot \left( \ln \frac{510}{0,1} - 1 \right)} = 529 \text{ м,}$$

$$B_4 = \frac{\pi \cdot 0,5 \cdot 0,5}{0,000197 \cdot \left( \ln \frac{529}{0,1} - 1 \right)} = 526 \text{ м.}$$

В результаті приймаємо  $B=525$  м. Для остаточного прийняття рішення необхідно перевірити умову  $\frac{B}{2} < h_d$ , отже  $\frac{525}{2} > 12,28$  – умова не виконується і дану формулу застосовувати не можна.

При обмеженій величині залягання водоупору відстань між дренами визначають за формулою В. М. Шестакова

$$B = 4 \left( \sqrt{\Phi^2 + \frac{T \cdot H_{ocm}}{2 \cdot w}} - \Phi \right), \quad (4.26)$$

де  $T$  – провідність водоносної товщі ґрунту,  $\text{м}^2/\text{добу}$

$$T = k \cdot h; \quad (4.27)$$

$\Phi$  – фільтраційний опір, обумовлений гідродинамічною недосконалістю дренажу за ступенем розкриття водоносної товщі, м.

Для порівняно однорідної товщі, що залягає до водоупору фільтраційний опір розраховуємо за формулою

$$\Phi = h \cdot f, \quad (4.28)$$

де  $f$  – опір, який розраховуємо за формулами

$$\text{при } \frac{m}{h} < 0,1 \text{ і } r_d \ll h \quad f = 0,73 \lg \frac{h_d}{\pi \cdot r_d}, \quad (4.29)$$

якщо умова не виконується то

$$f = 0,366 \cdot \lg \frac{h}{2\pi \cdot r_d \sin \frac{\pi(2m + r_d)}{2h}}, \quad (4.30)$$

де  $r_d$  – радіус дрени, м;

$m$  – перевищення середнього рівня ґрунтових вод над рівнем води в дрени,

м

$$m = (H_{op} - H_{nan}) - H_{сер}. \quad (4.31)$$

Отримаємо

$$T = 0,5 \cdot 12,28 = 6,14 \text{ м}^2/\text{добу}.$$

$$m = (3,15 - 0,05) - 2,72 = 0,38 \text{ м}.$$

$$\frac{m}{h} = \frac{0,38}{12,28} = 0,031 < 0,1$$

умова виконується тому  $f$  розраховуємо за формулою (4.21)

$$f = 0,73 \lg \frac{12,28}{\pi \cdot 0,05} = 1,38,$$

$$\Phi = 12,28 \cdot 1,38 = 16,95 \text{ м}.$$

Отже

$$B = 4 \left( \sqrt{16,95^2 + \frac{6,14 \cdot 0,5}{2 \cdot 0,000197}} - 16,95 \right) = 293 \text{ м}.$$

В подальшому відстань між дренами приймаємо 295 м.

Для нашої фільтраційної схеми відстань між дренами можна розрахувати і за формулою С. Ф. Авер'янова

$$B = 2 \sqrt{\frac{2 \cdot k \cdot H_{ocm} \cdot h_d}{w} \cdot \left( 1 + \frac{H_{ocm}}{2 \cdot h_d} \right) \cdot \alpha}, \quad (4.32)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт висячості

$$\alpha = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot h_d}{B} \cdot 2,94 \lg \frac{1}{\sin \frac{\pi \cdot D_p}{2 \cdot h_d}}} . \quad (4.33)$$

Розрахунок як і в формулі О. М. Костякова (4.15) здійснюємо за декілька ітерацій. Отже

$$\alpha = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 12,28}{295} \cdot 2,94 \lg \frac{1}{\sin \frac{\pi \cdot 0,1}{2 \cdot 12,28}}} = 0,68,$$

$$B = 2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 12,28}{0,000197} \cdot \left(1 + \frac{0,5}{2 \cdot 12,28}\right) \cdot 0,68} = 295 \text{ м.}$$

Розрахунок за формулою В. М. Шестакова (5.18) і за формулою С. Ф. Авер'янова (4.24) дає один і той же результат.

#### 4.8. Гідравлічний розрахунок дренажу

Гідравлічний розрахунок виконуємо окремо для кожної дрени. При цьому враховуємо витрату яку повинна пропустити дрена, похил і матеріал труб із яких виготовлена дрена.

Розрахунок нормальної витрати дрени здійснюємо за формулою [36]

$$Q_n^{op} = q_{veg} \cdot F , \quad (4.34)$$

де  $q_{veg}$  – модуль дренажного стоку в вегетаційний період, л/(с·га)

$$q_{veg} = w \cdot \frac{10000}{86,4} = w \cdot 116 . \quad (4.35)$$

$F$  – площа, яку обслуговує дрена, га

$$F = \frac{L \cdot B}{10000} , \quad (4.36)$$

$L$  – довжина дрени, м;

$B$  – відстань між дренами (зона впливу на ґрунтові води однієї дрени), м.

Ми маємо  $L=800$  м,  $B= 295$  м



$$F = \frac{800 \cdot 295}{10000} = 23,6 \text{ га},$$

$$q_{\text{вез}} = 0,000197 \cdot 116 = 0,023 \text{ л/(с·га)},$$

$$Q_n^{\text{оп}} = 0,023 \cdot 23,6 = 0,543 \text{ л/с}.$$

З метою спрощення розрахунків максимальну витрату дрен орієнтовно можна прийняти в 5-6 разів вище нормальних. Тоді

$$Q_{\text{max}}^{\text{оп}} = 0,543 \cdot 6 = 3,26 \text{ л/с}.$$

Знаючи максимальну витрату  $Q_{\text{max}}^{\text{оп}}$  дрени задавшись похилом ( $i$ ) і матеріалом труб за формулою

$$Q = 0,39 \cdot C \cdot d^{5/2} \cdot i^{1/2} \quad (4.37)$$

підбираємо розрахунковий діаметр труб і співставляємо його зі стандартним значенням.

Для підбраного діаметра швидкість руху води в трубі розраховуємо за формулою

$$v = 0,5 \cdot C \cdot \sqrt{d \cdot i}. \quad (4.38)$$

де  $d$  – внутрішній діаметр дрени, м;

$i$  – похил дрени;

$C$  – коефіцієнт Шезі, який розраховуємо за формулою Манінга

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}, \quad (4.39)$$

де  $R$  – гідравлічний радіус, який приймають для труб з повним заповненням  $d/4$ ;

$n$  – коефіцієнт шорсткості.

Як правило для дрен в зрошуваній зоні України приймають виті ПВХ труби. Для зручності виконання гідравлічного розрахунку дрен скористуємось спеціальними таблицями (для труб із ПВХ додаток Д)

В даних таблицях швидкості і витрати води наведені при повному заповненні труб водою. Для перерахунку витрат води і швидкості при іншому ступені наповнення, скористаємось формулами

$$a = \frac{h}{d}, \quad (4.40)$$

$$Q = Q_T \cdot A, \quad (4.41)$$

$$v = v_T \cdot B, \quad (4.42)$$

де  $a$  – ступінь наповнення труби водою;

$h$  – глибина води в трубі;

$d$  – діаметр труби;

$Q_T$  – витрата води при повному заповненні труби ( $a=1$ );

$V_T$  – швидкість при повному заповненні труби ( $a=1$ );

$A$  і  $B$  – коефіцієнти для перерахунку ступеня заповнення труб (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Значення  $A$  і  $B$  при різних ступенях наповнення труб круглого перерізу

$a$	$A$	$B$	$a$	$A$	$B$
0,05	0,004	0,184	0,55	0,589	1,045
0,10	0,017	0,333	0,60	0,578	1,083
0,15	0,043	0,457	0,65	0,766	1,113
0,20	0,080	0,565	0,70	0,850	1,137
0,25	0,129	0,661	0,75	0,927	1,152
0,30	0,188	0,748	0,80	0,994	1,159
0,35	0,256	0,821	0,85	1,048	1,157
0,40	0,332	0,889	0,90	1,082	1,142
0,45	0,414	0,948	0,95	1,087	1,108
0,50	0,500	1,000	1,00	1,000	1,000

В наших умовах при похилі  $i=0,003$  і максимальній витраті в дрені 3,26 л/с необхідно приймати діаметр труб ПВХ 140 мм з максимальною пропускною здатністю 3,40 л/с (додаток Д). При цьому коефіцієнт  $A$  складає  $A = \frac{3,26}{3,40} = 0,95$ , за табл. 5.3  $a = \frac{h}{d} = 0,77$ . Швидкість при повному заповненні

$v_T=0,29$  м/с (додаток Д). При отриманому відношенні  $a$  коефіцієнт  $B=1,155$  тоді швидкість води в дрени складає  $v=0,29 \cdot 1,155=0,33$  м/с.

Для виносу із дрен частинок ґрунту менше 0,05 мм необхідна незамулююча швидкість потоку 0,15 м/с.

За НТД-33.63.040-80 для зони зрошення України рекомендована оптимальна швидкість води в трубі становить 0,6-0,8 м/с. В нашому випадку швидкість води в дрени складає 0,33 м/с, що дещо менше рекомендованого, але достатня для виносу дрібних частинок ґрунту.

## 5 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА РОБІТ З ВІДНОВЛЕННЯ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

### 5.1 Розрахунок об'ємів земляних та монтажних робіт

Починаємо будівництво зрошувальної і дренажної мереж зі зрізки рослинного шару ґрунту в об'ємі, що визначається формулою

$$V_{p.z} = L \cdot B_{p.z} \cdot t_{p.z}, \quad (5.1)$$

де  $L$  – довжина трубопроводу,  $L_{\text{зрош}}^{\text{тр}} = 5200$  м,  $L_{\text{др}}^{\text{тр}} = 5325$  м;

$B_{p.z}$  – ширина полоси зрізання,  $B_{\text{р.г}}^{\text{зрош}} = 12$  м,  $B_{\text{р.г}}^{\text{др}} = 12$  м;

$t_{p.z}$  – висота шару ґрунту, що знімається,  $t_{p.z} = 0,3$  м.

В нашому випадку для зрошувального і дренажного випадків отримаємо

$$V_{\text{р.г}}^{\text{зрош}} = 5200 \cdot 12 \cdot 0,3 = 18720 \text{ м}^3,$$

$$V_{\text{р.г}}^{\text{др}} = 5325 \cdot 12 \cdot 0,3 = 19170 \text{ м}^3.$$

Для забезпечення вільного стікання води із зрошувального трубопроводу і стоку дренажних вод самопливом виконуємо планування трас відповідно під похил ізрош = 0,001 та ідр = 0,003 на площі

$$F_{\text{пл}} = L \cdot \text{Воб}, \quad (5.2)$$

де  $\text{Воб}$  – ширина відвалу бульдозера,  $\text{Воб} = 4$  м.

Отже

$$F_{\text{пл}}^{\text{зрош}} = 5200 \cdot 4 = 20800 \text{ м}^2,$$

$$F_{\text{пл}}^{\text{др}} = 5325 \cdot 4 = 21300 \text{ м}^2.$$

Розробку ґрунту в траншеї виконуємо однокішшовим екскаватором зі зворотною лопатою в об'ємі, який визначаємо за формулою

$$V = (B + m \cdot H) H \cdot L, \quad (5.3)$$

де  $B$  – ширина траншеї по дну, м;

$m$  – коефіцієнт закладення відкосів траншеї;

$H$  – глибина траншеї, м.

Ширину траншеї по дну визначаємо за СНиП 3.02.01–87 і для зрошувального трубопроводу вона складе

$$V_{\text{зрош}} = 0,2 + 0,8 = 1,0 \text{ м,}$$

ширина дренажної траншеї складає  $V_{\text{др}} = 0,7 \text{ м.}$

Коефіцієнт закладення відкосів визначаємо за СНиП 3.02.01–87 в залежності від глибини траншеї і виду ґрунту, тобто  $m = 0$ .

Глибину траншеї зрошувального трубопроводу визначаємо за формулою

$$H = D + h_{\text{пр}}, \quad (5.4)$$

де  $D$  – діаметр трубопроводу, м;

$h_{\text{пр}}$  – глибина промерзання ґрунту, м.

В нашому випадку

$$H = 0,2 + 1,0 = 1,2 \text{ м.}$$

Підставляючи, за формулою (5.3) отримаємо

$$V_{\text{зрош}} = (1,0 + 0 \cdot 1,2) \cdot 1,2 \cdot 5200 = 6240 \text{ м}^3,$$

$$V_{\text{др}} = (0,7 + 0,5 \cdot 3,5) \cdot 3,5 \cdot 5325 = 45661 \text{ м}^3.$$

Розробляємо вручну ґрунт на дні траншеї для укладання труб на непорушену підвалину в об'ємі, який визначається за формулою

$$V = L \cdot B \cdot \text{труч}, \quad (5.5)$$

де  $\text{труч}$  – шар ґрунту, що розробляється вручну,  $\text{труч} = 0,1 \text{ м.}$

В нашому випадку отримаємо

$$V_{руч} = 5200 \cdot 1,0 \cdot 0,1 = 520 \text{ м}^3.$$

Об'єм ґрунту, що розробляється екскаватором визначаємо за формулою

$$V_{мех} = V_{зрош} - V_{руч}, \quad (5.6)$$

$$V_{мех} = 6240 - 520 = 5720 \text{ м}^3.$$

Об'єм ґрунту зворотної засипки траншеї складе

$$V_{оз} = V_{тр} + V_{пр} + V_{кк}, \quad (5.7)$$

де  $V_{тр}$  – об'єм ґрунту, що розробляється в траншеї екскаватором,  $\text{м}^3$ ;

$V_{пр}$  – об'єм ґрунту приямків,  $\text{м}^3$ ;

$V_{кк}$  – об'єм ґрунту в котлованах під колодязі,  $\text{м}^3$ .

Отже, отримаємо

$$V_{оз} = 5720 + 120 + 200 = 6040 \text{ м}^3.$$

Розрахунок об'ємів земляних і монтажних робіт зводимо в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Відомість об'ємів земляних і монтажних робіт по будівництву зрошувальної мережі

Найменування будівельного процесу	Одиниця виміру	Кількість для:		
		зрошувальної мережі	дренажної мережі	всього
Зрізання рослинного шару ґрунту з траси траншеї	$\text{м}^3$	18720	19170	37890
Планування траси траншеї під проектний похил 0,001	$\text{м}^2$	20800	21300	42100
Розробка ґрунту в траншеї: всього	$\text{м}^3$	6240	45661	51901
в т.ч. механічним способом	$\text{м}^3$	5720	-	5720
вручну	$\text{м}^3$	520	-	520
Розробка ґрунту в приямках під стики труб	$\text{м}^3$	120	-	120
Розробка ґрунту в котлованах під колодязі	$\text{м}^3$	200	470	670

Найменування будівельного процесу	Одиниця виміру	Кількість для:		
		зрошувальної мережі	дренажної мережі	всього
Укладка труб: Ст. Ø 200 мм	м	3475	-	3475
Ø 150 мм	м	1726	-	1726
Дренажних труб ПВХ Ø 200 мм	м	-	3475	3475
Ø 100 мм	м	-	1850	1850
Монтаж оглядових колодязів	шт	7	26	33
Монтаж засувок	шт	7	-	7
Обсипка дренажних труб гравійно-піщаним фільтром	м <sup>3</sup>	-	600	600
Часткова засипка траншеї ґрунтом	м <sup>3</sup>	540	2780	3320
Зворотна засипка траншеї ґрунтом	м <sup>3</sup>	6040	40658	46698
Монтаж: нерухомих опор	шт	24	-	24
вантузів	шт	3	-	3
зворотних клапанів	шт	1	-	1
Скидних споруд/ дренажних гирл	шт	1	1	2
Відновлення рослинного шару ґрунту	м <sup>3</sup>	18720	19170	37890
Планування площі масиву зрошення	тис. м <sup>2</sup>	20800	21300	42100

## 5.2. Підбір комплекту будівельних машин

Для вибору оптимального комплекту машин по їх робочим параметрам складаємо як мінімум два комплекти, які забезпечать повну механізацію земляних і монтажних робіт. Спочатку вибираємо ведучу машину (екскаватор), а до неї по продуктивності підбираємо допоміжні машини: бульдозер, кран, дреноукладач. По кожному комплекту будівельних машин визначаємо собівартість виконання механізованих робіт із застосуванням єдиних норм і розцінок [34,19].

Продуктивність за зміну можна визначити за формулою

$$\text{Пр.зМ} = \frac{V_{\text{ЕНиР}}}{H_{\text{вр}}} 8,0, \quad (5.8)$$

де  $V_{\text{ЕНиР}}$  – об'єм робіт за ЕНиР;

$H_{\text{вр}}$  – норма машинного часу;

8,2 – тривалість зміни в годинах.

Кількість машино-змін визначається за формулою

$$N_{\text{маш.зм}} = \frac{V}{\text{Пр.зМ}}, \quad (5.9)$$

де  $V$  – об'єм земляних робіт.

Вартість всього об'єму робіт визначаємо як добуток кількості машино-змін (на весь об'єм) на вартість однієї машино-зміни.

Собівартість механізованих робіт визначається множенням вартості всього об'єму робіт на коефіцієнт  $\kappa = 1,16$ .

Після розрахунку собівартості виконання механізованих робіт визначаємо приведені витрати, тобто затрати, приведені до одного року роботи машини на об'єкті, по кожному виду робіт за формулою [19]

$$Z_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^{n1} C_i + E_n \sum_{i=1}^n \frac{\Phi_i \cdot T_{oi}}{T_{ri}}, \quad (5.10)$$

де  $C_i$  – собівартість виконання механізованої роботи  $i$ -тої машини, грн.;

$n$  – кількість однотипних машин в комплекті;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт економічної ефективності використання машин,  $E_n = 0,12$ ;

$\Phi_i$  – балансова вартість  $i$ -тої машини, грн.;

$T_{oi}$  – кількість змін роботи машини на об'єкті;

$T_{ri}$  – річний фонд робочого часу  $i$ -тої машини (в змінах).

Оптимальному комплекту машин відповідають найменші приведені витрати.



В даному випадку приведені витрати по першому комплекту машин склали 9910 грн., а по другому – 10570 грн. Тобто в даному випадку для виробництва земляних і монтажних робіт по будівництву масиву зрошення приймаємо перший комплект машин, в який входять:

- бульдозер – ДЗ-186 ;
- екскаватор – ЕТ-18;
- кран – КДа-35.
- дренаукладач ЕТЦ-406.

### 5.3. Розрахунок складу комплексної бригади будівельників

Комплексна бригада будівельників об'єднує працівників різних будівельних спеціальностей і кваліфікації. В ній практикується суміщення професій, тобто виконання одним працівником двох-трьох видів робіт, що сприяє зменшенню внутрішньо змінних простоїв і скороченню терміну будівництва масиву зрошення.

Для розрахунку складу комплексної бригади будівельників спочатку складається калькуляція трудових затрат (табл. 5.2, 5.3) по всім видам робіт в їх технологічній послідовності з використанням проектних об'ємів робіт (табл.6.1) і норм машинного часу, що прийняті по нормативним документам.

Трудовитрати визначаються за формулою [18]

$$Q = \frac{V \cdot H_{вр} \cdot n_{люд}}{V_{ЕНиР} \cdot 8},$$

(5.11)

де  $V$  – проектний об'єм робіт;

$H_{вр}$  – норма машинного часу;

$n_{люд}$  – кількість людей;

$V_{ЕНиР}$  – об'єм робіт за ЕНиР;

8,0 – тривалість зміни в годинах.

Таблиця 5.2 – Калькуляція трудових затрат на будівництво зрошувального трубопроводу

Обґрунтування норм	Найменування будівельної операції	Об'єм робіт		Склад ланки		Норма часу на одиницю вимірювання, год	Трудовитрати, люд-дні
		одиниця вимірювання	кількість	професія, розряд	кількість чоловік		
1	2	3	4	5	6	7	8
E1-24-1	Зрізання рослинного шару ґрунту з траси трубопроводу	м <sup>3</sup>	18720	Маш. 6р	1	0,55/100	16,3
E1-145-1	Планування траси трубопроводу під похил	м <sup>2</sup>	20800	Маш. 6р	1	0,34/100	11,2
E1-13-5	Розробка ґрунту в траншеї екскаватором	м <sup>3</sup>	5720	Маш. 6р	1	2,6/100	30,6
E1-164-2	Розробка ґрунту на дні траншеї вручну	м <sup>3</sup>	520	Земл. 2р	1	1,3/100	1,2
E1-164-2	Розробка ґрунту в котлованах під колодязі	м <sup>3</sup>	200	Маш. 6р	1	2,9/100	0,7
E22-8-9	Розробка ґрунту в прямках під стики труб	м <sup>3</sup>	120	Земл. 2р	1	1,9/1	27,8
E9-27	Укладання труб СТ Д=200мм	м	3475	Монт. 4,3,2 р	3	0,05/1	58,4
E9-27	Укладання труб СТ Д=150мм	м	1726	Монт. 4,3,2 р	3	0,05/1	28,8
E22-37-2	Монтаж оглядових колодязів	шт	2	Монт. 4,3,2 р	4	7,8/1	7,6
E22-37-3	Монтаж гідрантів підключення МДУ-75	шт	24	Монт. 4,3,2 р	3	2,6/1	20,6
E22-37-2	Монтаж вантузів	шт	4	Монт. 3 р	1	0,9/1	0,4
E22-34-4	Монтаж скидної споруди	шт	2	Монт. 4р	1	1,1/1	0,3
E22-35-8	Монтаж чавунних засувок Д100мм	шт	11	Монт. 4,3 р	3	4,6/1	18,5
E1-166-2	Часткова засипка траншеї ґрунтом	м <sup>3</sup>	350	Земл. 2р	1	0,86/1	36,7
E1-13-4	Повна засипка траншеї ґрунтом	м <sup>3</sup>	6040	Маш. 6р	1	0,38/100	3,6
E1-27-1	Відновлення рослинного шару ґрунту	м <sup>3</sup>	18720	Маш. 6р	1	0,8/100	19,3
E22-38-2	Попереднє гідравлічне випробування трубопроводу	м	5200	Монт. 4,3 р	2	0,16/100	2,6
E22-38-3	Кінцеве гідравлічне випробування трубопроводу	м	5200	Монт. 4,3 р	2	0,25/100	4,1
Сума							289,7

Таблиця 5.3 – Калькуляція трудових затрат на будівництво дренажної мережі

Обґрунтування норм	Найменування будівельної операції	Об'єм робіт		Склад ланки		Норма часу на одиницю вимірювання, год	Трудовитрати, люд-дні
		одиниця вимірювання	кількість	професія, розряд	кількість чоловік		
1	2	3	4	5	6	7	8
E1-24-1	Зрізання рослинного шару ґрунту з дренажної мережі	м <sup>3</sup>	19170	Маш. 6р	1	0,55/100	12,9
E1-145-1	Планування траси трубопроводу під похил 0,003	м <sup>2</sup>	21300	Маш. 6р	1	0,29/100	7,6
E1-13-5	Розробка ґрунту в траншеї екскаватором	м <sup>3</sup>	45661	Маш. 6р	1	2,6/100	143,7
E1-164-2	Розробка ґрунту в котлованах під колодязі	м <sup>3</sup>	470	Маш. 6р	1	2,8/100	1,6
E22-2-8	Влаштування дренажу із ПВХ труб Д200мм	м	3475	Монт. 4,3,2 р	3	0,37/100	4,8
E22-2-10	Влаштування дренажу із ПВХ труб Д100мм	м	1850	Монт. 4,3,2 р	3	0,37/100	2,5
E22-37-2	Монтаж оглядових колодязів	шт	26	Монт. 4,3,2 р	5	7,8/1	123,8
E22-37-3	Монтаж дренажних гирл	шт	1	Монт. 4,3,2 р	2	3,6/1	0,9
E1-166-2	Обсипка труб гравійно-піщаною сумішшю	м <sup>3</sup>	600	Земл. 2р	2	0,75/1	34,8
E1-13-4	Зворотня засипка траншеї ґрунтом	м <sup>3</sup>	40592	Маш. 6р	1	0,35/100	18,6
E1-27-1	Відновлення рослинного шару ґрунту	м <sup>3</sup>	19170	Маш. 6р	1	0,65/100	8,3
Сума							359,5

Для розрахунку складу комплексної бригади будівельні процеси об'єднуємо по принципу можливості виконання їх одним видом машин або працівниками однієї спеціальності, використовуючи калькуляцію трудових затрат. При розрахунку враховуємо зростання продуктивності праці для механізованих робіт на 10-15%, для ручних – 5-8%.

Розрахунок складу комплексної бригади будівельників ведемо у вигляді табл. 5.6. Як видно з табл. 5.6, до складу комплексної бригади будівельників входять працівники наступних спеціальностей:

машиніст 6 розряду	– 2 чоловіки;
машиніст 5 розряду	– 1 людина;
монтажник 4 розряду	– 2 чоловіки;
монтажник 3 розряду	– 2 чоловіки;
монтажник 2 розряду	– 2 чоловіки;
землекоп 2 розряду	– 5 чоловіки.
Всього – 14 осіб.	

#### **5.4. Технологія виробництва робіт при будівництві зрошувальної та дренажної мереж**

Правильна технологія виробництва будівельних робіт забезпечує високу якість робіт, зменшення трудовитрат і підвищення продуктивності праці [18].

До початку відривання траншеї проводиться інструментальна розбивка вісі і перерізу траншеї, меж відвалу ґрунту, зон пересування механізмів і складування матеріалів.

Розбивання поперечників відбувається через кожні 50 м на прямих ділянках трубопроводу і через 20 м на криволінійних. Вісь траншеї закріплюється віхами висотою 2-2,5 м. На відстані 0,5 м від бровки траншеї

через 50 м встановлюються нерухомі візирні з робочими відмітками і глибиною розробки.

Ширина траншеї для укладання трубопроводів встановлюється проектом. При відсутності вказівок в проекті, ширина приймається в залежності від діаметру труб, матеріалу та способу укладки.

Мінімальна ширина траншеї при умові техніки безпеки приймається 0,7 м. Для зручності монтажу і закладення стиків на дні траншеї влаштовуються приямки, які відкривають перед монтажем труб.

Розміри приямків назначуються в залежності від виду, розмірів труб і способу стиковки в наступних межах: глибина 0,2-0,7 м, довжина – 0,3-1 м, ширина рівна ширині траншеї.

Траншеї глибиною до 1,5 м і шириною до 1,2 м необхідно відривати екскаватором. Траншеї більше 1,5 м відриваються одноковшовими екскаваторами з робочим обладнанням зворотня лопата із місткістю ковша 0,4-0,65 м<sup>3</sup>.

Траншеї глибиною до 1,5 м розроблюються з вертикальними стінками, глибиною від 1,5 до 2,5 – з відкосами 0,5.

В ґрунтах природної вологості при відсутності ґрунтових вод і розташованих поблизу підземних споруд траншеї з вертикальними стінками без кріплення відриваються на глибину не більше: в піщаних і гравелистих ґрунтах – 1 м; в супісках – 1,25 м; в глинах і суглинках – 1,5 м; в нескельних ґрунтах щільних – 2 м.

Необхідність кріплення вертикальних стінок обумовлюється проектом і проводиться в нестійких ґрунтах, при високому рівні ґрунтових вод, а також коли глибина траншеї перевищує допустиму.

При устрої траншеї відвал мінерального ґрунту розташовується з одного боку, як правило з нагірного, а відвал рослинного ґрунту рекомендується розташовувати з протилежного боку.

Після закінчення робіт по влаштуванню траншеї, підготовка ложа під труби перевіряється майстром.

При монтажі поліетиленових труб подавати їх в траншеї за допомогою автокрана. Укладені на дно труби центруються і влаштовуються по шнуру, відвісу і під візирку. Закріплюються труби підсипкою з ущільненням ґрунту.

Змонтований трубопровід повинен бути зразу ж підбитий ґрунтом на висоту 0,5 його діаметра, а потім виконана засипка траншеї на висоту не менш ніж 0,7 м над верхом труби без ущільнення ґрунту.

Всі зрошувальні трубопроводи необхідно випробувати у два прийоми: попереднє випробування на міцність і кінцеве на щільність – після засипання траншеї, але до встановлення гідрантів, запобіжних клапанів і вантузів.

При проведенні випробувань засувки, що встановлені на випробувальній ділянці трубопроводу, повинні бути повністю відкриті.

Трубопроводи зрошувальної мережі випробуються на щільність водою, якщо це неможливо то застосовується пневматичне випробування (повітрям), і тільки в разі коли робочий тиск в трубах не перевищує 0,5 МПа. При гідравлічному випробуванні тиск для поліетиленових труб повинен біти не більше ніж 1,5 МПа.

**Зрізка рослинного ґрунту з траси траншеї** здійснюють для збереження його родючості. Згідно з ГОСТ 17.4.3.02-85 «Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земельных работ» зняття і раціональне використання родючого шару ґрунту при виконанні земляних робіт необхідно виконувати на землях всіх категорій. Родючий шар ґрунту, зняти при будівництві лінійних споруд, меліоративних об'єктів повинен бути використаний без його складування і збереження для рекультивації порушених будівництвом земель і на прилеглих малопродуктивних угіддях.

Згідно з ГОСТ 17.5.3.06-85 «Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ» норма зняття родючого шару ґрунту для чорноземів звичайних 40-100 см. Для даного проекту прийнята мінімальна товщина зняття родючого ґрунту – 40 см. Ширина смуги знятого ґрунту – 10 м.

Роботи, пов'язані з розробкою і пересуванням ґрунту, виконують бульдозерами. При цьому можна виконувати роботи за різними схемами шляху пересування бульдозерів. Розрізняють поперечну та поздовжню схеми розробки. Для зрізки рослинного ґрунту використовують поперечну розробку.

При поперечному пересуванні ґрунту на невеликі відстані в один бік від розроблюваної смуги бульдозер після чергового робочого ходу вертається для набору ґрунту заднім ходом (аркуш 8). В даному проекті передбачається використання бульдозера марки Б-10 на базі трактора Т-130. Довжина відвалу – 3,65 м. Висота відвалу – 1,35 м.

**Планування траси трубопроводу** здійснюють бульдозером в одному напрямку. Планування траси траншеї здійснюють для придання потрібного похилу трубопроводу. Ширина смуги планування дорівнює ширині захвата бульдозера, тобто 3,65 м.

**Розробка ґрунту в траншеї** під трубопроводу ведуть у відповідності з проектною глибиною закладання труб. Ширину траншеї призначають з врахуванням діаметра труб і запасу від 0,3 до 1,2 м, в залежності від матеріалу труб, способу з'єднання стиків і укладки труб. Мінімальна ширина траншеї за умовами техніки безпеки 0,7 м. При великій глибині траншеї і в нестійких ґрунтах передбачають уположення відкосів або кріплення стінок.

В даному проекті передбачають укладку пластмасових труб діаметрами від 50 до 125 мм. З'єднання пластмасових труб здійснюють зварюванням на поверхні землі, а потім укладають в траншею. При такій технології ширина траншеї може бути мінімальною – 0,7 м. При глибині траншеї до 1,5 м в суглинках можлива розробка ґрунту в траншеї без уположення та кріплення стінок [ ].

Для розробки ґрунту в траншеях використовують спеціалізовані траншейні багатоковшеві екскаватори з цепним або роторним робочим органом. В тих випадках, коли необхідні розміри траншеї перевищують граничну глибину і ширину розробки траншейними екскаваторами,

застосовують однокошові екскаватори з робочим обладнанням зворотна лопата або драглайн.

В даному проекті в зв'язку з невеликим об'ємом земляних робіт застосований одноковшевий екскаватор ЭО-1624А на базі шасі МТЗ-82. Ємкість ковша: геометрична 0,25 м<sup>3</sup>, номінальна 0,28 м<sup>3</sup>. Глибина копання – 4250 мм. Радіус копання на рівні стоянки – 5500 мм. Ширина ковша – 710 мм.

При розробці ґрунту в траншеї застосовують одноківшеві з робочим обладнанням зворотна лопата. Такі екскаватори застосовують головним чином для розробки ґрунту в нешироких каналах, траншеях з крутими відкосами. Зворотні лопати забирають ґрунт нижче рівня свого стояння. Ґрунт, що розробляється зворотною лопатою, відсипають у відвал .

При розробці траншей під закриті трубопроводи розробка ґрунту екскаватором здійснюється поздовжнім способом. При цьому екскаватор пересувається по осі виїмки і відсипає ґрунт на два або один бік. Так як траншея під трубопровід в даному проекті має невеликі розміри то відсипка відбувається в один бік.

**Розробка ґрунту вручну** після влаштування основної траншеї її підчищають і вирівнюють вручну для надійного і рівномірного притискання труб.

**Монтаж трубопроводів** виконують в траншеї після підготовки і перевірки підвалин. При укладці ланок труб необхідно дотримуватись таких вимог:

- ґрунт підвалин повинен бути непорушеної структури;
- дно траншеї повинне мати проектні відмітки;
- кожна ланка трубопроводу повинна щільно притискатись з підваленою по всій довжині;
- недобори ґрунту по дну траншеї до 5-10 см повинні бути ліквідовані (зазвичай вручну з відкиданням ґрунту на ділянки з укладеним трубопроводом);



- випадкові перебори повинні бути усунені засипанням (піском, щебенем, гравієм) з ретельним ущільненням;
- похил дна траншеї для самопливно-напірних ліній закритих зрошувальних систем повинні бути не менше 0,003;
- на болотистих, пливунах, пучинистих, скельних ґрунтах обов'язкова підготовка підвалин із шару піску, гравію, щебеня товщиною 0,10-0,25 м.

При монтажі труби з'єднують в одну нитку трубопроводу, забезпечуючи його герметичність в стиках. Одночасно з трубами необхідно монтувати фасонні частини і арматуру на лінії трубопроводу (крім вантузів і гідрантів). При монтажі в більш пізні строки затрудняється і ускладнюється з'єднання фасонних частин, а також герметизація з'єднань.

В залежності від матеріалу труб і конструкції стиків застосовують різні способи їх з'єднання і герметизації. Поліетиленові труби з'єднують частіше за все зварюванням. Так як вони здатні витримати значні деформації при згинанні, їх з'єднують в секції довжиною до 100-200 м на поверхні землі рядом з траншеєю або на підкладках над траншеєю, після чого опускають в готову траншею.

Опускати труби в траншею можна за допомогою пересувних кранів, кранів-трубоукладчиків на базі гусеничних тракторів, триніг з лебідками, а при невеликих об'ємах робіт і малій масі труб – вручну.

В даному проекті передбачена укладка труб із поліетилену низької щільності ПНП діаметрами від 50 до 125 мм. Труби такого діаметру влаштовують вручну. З'єднання труб в одну нитку відбувається зварюванням на поверхні ґрунту в одну нитку, а потім опускання на дно вирівняної траншеї.

**Монтаж оглядових колодязів** здійснюють одночасно із укладкою труб. Оглядові колодязі служать для регулювання подачі води в трубопроводі. Для цього в колодязях розташовують засувки. В даному

дипломному проєкті передбачено 18 колодязів в яких розташовано 30 засувок Зч47бр діаметру 50 мм і 2 засувки Зч47бр діаметром 100 мм.

Для приєднання засувок до пластмасових труб застосовують сталеві патрубки відповідного діаметру довжиною 1 м. Патрубки до засувок приєднують за допомогою приварних фланців. Пластмасові труби до сталевих патрубків приєднують наприсовуванням попередньо розігрівши їх.

Колодязі монтують із стінових залізобетонних кілець діаметром 1000 м і висотою 1 м (КС-10). Для влаштування оглядових колодязів на запроектованій ділянці краплинного зрошення потрібно по 2 таких кільця. Зверху колодязі перекривають плитами перекриття типу ПП-10 з влаштуванням залізобетонних люків, обладнаних кришками.

Так як діаметр засувок невеликий їх монтують ручну. Для монтажу кілець і плит перекриття колодязів застосовують автокран. В даному проєкті передбачений кран КС-4527 змонтований на шасі автомобіля КамАЗ-43253 вантажопідйомністю 17 т, з 2-х секційною стрілою.

Колодязі обладнуються ходовими скобами.

**Засипання траншеї** після монтажу труб виконують в літній час в два етапи. Спочатку необхідно засипати приямки, зроблені під стики для зручності монтажу, підбити ґрунт під боки труб з ретельним ущільненням. Одночасно потрібна засипати зверху на 0,3-0,5 м, залишаючи відкритими всі стики. Подальшу засипку ведуть після попереднього випробовування трубопроводу і усунення всіх виявлених дефектів.

Засипку на першому етапі необхідно вести з великою ретельністю (для виключення порушення герметичності з'єднань стиків і зминання труб) вручну або грейферними ковшами екскаваторів. Для остаточної засипки застосовують бульдозери. Засипку ведуть пошарово з ущільненням ґрунту механізованими ручними трамбівками.

**Випробовування трубопроводів** здійснюють для перевірки міцності і герметичності труб і стиків одним із двох способів: гідравлічним або пневматичним. В даному проєкті передбачений гідравлічний спосіб

випробовування трубопроводів. Для цього випробовувані ділянки трубопроводу довжиною до 1 км обладнують приборами для підняття тиску до випробовуваного і манометрами (аркуш 8).

Випробовуваний тиск при гідравлічному способі перевищує робочій зазвичай на 0,3-0,5 МПа і дозволяє оцінити не тільки міцність трубопроводу, але і розмір втрат із нього.

**Відновлення рослинного ґрунту** здійснюють бульдозером повертаючи знятий рослинний ґрунт на місце траншеї. Операція зворотна зняттю рослинного ґрунту і має аналогічні параметри.

### **5.5. Календарне планування будівництва зрошувальної та дренажної мереж**

Календарний план виробництва робіт є складовою частиною проекту виробництва робіт і складається будівельною організацією. Він слугує для уточнення складу робіт комплексної бригади працівників, визначення необхідності в працівниках, машинах, обладнанні і будівельних матеріалах в ті чи інші терміни будівництва. За календарним планом визначають термін будівництва, який повинен бути менше нормативного.

Календарний план складається з двох частин: лівої – розрахункової, і правої – графічної.

В розрахунковій частині записуємо всі види робіт в їх технологічній послідовності, об'єми робіт і типи застосовуваних машин. В ній розраховується потрібна кількість машино-змін і людино-днів для виконання кожного виду робіт, визначається професійний і кількісний склад ланок працівників, тривалість роботи в робочих і календарних днях. В цій частині записується підготовчий період, невраховані роботи і ліквідаційний період.

Графічна частина календарного плану будується у вигляді прямих паралельних ліній довжиною, рівною тривалості роботи в календарних днях в прийнятому масштабі. Роботи, що виконуються в дві зміни зображуються

двома паралельними лініями. Над лініями проставляється кількість працівників, що зайняті на даній роботі. Роботи, що виконуються одним видом машин, зображуються на графіку східчасто, а роботи, які виконуються різними машинами – накладенням ліній.

Під графічною частиною календарного плану будують графік потреби в робітниках шляхом складання кількості працівників за кожен день.

Термін будівництва за планом визначають за графіком потреби в робітниках. Він охоплює період від початку підготовчих робіт до введення всіх об'єктів в експлуатацію, а нормативний термін будівництва за СНиП методом інтерполяції.

Тривалість будівництва масиву зрошення (нормативна) складе

$$T_n = 330 \text{ днів.}$$

Загальні трудові витрати склали: по нормі  $Q_n = 950$  людино-дні;

$$\text{по плану } Q_{пл} = 837 \text{ людино-дні.}$$

Підвищення продуктивності праці визначається за формулою

$$\Pi = \frac{Q_n - Q_{пл}}{Q_n} 100\% . \quad (5.12)$$

Для даного випадку отримаємо

$$\Pi = \frac{950 - 837}{950} = 11,8\% .$$

Виконання норм виробітку визначаємо за формулою

$$B = \frac{Q_n}{Q_{пл}} 100\% . \quad (5.13)$$

В даному випадку отримаємо

$$B = \frac{950}{837} = 113,5\% .$$

Питомі трудовитрати визначаємо за формулою

$$q = \frac{Q_{\text{пл}}}{F_{\text{нт}}}, \quad (5.14)$$

де  $F_{\text{нт}}$  – поливна площа нетто, га.

Для даного випадку отримаємо

$$q = \frac{950}{60} = 15,8 \text{ люд-дн/га.}$$

## 5.6. Визначення кошторисної вартості будівництва

Кошторисною вартістю називається відпускна ціна об'єкта закінченого будівництва. Вона слугує для планування капітальних вкладень, взаєморозрахунків між заказником і підрядником, визначення фонду заробітної платні і банківського фінансування будівництва.

Кошторисна вартість визначається складанням:

- локального кошторису на будівництво вузлів споруд або окремих видів робіт (форма 4);
- об'єктного кошторису на будівництво всього об'єкта (форма 3);
- зведеного кошторисного розрахунку на будівництво комплексу споруд (форма 1).

Локальний кошторис (форма 4) складається по проектним об'ємам робіт із застосуванням кошторисних норм і розцінок. В ній розраховуються прямі витрати на виконання будівельних робіт, і вартість матеріалів, що застосовуються; накладні витрати, що приймаються у відсотках від прямих витрат і йдуть на оплату праці працівників, непрямо пов'язаних з будівництвом (інженерно-технічні робітники, молодший обслуговуючий персонал); планові накопичення – прибуток будівельної організації, який приймається у відсотках від прямих витрат.

Локальні кошториси розраховуються із застосуванням кошторисних норм і розцінок, приведених в укрупнених кошторисних нормах та єдиних розцінках України.

На підставі локальних кошторисів складається об'єктний кошторис, в якому враховуються витрати, пов'язані з особливостями будівництва даного об'єкта (форма 3).

Вартість об'єктного кошторису являється підставою для розрахунку зведеного кошторис. Зведений кошторис (форма 1) складається з дванадцяти глав, в яких враховуються витрати, пов'язані з проектуванням і організацією будівництва. Витрати приймаються у відсотках від суми об'єктного кошторису. В зведеному кошторисі розраховуються зворотні суми, що враховують вартість матеріалів, придатних для повторного використання. Сума зведеного розрахунку використовується для подальших техніко-економічних розрахунків.

В проекті підготовлено:

1. Локальний кошторис на будівництво зрошувальної мережі в сумі 3838,354 тис. грн.;
2. Локальний кошторис на будівництво дренажної мережі в сумі 2456,796 тис. грн.;
3. Об'єктний кошторис на будівництво обох мереж в сумі 6295,150 тис. грн.;

Зведений кошторис на будівництво зрошувальної системи в СГ ПП «Чумаки» в сумі 9316,738 тис. грн

## **6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **6.1. Безпека при виконанні земляних робіт**

Особливість умов виконання земляних робіт представлена типовою інструкцією, запозичену з різних навчально-методичних [3, 34, 51] та нормативних джерел [16, 22]. «Проведення земляних робіт у зоні діючих підземних комунікацій варто здійснювати під безпосереднім керівництвом майстра, а в охоронній зоні кабелів, що перебувають під напругою, або діючого газопроводу, крім того, під спостереженням працівників електро- або газового господарства. До початку проведення земляних робіт у місцях розташування діючих підземних комунікацій повинні бути розроблені й погоджені з організаціям, що експлуатують ці комунікації, заходи щодо безпечних умов праці, а розташування підземних комунікацій на місцевості позначено відповідними знаками або написами» [3,16,42].

Земляні роботи, в основному, виконуються під час будівництва або при ремонтно-відновлювальних операціях. Земляні роботи можуть проводитися ручним методом, а можуть і з застосуванням засобів механізації: екскаватора, бурильної установки, засобів гідромеханізації. Основна вимога до підприємства, яке виробляє земляні роботи - це наявність у нього чинного дозволу Держгірпромнагляду на виконання робіт підвищеної небезпеки. Адже відповідно до чинної сьогодні постанови Кабінету міністрів України від 26 жовтня 2011 р. № 1107, «земляні роботи, які виконуються на глибині понад 2 м, в зоні підземних комунікацій чи під водою, належать до робіт підвищеної небезпеки. Якщо ж земляні роботи проводяться в санітарних, охоронних зонах природно-заповідного фонду чи історико-культурної

спадщини, то організація повинна отримати ще й дозвіл» відповідно до постанови КМУ від 13.03.2002 р. №316. Базовим документом, який встановлює вимоги безпеки праці під час земляних робіт, є СНиП 3.02.01-87 «Земляні споруди, основи і фундаменти». «Вимоги безпеки праці під час земляних робіт, пов'язані з експлуатацією інженерних комунікацій, визначають відповідні розділи нормативно-правових актів з охорони праці (НПАОП). На початковому етапі підготовки до виконання земляних робіт слід виявити можливі місця охоронних зон підземних комунікацій. Для цього необхідно мати схему розміщення комунікацій, так звану картограму. На ній має бути чітко позначені глибина залягання трубопроводів або кабелів, а також позначені надземні їх частини. У випадку, якщо немає можливості точного визначення місцезнаходження підземних комунікацій, вдаються до ручного шурфування або зондування ґрунту на предмет виявлення комунікацій. Варто пам'ятати, що виконання земляних робіт в місцях з потенційним патогенним зараженням ґрунту (кладовищах, скотомогильниках, звалищах) або в охоронних зонах діючих інженерних комунікацій (наприклад ЛЕП) проводяться строго за нарядом-допуском і за наявності письмового дозволу організації, яка експлуатує інженерну комунікацію. До виконання земляних робіт можуть залучатися працівники, допущені з медичної точки зору до роботи в замкнених просторах. Територія виконання земляних робіт повинна бути огорожена в місцях можливого проходу людей і руху транспорту. Також територія забезпечується попереджувальними написами і знаками із сигнальним освітленням у нічний час. Коли ведеться ремонт водопровідно-каналізаційних споруд, місце проведення земляних робіт огорожується. Огороджувати також необхідно зону виконання земляних робіт на автомобільних дорогах від транспортних засобів. Огорожа встановлюється на відстані не менше ніж 2 м від межі виїмки, а за наявності залізничного рейкового шляху - не менше 2,6 м від неї. Для проходу людей через виїмку повинні бути встановлені перехідні містки шириною: - при односторонньому русі не менше 0,75 м; - при



двосторонньому русі не менше 1,2 м. В обох випадках містки повинні мати поручневу огорожу з обох боків висотою 1,1 м, бортову дошку шириною 0,15 м і додаткову огороджувальну планку на висоті 0,5 м від настилу. У разі розробки виїмки в безпосередній близькості або нижче фундаментів існуючих будівель або споруд, передбачають технічні заходи щодо попередження їх можливого руйнування і виникнення деформацій, наприклад, розробку виїмки виконують окремими захватками довжиною не більше 1,5 м (п. 7.4.12 НПАОП 45.2- 1.12-01). Слід зазначити, що деякі нормативні акти (наприклад, п. 8.2.5 НПАОП 64.2-1.07-96) взагалі забороняють виконання земляних робіт механізованим способом в охоронній зоні діючої інженерної комунікації, а п. 8.4.1 НПАОП 64.2-1.07-96 забороняє проведення робіт з горизонтального буріння і шляхом продавлювання ґрунту в зоні розташування газопроводів». Також п. 4.3.41 Правил безпеки систем газопостачання України (НПАОП 0.00-1.20-98) «не допускається використання ударних механізмів для розпушування ґрунту на відстані ближче 3 м від підземного газопроводу, а забивання паль (шпунтів) дозволяє проводити на відстані не ближче 30 м від газопроводу (в разі прийняття додаткових заходів безпеки ця відстань може бути зменшена до 10 м)»; п. 7.4.16 НПАОП 45.2-1.12-01 «допускає використання ударного інструменту на відстані не ближче 5 м від існуючої інженерної комунікації. У робочій зоні будівельно-дорожніх машин, які можуть використовуватися під час земляних робіт, не допускається виконання інших робіт і перебування працівників. Кордон небезпечної зони рухомого робочого органу складає 5 м. Ґрунт із виїмки (траншеї, канави), робочий інструмент та матеріали розміщують на відстані не ближче 0,5 м від бровки (зовнішнього краю) виїмки, при цьому не дозволяється відвалювання ґрунту на розташовані поруч зони, де проходять інші інженерні комунікації. Розміщення переміщення будівельно-дорожніх машин повинно проводитися за межами призми можливого обвалення ґрунту виїмки. Не допускається розробляти ґрунт шляхом підкопування. Навіси або відшарування ґрунту, що виникає при розробці виїмки, своєчасно руйнують

зверху (попередньо звільнивши зону обвалення від людей та інструменту), а при виявленні в стінках виїмки валунів, великого каміння або великогабаритних залишків будівельних матеріалів їх видаляють з виїмки. Під час розробки виїмки працюючі повинні розташовуватися таким чином, щоб не травмувати один одного робочим інструментом. Виїмку необхідно захищати від впливу поверхневих вод, розміщуючи відвали ґрунту з одного боку і облаштовуючи водовідвідні канали - з іншого». Швидкий приплив ґрунтових вод у виїмку вимагає штучного водозниження або примусового водовідведення (вимоги з організації водозниження і водовідливу наведені в розділі 2 СНиП 3.02.01-87), «а для мулистих ґрунтів або в разі можливого винесення ґрунту підземними водами - шпунтове кріплення. Чи не дозволяється розробка без кріплення перезвожених піщаних, насипних (неущільнених) ґрунтів, а також допуск людей у траншею до встановлення кріплень в таких ґрунтах. При виконанні земляних робіт повинен здійснюватись постійний контроль за станом схилів (застосовується також термін «укосів») або кріплень виїмки, повинні застосовуватися відповідні заходи проти обвалення ґрунту, особливо після зволоження атмосферними опадами (наприклад, зменшуючи крутизну схилів, посилюючи кріплення). При виявленні не передбачених наявною план-схемою інженерної комунікації або споруди, небезпеки обвалення ґрунту або розташованих поруч споруд, розкопці вибухонебезпечного предмету, дії всередині виїмки небезпечних або шкідливих речовин, земляні роботи в таких місцях негайно припиняються, а працюючих виводять за межі небезпечної зони. Подальше виконання робіт можливе після ліквідації дії небезпечного фактора за умови прийняття додаткових заходів безпеки, знешкодження вибухонебезпечного предмету і отримання відповідного дозволу на подальше виконання робіт. Прохід у виїмку здійснюється через влаштований на рівну поверхню трап шириною не менше 0,6 м з перильним огорожею висотою 1,1 м (для вузької виїмки допускається використання приставних сходів). Не допускається пересування по елементах кріплення виїмки, а також перебування у виїмці

без виробничої необхідності. При виконанні земляних робіт на деяких інженерних комунікаціях згідно з нормативними документами потрібно мати кілька виходів з виїмки. Наприклад, при земляних роботах на трубопроводі магістрального газопроводу діаметром до 800 мм виїмка повинна мати не менше двох виходів - по одному в кожену сторону виїмки, робіт на трубопроводі діаметром 800 мм і більше - не менше чотирьох виходів, розташованих по два з кожного боку трубопроводу» ( п. 13.2.13 НПАОП 60.3-1.03-04 «Правила безпечної експлуатації магістральних трубопроводів»). Інші вимоги до вимог охорони праці при земляних роботах можна знайти у зазначених нормативно-правових актах.

В [3] «при виявленні вибухонебезпечних матеріалів проведення земляних робіт в цих місцях негайно припиняють до отримання дозволу від відповідних органів. Перед початком проведення земляних робіт на ділянках з можливим патогенним зараженням ґрунту (смітник, скотомогильники, цвинтарі й т.п.) необхідний дозвіл органів Державного санітарного нагляду. Котловани й траншеї, які розробляються на вулицях, проїздах, а також місцях, де відбувається рух людей або транспорту, повинні бути обгороджені захисним огороженням. На огороженні необхідно встановлювати попереджувальні написи й знаки, а в нічний час – сигнальне освітлення. Місця проходу людей через траншеї повинні бути обладнані перехідними містками, освітлюваними в нічний час. Ґрунт, витягнутий з котловану або траншеї, необхідно розміщати на відстані не менш 0,5 м від брівки виїмки. Розробляти ґрунт у котлованах і траншеях "підкопом" не допускається. Валуни й камені, а також відшарування ґрунту, виявлені на укосах, повинні бути вилучені. Риття котлованів і траншей з вертикальними стінками без кріплень у нескельних і некрижаних ґрунтах вище рівня ґрунтових вод і при відсутності поблизу підземних споруджень допускається на глибину не більше, м: 1,0 м – у насипних, піщаних і великоуламкових ґрунтах; 1,25 м – у супісках; 1,50 м – у суглинках і глинах. Риття котлованів і траншей з відкосами без кріплень у нескельних ґрунтах вище рівня ґрунтових вод (з

урахуванням капілярного підняття) або в ґрунтах, осушених за допомогою штучного водозниження, допускається при глибині виїмки й крутості відкосів згідно норм» [3].

Установлювати кріплення необхідно в напрямку зверху вниз по мірі розробки виїмки на глибину не більше 0,5 м. Розбирання кріплень необхідно робити в напрямку знизу нагору в міру зворотного засипання виїмки.

Розробка роторними й траншейними екскаваторами у зв'язних ґрунтах (суглинках, глинах) траншей з вертикальними стінками без кріплення допускається на глибину не більше 3 м. У місцях, де потрібне перебування робітників, повинні влаштовуватися кріплення траншей або відкосів.

Перед допуском робітників у котловани або траншеї глибиною більше 1,3 м повинна бути перевірена стійкість відкосів або кріплення стін.

Котловани й траншеї, розроблені в зимовий час, при настанні відлиги повинні бути оглянуті, а за результатами огляду повинні бути вжиті заходи до забезпечення стійкості відкосів або кріплень.

## **6.2. Вимоги безпеки праці при експлуатації машин і механізмів**

Відповідно до [16] «до управління меліоративними і будівельними машинами допускаються механізатори, що не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд і мають відповідний документ на право управління машиною. Машини і механізми закріплюють наказом по організації. До експлуатації допускаються тільки технічно справні механізми, рушійні частини яких в місцях можливого доступу до них людей повинні мати огороження. Самохідні машини обладнують звуковою і світловою сигналізацією. При підготовці техніки для роботи в нічний час перевіряють справність електроосвітлення. Робоче місце механізатора повинне забезпечити зручність і безпеку праці (ричаги та педалі – в чохлах, сидіння – регулюється по висоті і надійно закріплене, і т.д.). В кабіні повинні бути

аптечка, термос і вогнегасник. Однією з найважливіших умов безпечної експлуатації меліоративної техніки є знання механізатором прийомів управління і обслуговування машин. Перед початком роботи машиніст зобов'язаний ретельно оглянути машину і усунути виявлені недоліки. Особу увагу необхідно приділити стану захисту всіх частин, що рухаються і кріплення робочих органів. Машини заправляють допливом закритим способом. При цьому забороняється курити. Перед запуском машини необхідно перевірити положення ричала переключення передач, який повинен бути в положенні «нейтральне». Перед початком руху машиніст повинен подати звуковий сигнал, а також впевнитись в відсутності поблизу машини людей. При експлуатації машин і механізмів на будівельній площадці дуже важливо з метою безпеки визначити їх робочі місця – простір в межах якого знаходяться та переміщуються робітники, машини, обладнання і т.д. Виходячи з робочого місця визначають безпечні зони. Безпечна зона екскаватора при роботі в забої рівна колу, що описаний найбільшим радіусом копання при найменшому куті викиду стріли, плюс відстань до перетину поверхні лопати з напрямом кута природного укосу ґрунту. Безпечна зона бульдозера, скрепера, грейдера відповідає ділянці, що відведена для їх роботи та маневрування. В інструкціях для машиніста будь-якої машини безпечні зони робочого місця повинні бути конкретизовані. Безпечні зони огороджують добре видимими огорожувальними знаками і, в деяких випадках, звуковими сигналами. Відповідальність за визначення розмірів безпечних зон і установку огорожень покладено на керівника ділянки, що експлуатує будівельні машини і керує виконанням робіт».

### 6.3. Вимоги безпеки праці при проведенні гідравлічних випробувань зрошувальних трубопроводів

При введенні в експлуатацію закритої зрошувальної мережі проводять випробування трубопроводів на їх герметичність і міцність. При проведенні цих робіт відповідальність за дотриманням вимог безпеки праці покладено на керівника комісії з проведення випробувань. Йому зобов'язані підпорядковуватись всі робітники і інженерно-технічні працівники, що приймають участь в випробуваннях незалежно від відомчої підпорядкованості.

Кожний учасник випробувань повинен точно знати свої обов'язки, мати необхідний інвентар, інструменти, індивідуальні засоби захисту.

Перед початком випробувань всі учасники проходять інструктаж на робочому місці, що дозволяє ближче познайомитись зі схемою розташування ділянки трубопроводу, що підлягає випробуванню, схемами розташування арматури, заглушок, уточнити граничнодопустимі норми тиску в трубопроводі, прийняти всі необхідні заходи безпеки при проведенні випробувань (рис.6.1) [3].

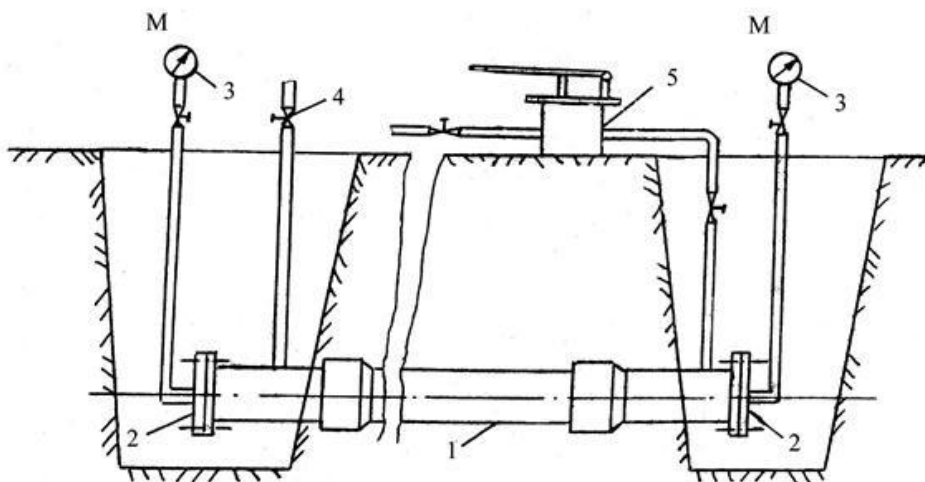


Рисунок 6.1 – Схема гідравлічного випробування трубопроводу:

1 - випробовуваний трубопровід; 2 - торцеві фланці; 3 - манометр; 4 - кран для випуску повітря; 5 – нагнітач

В залежності від діаметра і матеріалу трубопроводу, визначається зона охорони ділянки, де будуть проведені випробування.

В проекті діаметр зрошувального трубопроводу сягають 500 мм.

Межі зони охорони позначаються прапорцями через кожні 50 м, а також виставляються пости спостереження за зоною охорони з розрахунку один пост на 200 м трубопроводу. В зоні охорони не повинно бути сторонніх людей.

Напірні трубопроводи в зібраному вигляді попередньо випробують гідравлічним способом до тиску, що перевищує робочий тиск в 2 рази.

Огляд трубопроводу дозволяється проводити після виключення компресора і зниження тиску до встановленого значення, що вказано в умовах випробувань.

Обладнання, що використовується для випробувань (компресор, насос, манометри) повинні бути розташовані поза межами охорони. Тиск в трубопроводі контролюється по манометру. При підвищенні тиску за рахунок нагрівання повітря в трубопроводі його можна зменшити до необхідних величин.

Дефекти, що будуть виявлені на трубопроводі під час випробувань, допускається виправляти тільки після зниження тиску до атмосферного, а в випадку необхідності з'єднання або роз'єднання лінії випробування необхідно зупинити подачу повітря та води. При виявленні видимих дефектів трубопроводів, несправності контролюючих приладів, з'єднань і заглушок випробування зупиняють до виправлення всіх несправностей і дефектів.

Насосні установки, що мають привід від пересувних електростанцій, повинні бути заземлені. При роботі насосних установок з електроприводом забороняється доторкатись до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою.

Ремонт і обслуговування машин, агрегатів, приладів, що застосовуються при випробуванні зрошувальних трубопроводів, проводять після їх повної зупинки.

Під час роботи компресорних станцій особливу увагу приділяють контролю за тиском і температурою повітря, а також своєчасним випуском із холодильників і ресиверів конденсату.

При очищенні циліндрів, клапанів, поршнем компресорних станцій не дозволяється застосовувати бензин або дизельне пальне. Для цього необхідно використовувати мильний розчин.

Не допускається з метою утворення більш високого тиску проводити не передбачені інструкцією регулювання запобіжних клапанів та інших пристроїв, так як це може привести до їх розриву та може привести до отримання травм робітників.

Під час проведення випробувань зрошувальних трубопроводів на кожному робочому місці необхідно дотримуватись вимог пожежної безпеки.

#### **6.4. Розрахунок заземлення трансформаторної підстанції**

Експлуатація більшості машин і механізмів зв'язана з застосуванням електричної енергії. Електричний струм смертельно небезпечний для людини. Діючи безпосередньо (в результаті прямого проходження), а також іншими видами енергії, в які він перетворюється при розрядах, електричний струм чинить біологічну, термічну та електролітичну дію, визиваючи травми та електроудари.

В розрахунках, опір тіла людини приймається рівним 1000 Ом. Людина починає відчувати струм силою 0,6-1,5 мА. Струм силою 10-15 мА (при частоті 50 Гц) викликає судому м'язів, які людина сама подолати не може, а при силі струму 100 мА та тривалості його дії більше 0,5 с струм може викликати фібриляцію або зупинку серця [3].

Основні засоби захисту від враження електричним струмом: ізоляція; недоступність струмопровідних частин; електричне розділення електромережі за допомогою спеціальних розділяючих трансформаторів;



мала напруга (не вище 42 В, а в особливо небезпечних приміщеннях – 12 В); подвійна ізоляція; захисне заземлення та занулення; захисне відключення; застосування індивідуальних засобів захисту. Серед перерахованих засобів важливе значення має улаштування захисного заземлення корпусів електроустановок, які можуть виявитися під напругою при пошкодженні електроізоляції. Якщо при цьому корпус електроустановки не заземлено, то доторкання до нього так же небезпечно, як і до фази. Якщо корпус заземлено, він опиниться під напругою рівною

$$U_3 = I_3 \cdot R_3, \text{ В} \quad (6.1)$$

де  $U_3$  – напруга на заземленому обладнанні;

$I_3$  – струм однофазного заземлення, який стікає з заземлювача на землю;

$R_3$  – опір заземлювача.

Людина, яка доторкується до цього корпусу, попадає під напругу дотику

$$U_{\partial} = U_3 \cdot a_1 \cdot a_2, \text{ В} \quad (6.2)$$

де  $a_1$  – коефіцієнт напруги дотику, який залежить від відстані між точкою, на якій стоїть людина і заземлювачем;

$a_2$  – коефіцієнт, який враховує падіння напруги, за рахунок додаткового опору (опір взуття, підлоги, тощо).

Струм, який проходить через людину:

$$I_h = I_3 \frac{R_3}{R_h} a_1 \cdot a_2, \text{ А.} \quad (6.3)$$

З рівняння виходить, що чим менше величини  $a_1$ ,  $R_3$  тим меншим буде струм що прохідиме через людину, яка стоїть на землі і доторкується до корпусу електроустановки, що є під напругою.

Захисне заземлення електроустановок слід виконувати в усіх випадках, коли номінальна напруга перемінного струму 380 В і більше, а номінальна напруга постійного струму 440 В і більше. В приміщеннях з підвищеною безпекою та в особливо небезпечних приміщеннях заземлення є обов'язковим при напрузі від 42 до 380 В перемінного і від 110 до 440 В постійного струму.

Захисним заземленням називається переднавмисне з'єднання з землею (грунтом) або з її еквівалентом металевих частин електроустановки, які не є під напругою, але можуть бути під напругою через пошкодження ізоляції.

Захисне заземлення складається з заземлювача (металевих провідників, які знаходяться в землі і мають добрий контакт з грунтом) та заземлюючого провідника, що з'єднує металевий корпус електроустановки з заземлювачем. Сукупність заземлювача та заземлюючих провідників називають заземлюючим пристроєм.

Для улаштування захисного заземлення застосовують природні та штучні заземлювачі. До природних заземлювачів відносяться споруди та пристрої, що знаходяться в землі, які одночасно за своїм прямим призначенням використовуються як заземлювач (металеві трубопроводи, якщо вони не містять горючих речовин, металеві конструкції і арматура залізобетонних конструкцій споруд, металеві оболонки кабелів, прокладених в землі та ін.). Штучні заземлювачі це спеціально закладені в землю (забиті вертикально чи укладені горизонтально) металеві електроди з кутової сталі, відрізків сталевих труб і стержнів, сталеві смуги тощо.

Для здійснення заземлюючих функцій та забезпечення нормативної величини опору заземлюючого пристрою в електроустановках з напругою до 1000 В у мережі з ізольованою нейтралью його опір повинен бути не більше 4 Ом. При потужності генераторів та трансформаторів, які живлять мережу, 100 кВА та менше допускається опір заземлювачів не більше 10 Ом. Для досягнення необхідного опору заземлювача встановлюють відповідну кількість його електродів. Між собою вертикальні електроди з'єднують (зварюють) перемичкою (шиною) з аналогічних матеріалів та таких же розрізів, як і самі електроди.

При появі напруги на корпусі надійно з'єднаної з землею електроустановки земля навколо заземлювача отримує відповідний потенціал  $U$ , який на заземлювачі – точка – буде найбільшим і дорівнює потенціалу на корпусі установки, а на землі – зменшується в міру віддалення від

заземлювача. В результаті, при незмінному потенціалі  $Y_k$  на корпусі установки зростає напруга дотику  $U_d$ . В точці  $b$  (далі 20 м від заземлювача) потенціал землі буде дорівнювати нулю, і як наслідок, напруга дотику буде максимальною, тобто найбільш небезпечною.

Розрахунок заземлення виконують в такій послідовності.

1. За типом ґрунту визначають його питомий опір. Так для чорноземів звичайних питомий опір складає 200 Ом·м. Враховуючи те, що на опір розтікання впливає коливання вологості ґрунту, через висихання його влітку і промерзання взимку за розрахунковий питомий опір ґрунту приймають його найбільше значення протягом року:

$$\rho_{роз} = \rho_{zp} \cdot K_{сез}, \text{ Ом}\cdot\text{м}, \quad (6.4)$$

де  $\rho_{zp}$  – визначене (табличне) значення опору ґрунту, Ом·м;

$K_c$  – сезонний коефіцієнт. Даний район проектування можна віднести до III зони. Для таких умов  $K_c = 1,4$ .

Тоді  $\rho_{роз} = 200 \cdot 1,4 = 280 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ .

2. Виходячи з умов роботи вибирають конструкцію заземлювача (форму, розміри електродів та заглиблення їх в землю). Якщо на території електроустановки питомий опір ґрунту  $\rho_{роз} > 200 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ , то необхідно влаштовувати заглиблені заземлювачі. Найпростішим в даному випадку є заземлення у вигляді труби біля поверхні землі (рис. 6.2).

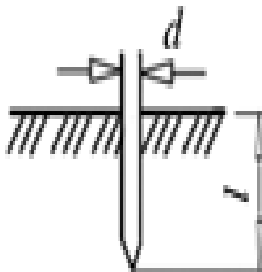


Рисунок 6.2 – Схема заземлювача - труба

Опір одиночного стержня заземлювача розраховують за формулою

$$R_{Tp} = \frac{0,366\rho_{zp}}{l} \cdot \lg \frac{4 \cdot l}{d} \quad (6.5)$$

де  $l$  – довжина труби (в даному проекті прийнята  $l=5$  м);

$d$  – діаметри труби (в даному випадку  $d = 100$  мм або  $0,1$  м).

$$\text{Тоді } R_{Tp} = \frac{0,366 \cdot 200}{5} \cdot \lg \frac{4 \cdot 5}{0,1} = 35 \text{ Ом.}$$

Кількість вертикальних стержнів для заземлення

$$n = \frac{R_{Tp}}{R_0} \eta, \quad (6.6)$$

де  $R_0$  – допущений опір заземлюючого пристрою ( $R_0 < 4$  Ом);

$\eta$  – коефіцієнт використання вертикального заземлювача, який враховує взаємне екранування полів окремих електродів (стержнів). Значення коефіцієнта залежать від їх кількості і відстані між ними.

Необхідну кількість стержнів визначають підбором. В даному випадку приймаємо  $n=10$ . Тоді  $n = \frac{35}{4} \cdot 0,80 = 7$  шт., що менше прийнятого значення.

3. Визначають опір вертикальних заземлювачів

$$R_B = \frac{R_{Tp}}{n \cdot \eta}. \quad (6.7)$$

$$R_B = \frac{35}{10 \cdot 0,80} = 4,4 \text{ Ом.}$$

4. Стержні заземлювача об'єднують в осередок заземлення з'єднувальною смугою (шиною). Довжина смуги  $l_n = 1,05 \cdot a \cdot n = 1,05 \cdot 1 \cdot 10 = 11$  м.

5. Визначити опір смуги зв'язку (шини)

$$R_n = 0,366 \cdot \frac{\rho}{l_n} \lg^2 \frac{l_n^2}{b \cdot h_1}, \quad (6.8)$$

де  $h_1$  – глибина закладення смуги, м;

$b$  – ширина смуги, мм.

$$R_n = 0,366 \cdot \frac{200}{11} \lg^2 \frac{11^2}{5 \cdot 0,5} = 19 \text{ Ом.}$$

6. Визначити опір розтікання струму заземлюючого пристрою при даній кількості стержнів з урахуванням з'єднувальної смуги (усього заземлюючого пристрою)

$$R_{ззр} = \frac{R_B \times R_n}{R_B + R_n} \times \eta_l, \quad (6.9)$$

де  $\eta_l$  – коефіцієнт використання (екранування) між смугою зв'язку та вертикальними електродами. В даному випадку  $\eta_l = 0,42$ .

$$R_{ззр} = \frac{4,4 \cdot 19}{4,4 + 19} \cdot 0,42 = 3,50 \text{ Ом.}$$

7. Порівняти значення  $R_{ззр}$  з допустимим значенням опору заземлювача  $R_o = 4 \text{ Ом}$ . Якщо  $R_{ззр} > R_o$ , необхідно перевірити розрахунки; якщо  $R_{ззр} \ll R_o$  необхідно виконати корегування розрахунку шляхом зменшення кількості стержнів; коли  $R_{ззр} < R_o$  приймаємо кількість стержнів за виконаним розрахунком.

Отже, прийнята схема заземлення придатна для подальшого використання.

### 6.5. Оцінка негативних наслідків аварії на хімічному підприємстві

Під оцінкою хімічної обстановки розуміють визначення масштабу і характеру зараження СДОР, аналіз їх впливу на діяльність об'єктів, сил ЦО і населення.

Основними вихідними даними для оцінки хімічної обстановки є :

- загальна кількість СДОР на об'єкті і дані щодо розміщення їх запасів у ємкостях і технологічних трубопроводах;
- кількість СДОР, викинутих в атмосферу, характер їх розливу на поверхні;
- висота піддону або обвалування складських ємкостей;
- метеорологічні умови: температура повітря, швидкість вітру на висоті 10 м (на висоті флюгера), ступінь вертикальної стійкості повітря.

Оцінка хімічної обстановки включає: визначення глибини зони зараження; визначення площі зони зараження і нанесення на план місцевості; визначення часу підходу зараженого повітря до об'єкта; визначення тривалості вражаючої дії СДОР; визначення можливих втрат людей.

Кількісна характеристика викиду СДОР для розрахунку масштабів зараження визначається за еквівалентними значеннями [2].

Визначення еквівалентної кількості речовини визначається по первинній і вторинній хмарі.

Еквівалентна кількість речовини по первинній хмарі визначається за формулою:

$$Q_{e1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0, \quad (6.10)$$

де  $K_1$  = коефіцієнт, який залежить від умов зберігання СДОР. для стиснутих газів  $K_1 = 1$ ;

$K_3$  — коефіцієнт, що дорівнює відношенню граничної токсодози хлору до граничної токсодози іншої СДОР [ ];

$K_5$  — коефіцієнт, який враховує ступінь вертикальної стійкості повітря. Приймається: для інверсії — за 1, для ізотермії — 0,23, для конвекції — 0,008;

$K_7$  — коефіцієнт, який враховує вплив температури повітря — [ ] (для стиснутих газів  $K_7 = 1$ );

$Q_0$  — кількість викинутої (розливої) при аварії СДОР (т).

Еквівалентна кількість речовини по вторинній хмарі розраховується за формулою:

$$Q_{e2} = \frac{(1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot Q_0}{h \cdot d}, \quad (6.11)$$

де  $K_2$  — коефіцієнт, який залежить від фізико-хімічних властивостей СДОР [ (табл. ДЗ) ];

$K_4$  — коефіцієнт, який враховує швидкість вітру [ (табл. ДЗ) ];

$K_6$  — коефіцієнт, який залежить від часу, що пройшов після початку аварії  $N$ .

Значення  $K_6$  визначається після розрахунку тривалості випаровування речовини  $T$  за формулою:

$$K_6 = N^{0.3} \text{ (при } N < T) \quad (6.12)$$

Або

$$K_6 = N^{0.4} \text{ (при } N > T) \quad (6.13)$$

При  $T < 1$  години  $K_6$  приймається для 1 години.

Тривалість випаровування:

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7}, \quad (6.14)$$

де  $h$  — товщина шару розливу СДОР (м),  $d$  — питома вага СДОР ( $\text{т/м}^3$ ) — [3].

Розрахунок глибин зон зараження первинною (вторинною) хмарою СДОР ведеться з допомогою таблиць [3].

У таблиці Д2 [3] наведені максимальні значення глибин зон зараження первинною —  $\Gamma_1$  або вторинною  $\Gamma_2$  хмарою СДОР, які визначаються в залежності від еквівалентної кількості речовини ( $Q_{e1}$ ,  $Q_{e2}$ ) і швидкості вітру.

Повна глибина зони зараження  $\Gamma$  (км), обумовлена впливом первинної і вторинної хмари СДОР, визначається:

$$\Gamma = \Gamma' + 0,5\Gamma'', \quad (6.15)$$

де  $\Gamma'$  — найбільший,  $\Gamma''$  — найменший з розмірів  $\Gamma_1$  і  $\Gamma_2$ .

Отримане значення  $\Gamma$  порівнюється з гранично можливим значенням глибини переносу повітряних мас  $\Gamma_n$ , яке визначається за формулою:

$$\Gamma_n = N \cdot V, \quad (9.8)$$

де  $N$  — час від початку аварії (год);

$V$ — швидкість переносу переднього фронту зараженого повітря при даних швидкості вітру і ступені вертикальної стійкості повітря, які визначаються за допомогою таблиць Д5 [3].

За остаточну розрахункову глибину зони зараження приймають найменше з 2-х ( $\Gamma$  і  $\Gamma_n$ ) порівнюваних між собою значень.

### Рішення поставленої задачі

На хімічному підприємстві відбулась аварія на складі з хлором, який перебував під тиском. В результаті аварії викинуто в атмосферу 5 т, виникло вогнище зараження СДОР.

Визначити глибину можливого зараження хлором за станом на 1 годину після аварії.

Метеоумови на момент аварії: швидкість вітру — 2,5 м/с, температура повітря — +5°C, конвекція. Розлив СДОР на поверхню вільний.

Розв'язання:

1. За формулою (6.10) визначаємо еквівалентну кількість речовини в первинній хмарі:  $Q_{e1} = 0,18 \cdot 1,0 \cdot 0,008 \cdot 0,6 \cdot 5 = 0,001$  т.

2. За формулою (6.12) визначаємо час випаровування хлору:

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7} = \frac{0,05 \cdot 1,553}{0,052 \cdot 2,34 \cdot 1} = 0,644 \text{ год.}$$

3. За формулою (6.10) визначаємо еквівалентну кількість речовини у вторинній хмарі:

$$Q_{e2} = \frac{(1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot Q_0}{h \cdot d} = \frac{(1 - 0,8) \cdot 0,052 \cdot 1,2 \cdot 3,4 \cdot 0,008 \cdot 1,1 \cdot 5}{0,05 \cdot 1,553} = 0,05 \text{ т}$$

4. Для 0.05 т знаходимо глибину зони зараження вторинною хмарою  $\Gamma_2 = 0.3$  км.

5. За формулою (9.7) визначаємо повну глибину зони зараження:

$$\Gamma = 0,3 + 0,5 \cdot 0,1 = 0,35 \text{ км.}$$

За остаточну розрахункову глибину зараження приймається  $\Gamma = 0,35$  км.

Отже об'єкт проектування, який знаходиться в 300 м від центру аварії може бути підданий токсичному впливу хлору.



## **7 ОЦІНКА ВПЛИВУ ВІДНОВЛЕННЯ ЗРОШЕННЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДИВИЩЕ**

Ділянка зрошення в сільськогосподарському приватному підприємстві “Чумаки” Дніпровського району Дніпропетровської області в період його будівництва здійснює вплив на клімат і мікроклімат, ґрунтовий покрив, поверхневі та підземні води. Вплив на компоненти оточуючого середовища характеризується масштабом, інтенсивністю, динамічністю і тривалістю [15]

### **7.1 Вплив на клімат і мікроклімат**

Клімат району проектування помірно-континентальний, визначається жарким та сухим літом і не дуже холодною зимою, з достатньо активною атмосферною циркуляцією, переважаючим типом якої є західний перенос повітряних мас. Середньобаторічна температура складає  $+8,5^{\circ}\text{C}$ , максимальна температура спостерігається в серпні і досягає  $+40^{\circ}\text{C}$ , мінімальна – в лютому і складає  $34^{\circ}\text{C}$ . Одна з особливостей клімату розглянутої території – значні коливання погодних умов за роками. Помірно вологі роки чергуються з різко посушливими, які характеризуються дією суховіїв. Поєднання недостатнього зволоження і високих температур визначає в літні місяці сухість повітря, що збільшує дефіцит вологості і, відповідно випаровування.

При зрошенні мікроклімат значно вологіший незрошуваних полів. У жаркі суховійні дні, коли на незрошуваних землях дефіцит вологості повітря досягає 50-60 мб, температура повітря підіймається до  $38-40^{\circ}\text{C}$ , а поверхні ґрунту до  $50-60^{\circ}\text{C}$ . На зрошуваному полі показники всіх цих елементів на

багато нижче: температура повітря – на 6-8 °С, поверхня ґрунту – на 20-25 °С і дефіцит вологості повітря – на 30-35 мб.

Загальна зволоженість території характеризується кількістю атмосферних опадів, при зрошенні дощуванням вона збільшується на величину зрошувальної норми, в даному проекті на 229,5 мм на рік. Без зрошення коефіцієнт посушливості складає 2,61, а при зрошенні – 1,3.

Масштаб впливу – 60 га;

Інтенсивність впливу – 229,5 мм/рік;

Динамічність впливу – в теплий період року;

Тривалість впливу – постійно на весь період експлуатації.

## **7.2 Оцінка впливу зрошення на ґрунтовий покрив ділянки**

Ґрунти ділянки зрошення – переважно чорноземи звичайні малогумусні потужні важкосуглинкові та їх слабозмиті і намиті різновиди на площі понад 60 га. Вони характеризуються потужністю гумусового горизонту 76-85 см і вмістом гумусу 3,5-4,3 %. Ґрунтоутворюючі породи – еолово-делювіальні лесоподібні важкі суглинки.

На ґрунтовий покрив здійснюють вплив наступні види проектної діяльності:

- земляні роботи при будівництві закритих трубопроводів зрошувальної мережі протяжністю 5,2 км, дрен протяжністю 5,33 км шляхом механічного порушення ґрунтового покриву на площі 60 га, об'ємом 51,901 тис. м<sup>3</sup>;
- штучне зрошення ґрунтів дощувальними машинами, іригаційна ерозія, ущільнення поверхні ґрунту та виникнення ґрунтової корки на площі 60 га;
- прискорений винос корисних біогенних органічних та мінеральних речовин шляхом більш інтенсивного ведення

сільськогосподарського виробництва на зрошувальній ділянці з підвищеною врожайністю с/г культур на площі 60 га;

Для захисту ґрунтового покриву зрошувальної ділянки проектом передбачається:

1. Роздільна розробка рослинного і мінерального ґрунту при виконанні земляних робіт по устрою траншей під трубопроводи і дрени з складуванням їх у тимчасові відвали і послідуною рекультивацією.

Масштаб впливу – 60 га, 51,901 тис. м<sup>3</sup>;

Інтенсивність впливу – 5,6 га/міс; 4,73 тис. м<sup>3</sup>/міс;

Динамічність впливу – стабільно на період будівництва;

Тривалість впливу – на період будівництва 11 міс.

2. Для захисту від іригаційної ерозії та ерозійного розмиву при дощуванні проектом застосовано використання мобільної дощувальної установки МДУ-75 з інтенсивністю дощу 0,024 мм/хв, що не перевищує всмоктуючу здатність ґрунту (0,50 мм/хв.), науково-обґрунтовані поливні норми максимум 300 м<sup>3</sup>/га.

Масштаб впливу – на всій площі зрошення 60 га;

Інтенсивність впливу – 0,024 мм/хв.; 300 м<sup>3</sup>/га;

Динамічність впливу – в теплий період року;

Тривалість впливу – постійно на весь період експлуатації.

3. Для компенсації втрати ґрунтом родючості передбачено внесення підвищених норм мінеральних і органічних добрив. На пасовищних травосумішах, до складу яких входить більше 25% бобових компонентів, у перші два роки найбільш ефективно діють мінеральні добрива (N – 180 кг/га, K<sub>2</sub>O – 120 кг/га, P<sub>2</sub>O – 120 кг/га). Норма гною становить 40 т/га.

Масштаб впливу – на всій площі зрошення 60 га;

Інтенсивність впливу – N – 180 кг/га, K<sub>2</sub>O – 120 кг/га, P<sub>2</sub>O – 120 кг/га; перегній – 40 т/га.

Динамічність впливу – під зяблеву оранку, під посів, вегетаційна підкормка добривами, розчиненими в поливній воді;

Тривалість впливу – постійно на весь період експлуатації.

### 7.3. Вплив на поверхневі води

Джерело зрошення та найближчий до масиву зрошення крупний водний об'єкт – озеро ім. Леніна.

На поверхневі води поблизу масиву зрошення здійснюють вплив наступні види проектної діяльності:

- скид поверхневих снігових і дощових вод з ділянки зрошення, забруднених продуктами ерозії, хімічними добривами, отрутохімікатами і пестицидами;
- розвантаження дренажних вод з ділянки зрошення, забруднених хімічними добривами, отрутохімікатами і пестицидами.

Річний виніс сорбованого та розчиненого азоту поверхневим стоком визначається за формулою [47]

$$B_N^{nc} = \omega \cdot (K_2 N_y + 0,002 N_0 + 0,66 N_n + N_e) + \gamma (K_1 N_y + 0,002 N_0 + 0,07 N_n), \quad (7.1)$$

де  $B_N^{nc}$  – річний виніс азоту поверхневим стоком, кг/га;

$N_y$  – норма внесення мінерального добрива під відповідну культуру, кг/га;

$N_0$  – норма внесення органічного добрива, кг/га;

$N_n$  – кількість рухливого азоту в орному шарі, кг/га;

$N_e$  – вміст мінерального азоту в орному шарі, кг/га;

$K_1$  – коефіцієнт, що характеризує кількість рухливих форм азоту в орному шарі після фіксації ґрунтом і засвоєння мікроорганізмами,

газоподібних втрат в атмосферу, виносом врожаю сільськогосподарських культур,  $K_1 = 0,03$ ;

$K_2$  – коефіцієнт, що характеризує кількість азоту в орному шарі фіксованого ґрунтом і засвоєного мікроорганізмами азотних добрив,  $K_2 = 0,35$ ;

$\omega$  – коефіцієнт, що характеризує долю вносу азоту з поверхні орного шару ґрунту (для чорноземів звичайних і південних  $\omega = 2,8 \cdot 10^{-5}$ );

$\gamma$  – коефіцієнт, що характеризує долю вносу розчиненого азоту поверхневим стоком з об'єму ґрунтового розчину в орному шарі ґрунту (для чорноземів звичайних і південних  $\gamma = 6 \cdot 10^{-3}$ ).

Річний виніс сорбованого фосфору поверхневим стоком ( $B_p^{nc}$ ) визначаються за формулою

$$B_p^{nc} = \omega \cdot (n_2 P_y + n_3 P_0 + n_4 P_n + P_\epsilon), \quad (7.2)$$

де  $P_y$  – норма внесення мінерального добрива, кг/га;

$P_0$  – норма внесення органічного добрива, кг/га;

$P_n$  – вміст мінерального рухливого фосфору в орному шарі (для чорноземів звичайних  $P_n = 520$  кг/га);

$P_\epsilon$  – ваговий вміст фосфору в орному шарі (для чорноземів звичайних  $P_\epsilon = 6300$  кг/га);

$n_2$  – коефіцієнт, що характеризує залишкову кількість рухливого фосфору після вносу його сільськогосподарськими культурами (для важкосуглинкових ґрунтів  $n_2 = 0,26$ );

$n_3$  – коефіцієнт, що характеризує залишкову кількість фосфору після вносу його із органічного добрива урожаєм сільськогосподарських культур (для важких ґрунтів  $n_3 = 0,28$ );

Річний виніс сорбованого і розчиненого калію поверхневим стоком ( $B_k^{nc}$ ) визначається за формулою

$$B_k^{nc} = \omega \cdot (0,2K_y + 0,0012K_0 + 0,008K_g + K_g) + \gamma [0,2K_y + 0,0012K_0 + 0,008K_g] \cdot 0,018, \quad (7.3)$$

де  $K_y$  – норма внесення мінерального добрива, кг/га;

$K_0$  – норма внесення органічного добрива, кг/га;

$K_g$  – ваговий вміст калію в поверхневому шарі ґрунту, кг/га, (для чорноземів звичайних  $K_g = 52000$  кг/га).

Концентрація нітратів та амонієвого азоту в поверхневому стоці для розрахункового гідрологічного періоду визначається за формулами

$$C_{NO_3^-}^{nc} = \frac{4,5 \cdot 10^3 \cdot B_N^{nc} \cdot \alpha \cdot \Phi}{W^{nc}}, \quad (7.4)$$

$$C_{NH_4^+}^{nc} = \frac{1,28 \cdot 10^3 \cdot B_N^{nc} \cdot \beta \cdot \Phi}{W^{nc}}, \quad (7.5)$$

де  $C_{NO_3^-}^{nc}$ ,  $C_{NH_4^+}^{nc}$  – відповідно концентрації нітратів і амонієвого азоту, мг/л;

$W^{nc}$  – об'єм поверхневого стоку за розрахунковий період м<sup>3</sup>/га;

$\alpha, \beta$  – коефіцієнти, що характеризують вміст нітратів та амонієвого азоту в поверхневому стоці;

$\Phi$  – модульний коефіцієнт для переходу від середньорічних концентрацій до максимальних для розрахункового періоду і розрахункової забезпеченості (в даному випадку  $\Phi = 0,56$ ).

Величини коефіцієнтів  $\alpha$  та  $\beta$ , що характеризують співвідношення  $NO_3^-$  та  $NH_4^+$  в поверхневому стоці, визначаються в залежності від типу ґрунту. В даному випадку, для чорнозему звичайного  $\alpha = 0,86$  та  $\beta = 0,24$ .

Об'єм поверхневого стоку знайдемо за картами ізоліній –  $0,56$  л/(с·км<sup>2</sup>),  $C_v = 0,91$ , а  $C_s = 2 C_v$ . При проектуванні зрошувальних систем підбирають гідрологічні дані для року 75-% забезпеченості. Отже  $K_{75\%} = 0,36$ , тоді модуль стоку  $M_{75\%} = 0,56 \cdot 0,36 = 0,2$  л/(с·км<sup>2</sup>). Шар стоку  $h_{75\%} = 31,5 \cdot 0,2 = 6,3$  мм. Отже об'єм поверхневого стоку складе  $W^{nc} = 63$  м<sup>3</sup>/га.

Концентрація фосфору в поверхневому стоці ( $C_p^{nc}$ ) визначається за формулою

$$C_p^{nc} = \frac{B_p^{nc} \cdot 10^3 \cdot \Phi}{W^{nc}}, \quad (7.6)$$

де  $B_p^{nc}$  – річний винос сорбованого фосфору поверхневим стоком, кг/га.

Концентрація калію в поверхневому стоці ( $C_k^{nc}$ ) розраховується за формулою

$$C_k^{nc} = \frac{B_k^{nc} \cdot 10^3 \cdot \Phi}{W^{nc}}, \quad (7.7)$$

де  $B_k^{nc}$  – річний винос калію поверхневими стоками, кг/га.

Значення виносу та концентрацій біогенних речовин у поверхневому стоці з масиву зрошення, а також гранично допустимі концентрації даних речовин у поверхневому стоці для водного об'єкту виконуємо в табличній формі (табл. 7.2.).

Масштаб впливу – на всій площі зрошення 60 га;

Інтенсивність впливу – річний виніс речовин: N – 0,418 кг/га, K<sub>2</sub>O – 1,518 кг/га, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,181 кг/га; концентрація речовин у поверхневому стоці:

NO<sub>3</sub> – 14,39 мг/л, NH<sub>4</sub> – 1,14 г/л, P – 1,61 г/л, K – 13,5 г/л;

Динамічність впливу – максимум під час танення снігу і випадіння дощів;

Тривалість впливу – постійно на весь період експлуатації.

При призначеній системі внесення мінеральних та органічних добрив, деякі концентрації речовин у поверхневому стоці перевищують гранично допустимі, тому необхідно застосовувати відповідні заходи для зменшення виносу біогенних речовин поверхневим стоком.

Крім поверхневого стоку на зрошувальному масиві передбачається і дренажний стік з річним об'ємом 96,6 тис. м<sup>3</sup>.

Річний виніс азоту дренажним стоком визначається за формулою

$$B_N^{Др} = \frac{(K_1 N_y + 0,0002 N_0 + 0,07 N_n) \cdot W^{Др} \cdot \Psi}{W^{Пр} \cdot W^{Др}}, \quad (7.8)$$

де  $B_N^{Др}$  – річний виніс азоту дренажним стоком, кг/га;

$N_y$  – норма внесення мінерального добрива під відповідну культуру, кг/га;

$N_0$  – норма внесення органічного добрива, кг/га;

$N_n$  – кількість рухливого азоту в орному шарі, кг/га;

$K_1$  – коефіцієнт, що характеризує кількість рухливих форм азоту в орному шарі після фіксації ґрунтом і засвоєння мікроорганізмами, газоподібних втрат в атмосферу, виносом врожаю сільськогосподарських культур,  $K_1 = 0,03$  ;

$K_2$  – коефіцієнт, що характеризує кількість азоту в орному шарі фіксованого ґрунтом і засвоєного мікроорганізмами азотних добрив,  $K_2 = 0,35$  ;  $W^{Др}$  - об'єм дренажного стоку, м<sup>3</sup>/га;

$W^{Пр}$  – запаси вологи (3038 м<sup>3</sup>/га);

$\Psi$  – коефіцієнт, що враховує зміни величини виносу в залежності від водності року ( 0,25).

Таблиця 7.1 – Об'єм виносу біогенних речовин, їх концентрація та гранично допустимі концентрації в поверхневому стоці

№ поля в сівозміні	Площа поля, га	Річний виніс речовин, кг/га			Концентрація речовин в поверхневому стоці, мг/л				Гранично допустимі концентрації речовин, мг/л			
		N	P	K	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P	K	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P	K
1	61,3	0,431	0,181	1,520	14,84	1,18	1,61	13,51	40,0	0,5	0,1	50,0
2	60,8	0,379	0,181	1,513	13,05	1,04	1,61	13,45				
3	65,3	0,379	0,181	1,513	13,05	1,04	1,61	13,45				
4	37,6	0,431	0,181	1,520	14,84	1,18	1,61	13,51				
В серед.		0,418	0,181	1,518	14,39	1,14	1,61	13,50				

Об'єм дренажного стоку складає  $W^{Др} = 15600/60 = 260$  м<sup>3</sup>/га.



Концентрація нітратів та амонієвого азоту в дренажному стоці для розрахункового гідрологічного періоду визначається за формулами:

$$C_{NO_3^-}^{Др} = \frac{4,5 \cdot 10^3 \cdot B_N^{nc} \cdot \alpha \cdot \Phi}{W^{nc}}, \quad (7.9)$$

$$C_{NH_4^+}^{Др} = \frac{1,28 \cdot 10^3 \cdot B_N^{nc} \cdot \beta \cdot \Phi}{W^{nc}}, \quad (7.10)$$

Річний виніс розчинного фосфору дренажним стоком ( $B_p^{Др}$ ) визначаються за формулою

$$B_p^{Др} = \frac{n_1 \cdot W_{op}^{Др} \cdot W^{Др}}{W_{op}^{Др} + W^{Др}}, \quad (7.11)$$

де  $n_1$  – величина, що характеризує вміст розчинного фосфору (0,0017);

$W_{op}^{Др}$  – запас вологи в орному горизонті ґрунту (608 м<sup>3</sup>/га).

Концентрація фосфору в дренажному стоці ( $C_p^{nc}$ ) визначається за формулою

$$C_p^{nc} = \frac{B_p^{Др} \cdot 10^3 \cdot \Phi}{W^{Др}}, \quad (7.12)$$

Річний виніс розчиненого калію поверхневим стоком ( $B_k^{nc}$ ) визначається за формулою

$$B_k^{nc} = \frac{((0,2K_y + 0,0012K_0 + 0,008K_с) \cdot 0,018) \cdot W^{Др} \cdot \Psi}{W^{Др} + W^{Др}}, \quad (7.13)$$

де  $K_с$  – валовий вміст калію в орному шарі (6300 кг/га).

Концентрація калію в дренажному стоці ( $C_k^{Др}$ ) розраховується за формулою

$$C_k^{Др} = \frac{B_k^{Др} \cdot 10^3 \cdot \Phi}{W^{Др}}, \quad (7.14)$$

де  $B_k^{nc}$  – річний винос калію поверхневими стоками, кг/га.

Значення виносу та концентрацій біогенних речовин у поверхневому стоці з масиву зрошення, а також гранично допустимі концентрації даних

речовин у поверхневому стоці для водного об'єкту виконуємо в табличній формі (табл.7.2).

Масштаб впливу – на всій площі зрошення 60 га;

Інтенсивність впливу – річний винос речовин:

N – 0,696 кг/га, K<sub>2</sub>O – 0,080 кг/га, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,034 кг/га;

концентрація речовин у дренажному стоці: NO<sub>3</sub> – 5,93 мг/л, NH<sub>4</sub>=0,47 г/л, P – 0,18 г/л, K – 0,08 г/л;

Динамічність впливу – максимум під час танення снігу і випадіння дощів;

Тривалість впливу – постійно на весь період експлуатації.

При призначеній системі внесення мінеральних та органічних добрив, деякі концентрації речовин у дренажному стоці дещо перевищують гранично допустимі, тому необхідно застосовувати відповідні заходи для зменшення виносу біогенних речовин дренажним стоком.

Таблиця 7.2 – Об'єм виносу біогенних речовин, їх концентрація та гранично допустимі концентрації в дренажному стоці

№ ПОЛЯ В СІВОЗМІНІ	Площа поля, га	Річний винос речовин, кг/га			Концентрація речовин в дренажному стоці, мг/л				Гранично допустимі концентрації речовин, мг/л			
		N	P	K	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P	K	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P	K
1	61,3	0,797	0,080	0,038	6,79	0,54	0,18	0,08	40,0	0,5	0,1	50,0
2	60,8	0,391	0,080	0,018	3,34	0,26	0,18	0,04				
3	65,3	0,391	0,080	0,018	3,34	0,26	0,18	0,04				
4	37,6	0,797	0,080	0,038	6,79	0,54	0,18	0,08				
В серед.		0,696	0,080	0,034	5,93	0,47	0,18	0,08				

Для захисту водних ресурсів річки Кільчень від забруднення продуктами ерозії, хімічними добривами отрутохімікатами і пестицидами, проектом передбачені наступні заходи [17,32]

#### 1. Організаційно-господарчі:

- дотримання правил транспортування, зберігання і внесення добрив і пестицидів;
- заборона використання добрив по сніговому покриву;
- дотримання норм застосування добрив і пестицидів і їх рівномірний розподіл по площі сільгоспугідь;
- виключення авіа обробки посівів у випадках відсутності умов для її безпечного застосування;
- поєднання хімічних обробок посівів з агротехнічними біологічними методами боротьби з шкідниками, хворобами рослин і бур'янами;
- застосування пестицидів згідно „Списку хімічних і біологічних засобів боротьби з шкідниками, хворобами рослин і бур'янами, дозволених до використання в сільському господарстві” Державною комісією по хімічним засобам боротьби з шкідниками, хворобами рослин і бур'янами при Міністерстві сільського господарства і заготівель України з відповідними доповненнями на поточний рік;
- будівництво складів для зберігання добрив і пестицидів, злітно-посадочних смуг і майданчиків для заправки добривами і пестицидами наземної апаратури у відповідності з технічними умовами, що забезпечують безпечне зберігання і умови їх використання.

#### 2. Агротехнічні заходи:

При внесенні мінеральних добрив необхідно:

- застосування оптимальних доз добрив з урахуванням виду і врожаю вирощуваної культури;
- внесення фосфорно-калійних добрив під зяблеву оранку в повній нормі;
- внесення азотних добрив навесні із закладенням на глибину оранки;

- використання мінімально рухомих форм азотних добрив (сульфат амонію, сечовина, аміачна селітра);
- збільшення густоти посівів для створення умов підвищення вологозабезпеченості і максимального поглинання рослинами живильних речовин;
- виконання міжрядної обробки пропашних культур для інтенсивного використання біогенних елементів і збільшення акумулюючої ємності орного шару ґрунту;
- регулярне проведення вапнування з розрахунку 1,5 кг/га вапна на 1 ка/га мінеральних добрив по діючій речовині для збереження балансу кальцію і магнію.

При застосуванні пестицидів необхідно:

- визначати необхідність хімічних обробок, встановити мінімальні дози витрат пестицидів і оптимальні строки обробки посівів;
- застосовувати гранульовані форми ґрунтових пестицидів для забезпечення стабільної концентрації препаратів і зменшення ймовірності змиву їх поверхневим стоком;
- застосовувати пестициди короткочасної дії.

3. Гідромеліоративні заходи:

- влаштування орних угідь при малих похилах поверхні (менше 0,0005) не ближче 30 м від урізу середньорічного горизонту води в річці, а при більших похилах (більше 0,002) – не ближче 100 м;
- проведення розорювання земель паралельно берегової смуги водойми із залишенням лугової смуги;
- регулювання інтенсивності дощування при зрошенні, недопускання поверхневого стоку зрошувальної води.

4. Гідротехнічні заходи:

- створення комплексу протиерозійних споруд;
- влаштування водойм-акумуляторів для утримання і знезаражування дренажного і поверхневого стоку перед скидом його в водний об'єкт;

- організація повторного використання дренажного і поверхневого стоку з масиву зрошення за рахунок скидання їх у джерело зрошення;
- розробка проектів прибережних берегових захисних смуг і водоохоронних зон навколо водойм.

#### 5. Лісомеліоративні заходи:

- устрій водоохоронних лісосмуг по межах берегових захисних смуг і водоохоронних зон.

### 7.4. Вплив на підземні води

Найближчий до поверхні ґрунту горизонт ґрунтових вод, приурочений до відкладень палеогену і неогену.

Потужність водної товщі 3-15 м, глибина залягання рівнів приблизно 3,1 – 5,5 м, інколи менше 3х метрів. Залягаючи першим від поверхні, цей горизонт є безнапірним з дебітом від 0,2 до 1,1 л/с. Мінералізація досягає 2,1 г/л при жорсткості 11-23 мг-екв. Склад води переважно хлоридно-натрієвий.

Джерелом живлення ґрунтових вод є інфільтрація атмосферних опадів і зрошувальної води, розвантаження здійснюється у озеро ім. Леніна, яке впадає в річку Дніпро.

По прогностичним розрахункам під впливом зрошення буде здійснюватися поступовий підйом ґрунтових вод з інтенсивністю 0,024 м/рік, що приведе до збільшення підземного (джерельного) живлення озера ім. Леніна, підтоплення і заболочення улоговини на зрошувальному масиві.

Для запобігання підняття ґрунтових вод проектом передбачено будівництво закритого дренажу глибиною 2,5-3,5 м, довжиною 5,33 км.

Масштаб впливу на ґрунтові води – 60 га;

Інтенсивність впливу – максимальна витрата дренажних вод 10,8 л/с;

Динамічність впливу – максимум у весняний період;

Тривалість впливу – постійно на весь період експлуатації.

На ділянці зрошення, по мірі збільшення ґрунтового потоку в озеро ім. Леніна, підйом рівнів ґрунтових вод буде поступово затухати до його стабілізації. Для спостереження (моніторингу) за рівневим режимом і хімічним складом ґрунтових вод на ділянці зрошення проектом передбачено устрій трьох спостережних свердловин. Моніторинг ґрунтових вод буде здійснювати спеціалізована Дніпропетровська гідрогеологомеліоративна експедиція на договірних засадах.

## 8. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЗРОШУВАНОЇ СИСТЕМИ

На території сільськогосподарського приватного підприємства «Чумаки» в свій час працювали дощувальні машини «Дніпро» у складі Фрунзенської зрошувальної системи. На сьогодні практично «живими» залишилися лише насосні станції та магістральний канал системи.

### 8.1 Обґрунтування доцільності реконструкції за питомого розміру приведених витрат

З метою встановлення доцільності проведення реконструкції масиву необхідно розрахувати питомий розмір приведених витрат по двох варіантах [25]: існуючої зрошувальної мережі ( $ЗП_i$ ) та після реконструкції ( $ЗП_p$ ) за формулами:

$$ЗП_i = \frac{(B_i + E_n * K_i)}{ВП_i} \rightarrow \min \quad (8.1)$$

$$ЗП_p = \frac{(B_p + E_n * K_p)}{ВП_p} \rightarrow \min \quad (8.2)$$

Де,  $ЗП_i$  та  $ЗП_p$  – питомий розмір приведених витрат відповідно до та після реконструкції, грн.;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень (0,15);

$K_i$  та  $K_p$  – капітальні вкладення відповідно по варіантах (до та після реконструкції);

$ВП_i$  та  $ВП_p$  – вартість валової продукції до та після реконструкції, грн.;

$B_i$  та  $B_p$  – щорічні меліоративні витрати до та після реконструкції, грн.

Для того, щоб правильно оцінити доцільність реконструкції меліоративної системи, вартість валової продукції необхідно привести до порівняних умов, а саме, повинен бути один і той же набір сільськогосподарських культур на незмінній для кожної з них площі виробництва і незмінною ціною за 1 ц.

Відповідно, реконструкція зрошувальної системи буде доцільною, якщо:

$$ЗП_p < ЗП_i \quad (8.3)$$

До складу основних показників включаються тільки найбільш характерні і загальні дані по кожній з основних груп техніко-економічних показників.

- 1) Вартість валової продукції на 1 га (брутто) до і після проведення меліоративних робіт, передбачених проектом.
- 2) Капітальні вкладення по меліоративному будівництву на 1 га меліоративної площі.
- 3) Питома вага щорічних меліоративних витрат по експлуатації системи на 1 га нетто.
- 4) Продуктивність праці до і після меліорації.
- 5) Собівартість 1 м<sup>3</sup> зрошувальної води.
- 6) Рівень рентабельності сільськогосподарського виробництва (до та після меліорації) на площі меліорації.
- 7) Ефективність капіталовкладень (чистий дисконтований дохід (ЧДД), індекс прибутковості (ІП), період окупності КВ (ПО), внутрішня норма доходності (ВНД).

Цифрові значення основних техніко-економічних показників повинні бути розраховані і зведені в одну таблицю.

Вартість валової продукції визначають як добуток валового збору та ціни 1 ц продукції.



$$\text{ВВП} = \text{ВЗ} * \text{Ц}_{1\text{ц}} \quad (8.4)$$

Де, ВВП – вартість валової продукції, грн.;

ВЗ – валовий збір, ц;

$\text{Ц}_{1\text{ц}}$  – вартість (ціна) 1 ц продукції.

Валовий збір визначається як добуток урожайності з 1 га та посівної площі культури.

$$\text{ВЗ} = \text{У} * \text{S} \quad (8.5)$$

Де, У – урожайність сільськогосподарської культури, ц/га;

S – посівна площа культури, га;

Розрахунки вартості до та після реконструкції зведені у таб.8.1 і таб.8.2

Таблиця 8.1 - Валова продукція та її вартість до реконструкції

№ поля	Назва с.-г. культур	Площа, га	Урожайність, ц/га	Валова продукція, ц	Ціна за 1 ц, грн.	валової продукції, грн.	Вартість валової продукції на 1 га, тис. грн.
1	Помідори	10	180	1800	560	1008,0	100,80
2	Огірки	5	180	900	560	504,0	100,80
3	Перець солодкий	5	160	800	560	448,0	89,60
4	Капуста рання	5	176	880	560	492,8	98,56
4	Капуста пізня	20	272	5440	420	2284,8	114,24
5	Цибуля	15	242,4	3636	672	2443,4	162,89
	Всього	60,0				7181,0	119,68

Внутрігосподарські меліоративні витрати включають в себе наступні статті витрат:

$$\text{ВВ} = \text{А} + \text{КР} + \text{ПР} + \text{ЗП} + \text{ОЧ} + \text{Е}_{\text{д}} + \text{ПММ} + \text{АГР} + \text{I}_{\text{н}} \quad (8.6)$$

де, А – амортизаційні відрахування на повне відновлення,

КР – капітальний ремонт,

ТР – поточний ремонт,

ЗП – заробітна плата,

ОЧ – витрати на чистку мережі від наносів (визначається тільки по відкритій зрошувальній мережі. При закритій – дані витрати відсутні).

$E_{л}$  – витрати по електроенергії,

ПММ – витрати на паливно-мастильні матеріали,

АГР – адміністративно-господарські витрати,

$I_{н}$  – інші внутрігосподарські витрати.

Таблиця 8.2 - Валова продукція та її вартість після реконструкції

Назва с.-г. культур	Площа, га	Урожайність, ц/га	Валова продукція, ц	Ціна за 1 ц, грн.	Вартість валової продукції, тис. грн.	Вартість валової продукції на 1 га, тис. грн.
Помідори	10	396	3960	560	2217,6	221,76
Огірки	5	396	1980	560	1108,8	221,76
Перець солодкий	5	352	1760	560	985,6	197,12
Капуста рання	5	387	1936	560	1084,2	216,83
Капуста пізня	20	718	14362	420	6031,9	301,59
Цибуля	15	693,3	10399	672	6988,1	465,87
	60				18416,1	306,94

Витрати на заробітну плату (фонд заробітної плати – ФОП) визначають за наступною формулою:

$$\text{ФОП} = \sum_{n=1}^N (P_n * T_p * ЗП_{м}) \quad (8.7)$$

де,  $P_n$  – кількість працівників за посадою, чол.;

$T_p$  – термін роботи протягом року, місяців;

$ЗП_{м}$  – місячна заробітна плата одного працівника, грн.

$N, n$  – посада працівників

На визначений фонд оплати праці необхідно провести нарахування у розмірі 37% (єдиний соціальний внесок) від загальної суми ФОП і додати їх до загальної суми ФОП.

Розрахунки заробітної плати персоналу до та після реконструкції зведені у таб.9.3 і таб.9.4

Щорічні меліоративні (експлуатаційні) витрати складаються із суми міжгосподарських та внутрігосподарських витрат по експлуатації меліоративної системи.

Міжгосподарські меліоративні витрати включають в себе наступні статті витрат:

$$MB = A + KP + PR + ZP + E_{\text{д}} + ПММ + АГР \quad (8.8)$$

де, MB – міжгосподарські витрати,

A – амортизаційні відрахування на повне відновлення,

KP – капітальний ремонт,

PR – поточний ремонт,

ZP – заробітна плата працівників,

$E_{\text{д}}$  – витрати по електроенергії,

ПММ – витрати на паливно-мастильним матеріали,

АГР – адміністративно-господарські витрати.

Таблиця 8.3 - Заробітна платня персоналу до реконструкції

Посада	Кількість, чол.	Заробітна платня	Всього	Річна зарплатня, грн.
Інженер- гідротехнік	1	11000	11000	132000
Поливальщики (обслугов. мережі)	3	5000	15000	105000
Всього			26000	237000
Нарахування на зарплатню				87690
В цілому				324690
Адміністративно-господарчі витрати				21923

Таблиця 8.4 - Заробітна платня персоналу після реконструкції

Посада	Кількість, чол.	Заробітна платня	Всього	Річна зарплатня, грн.
Інженер- гідротехнік	1	13200	13200	158400
Поливальщики (обслугов. мережі)	3	6000	18000	216000
Всього			31200	374400
Нарахування на зарплатню				138528
В цілому				512928
Адміністративно-господарчі витрати				34632

Розрахунки сільськогосподарських витрат до та після реконструкції зведені у таб.8.5 і таб.8.6

Таблиця 8.5 - Сільськогосподарські витрати до реконструкції

Культури	Площа, га	Затрати праці, люд/днів		Собівартість 1 ц, грн.	С/Г витрати	
		на 1 га	всього		на 1 га, грн	на всю площ. тис.грн
Помідори	10	44,7	447	470,4	84672	846,7
Огірки	5	40,2	201	470,4	84672	423,4
Перець солодкий	5	35,8	179	470,4	75264	376,3
Капуста рання	5	26,8	134	411,6	72441,6	362,2
Капуста пізня	20	31,3	626	352,8	95961,6	1919,2
Цибуля	15	35,8	537	588,0	142531,2	2138,0
Всього	60		2124			6065,8

Таблиця 8.6 - Сільськогосподарські витрати після реконструкції

Культури	Площа, га	Затрати праці, люд/днів		Собівартість 1 ц, грн.	С/Г витрати	
		на 1 га	всього		на 1 га, грн	на всю площ. тис.грн
Помідори	10	59,3	593	420,0	166320	1663,2
Огірки	5	53,4	267	420,0	166320	831,6
Перець солодкий	5	47,5	237	420,0	147840	739,2
Капуста рання	5	35,6	178	367,5	142296	711,5
Капуста пізня	20	41,5	831	315,0	226195	4523,9
Цибуля	15	47,5	712	525,0	363964	5459,5
Всього	60		2818			13928,8

Амортизаційні витрати на повне відновлення визначаються за наступною формулою:

$$A_{п.в.} = a_{п.в.} * БВ / 100 \quad (8.9)$$

де,  $a_{п.в.}$  – норма відрахувань на повне відновлення, %;

БВ – балансова вартість основного фонду, грн.

Витрати на капітальний та поточний ремонт:

$$A_{п.р.} = a_{п.р.} * БВ / 100 \quad (8.10)$$

$$A_{к.р.} = a_{к.р.} * БВ / 100 \quad (8.11)$$

де,  $a_{п.р.}$  і  $a_{к.р.}$  – норми відрахувань відповідно на поточний та капітальний ремонт;

Річні витрати по електроенергії (вартість електроенергії) для механічного підйому води визначають за формулою:

$$E_{л} = 0,004 * M * h * F_{мех} * Ц \quad (8.12)$$

де, 0,004 – кількість електроенергії, необхідної для підйому 1 м<sup>3</sup> води на висоту 1 м, кВт/год.;

$M$  – середня зрошувальна норма бруто, 1 м<sup>3</sup>/га;

$h$  – середньозважена висота механічного підйому, м;

$F_{мех}$  – площа зрошення з механічним підйомом води, га;

$Ц$  – тариф на електроенергію, грн./кВт-год.

Таблиця 8.7 - Амортизація до реконструкції

Назва споруд	Баланс ова вартість, тис. грн.	Амортизаційні відрахування		Капітальний ремонт		Поточний ремонт		Сума амортиз відрахува нь, тис. грн
		%	Сум .п.р.	%	сум. п.р.	%	сум.п .р.	
Внутришньогосподарська зрошувальна мережа	9372,0	2,2	206,2	1,9	178,1	1,2	112,5	496,7

Таблиця 8.8 - Амортизація після реконструкції

Назва споруд	Балансова вартість, тис. грн.	Амортизаційні відрахування		Капітальний ремонт		Поточний ремонт		Сума амортиз. відрахувань, тис. грн
		%	сум.п.р.	%	сум.п.р.	%	сум.п.р.	
Внутришньогосподарська зрошувальна мережа	9372,05	2,2	206,2	1,9	178,1	1,2	112,5	496,7

Таблиця 8.9 - Меліоративні витрати до реконструкції

Стаття витрати	Сума витрат		Структура витрат, %
	всього, тис.грн	на 1 га, грн	
Амортизація	206,19	3436,4	20,75
Капітальний ремонт	178,07	2967,8	17,92
Поточний ремонт	112,46	1874,4	11,32
Оплата праці	324,69	5411,5	32,67
Електроенергія	0,86	14,3	0,09
Адміністративно-господарські та інші	81,17	1352,9	8,17
Інші витрати	90,34	1505,7	9,09
Разом	993,78	16563,0	100,00

Таблиця 8.10 - Меліоративні витрати після реконструкції

Стаття витрати	Сума витрат		Структура витрат, %
	всього, тис.грн	на 1 га, грн	
Амортизація	206,2	3436,4	16,5
Капітальний ремонт	178,1	2967,8	14,2
Поточний ремонт	112,5	1874,4	9,0
Оплата праці	512,9	8548,8	40,9
Електроенергія	1,1	17,8	0,1
Адміністративно-господарські та інші	128,2	2137,2	10,2
Інші витрати	113,89	1898,2	9,09
Разом	1252,8	20880,7	100,0

Для отримання зрошувальної норми бруто (М) необхідно знайти втрату води по міжгосподарському та внутрігосподарському каналах (з урахуванням коефіцієнту корисного використання – ККД) і отримані

результати додати до зрошувальної норми нетто (загальна сума потреби води на площу нетто). Після чого отриману суму поділити на площу брутто.

Витрати на паливно-мастильні матеріали приймають у розмірі 3% від суми витрат на електроенергію.

Адміністративно-господарські витрати складають біля 25% від фонду заробітної плати.

## **8.2. Визначення капіталовкладень на будівництво зрошувальної та дренажної мереж**

В розділі 5.6 дипломного проекту розраховано кошторисну вартість будівництва масиву зрошення, для чого було складено локальні кошториси на будівництво дренажної і зрошувальної мереж (форма 4), об'єктний кошторис (форма 3) і зведений кошторисний розрахунок (форма 1) (див. додаток В).

Кошторисною вартістю називається відпускна вартість об'єкта закінченого будівництва. Вона слугує для планування капітальних вкладень, взаєморозрахунків між заказником і підрядником, визначення фонду заробітної платні і банківського фінансування будівництва.

Локальний кошторис (форма 4) складається по проектним об'ємам робіт із застосуванням кошторисних норм і розцінок. В ньому розраховуються прямі витрати на виконання будівельних робіт, і вартість матеріалів, що застосовуються; накладні витрати, що приймаються у відсотках від прямих витрат і йдуть на оплату праці працівників, непрямо пов'язаних з будівництвом (інженерно-технічні робітники, молодший обслуговуючий персонал); планові накопичення – прибуток будівельної організації, який приймається у відсотках від прямих витрат.

В даному випадку кошторис на будівництво зрошувальної та дренажної мереж склав 9317 тис. грн.

### 8.3. Визначення показників ефективності відновлення зрошувальної системи

Оцінки економічної ефективності проектів проводять за такими основними показниками:

- чистий дисконтований дохід (прибуток);
- індекс дохідності (прибутковості);
- період окупності інвестицій у реалізацію проектів;
- внутрішня норма дохідності (далі - ВНД).

1). Чистий дисконтований дохід (прибуток) – ЧДД – визначається:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T \text{ЧГП}_d - \sum_{t=0}^T \text{I}_d > 0 \quad (8.13)$$

де, ЧГП<sub>д</sub> – чистий грошовий потік (дохід, прибуток) приведений до теперішньої вартості (чистий грошовий потік дисконтований);

I<sub>д</sub> – інвестиції приведені до теперішньої вартості (інвестиції дисконтовані);

t-T - роки реалізації інноваційно-інвестиційного проекту.

Проект вважається ефективним, якщо ЧДД > 0

Використовуючи дані таблиці 8.12

$$\text{ЧДД} = 14853 - 7117 = 7736 \text{ тис. грн.} > 0$$

Чистий грошовий потік приведений до теперішньої вартості (чистий грошовий потік дисконтований – ЧГП<sub>д</sub>) визначається:

$$\text{ЧГП}_d = \sum_{t=1}^T \text{ЧГП} * K_d, \quad (8.14)$$

де, K<sub>д</sub> – коефіцієнт дисконтування (коефіцієнт коригування) грошового потоку, за допомогою якого враховується «фактор часу».

Дисконтування передбачає коригування майбутніх грошових потоків на коефіцієнт, який відповідає певній дисконтній ставці, що враховує ризик і непевність, пов'язані з фактором часу.



Коефіцієнт дисконтування визначається:

$$K_d = \frac{1}{(1+r)^t} \quad (8.15)$$

де,  $t$  – період, рік, на який розраховується коефіцієнт дисконтування, в проекті прийнятий 13 років;

$r$  – дисконтна ставка у вигляді коефіцієнту прийнята в розрахунках 20% або 0,2.

Визначення розміру інвестицій приведених до теперішньої вартості (інвестиції дисконтовані) здійснюється за наступною формулою:

$$I_d = \sum_{t=0}^T I * K_d, \quad (8.16)$$

2). Індекс доходності (прибутковості) – ІП – це показник, який характеризує величину отриманих грошових потоків від реалізації проекту приведених до теперішньої вартості ( $\sum \text{ЧГП}_d$ ) на одну гривню інвестиційних витрат приведених до теперішньої вартості ( $\sum I_d$ ).

$$\text{ІП} = \frac{\sum_{t=1}^T \text{ЧГП}_d}{\sum_{t=0}^T I_d} > 1 \quad (8.17)$$

В роботі  $14853 / 7117 = 2,09 > 1$ .

Значення індексу прибутковості більше одиниці, тому інвестиційний проект приймаємо.

3). Період окупності інвестицій (ПО) – показує через який період часу інвестиційні витрати повернуться за рахунок грошового потоку приведенного до теперішньої вартості.

$$\text{ПО} = T_k + \frac{\sum_{t=0}^T I_d - \sum_{t=1}^{T_k} \text{ЧГП}_d}{\text{ЧГП}_{d,T_{k+1}}} \quad (8.18)$$

де,  $T_k$  – повна кількість років до моменту, коли сума грошових потоків приведених до теперішньої вартості (ЧГПд) порівняється з загальним обсягом приведених до теперішньої вартості інвестицій (Ід), тобто період будівництва та освоєння (інвестування).

В проекті за таблицею 8.13 маємо  $T_k = 4$  роки.

$$PO = 3 + \frac{7117-5297}{1899} = 4 \text{ роки.}$$



Таблиця 8.12 – Техніко-економічні показники ефективності реконструкції зрошувальної системи

Показник	До реконструкції	Після реконструкції
Капітальні вкладення – всього, тис. грн.	x	9316,70
Капітальні вкладення на 1га, тис.грн.	x	155,28
Термін будівництва, років	x	1
Термін освоєння, років	x	1
Площа зрошення,га	60,0	60,0
Вартість валової продукції на 1 га, тис.грн.	119,68	306,94
Щорічні меліоративні витрати на 1 га, тис.грн.	11,44	14,79
Щорічні сільськогосподарські витрати на 1 га, тис.грн.	101,10	232,15
Щорічна загальна потреба у воді, на 1 га, тис. м <sup>3</sup>	1,92	2,39
Собівартість 1 м <sup>3</sup> зрошувальної води, грн.	5,97	6,18
Прибуток – всього, тис. грн.	767,7	3938,7
у т.ч. на 1 га, тис.грн.	12,80	65,64
Додатковий прибуток на 1 га, тис. грн.	x	52,85
Рівень рентабельності, %	6%	24%
Дисконтна ставка, %		20
Чистий дисконтований дохід, тис. грн.		7736
Індекс прибутковості		2,09
Період окупності проекту, років		4

## ВИСНОВКИ

В процесі роботи на проектом реконструкції зрошувальної мережі в сільськогосподарському приватному підприємстві «Чумаки» Дніпровського району Дніпропетровської області була досягнута мета даної роботи.

Зокрема:

1. Наведена стисла характеристика природних умов району проектування; були наведені особливості вирощування сільськогосподарських культур при зрошенні;

2. Обґрунтована необхідність впровадження зрошення а відповідно і необхідність проведення реконструкції зрошувальної мережі

3. Розрахували поливні норми які склали 7-30 мм; побудували інтегральну криву дефіциту водоспоживання та графік випасання і поливу зрошуваного культурного пасовища . Провели розрахунок зрошувальної мережі та запроектували колекторно-дренажну мережу із спорудами на ній

4. Розрахували об'єми земляних і монтажних робіт; визначили склад комплексної бригади будівельників ; склали календарний план виробництва будівельних робіт; розрахували локальний, об'єктний та зведений кошториси згідно яких кошторис на будівництво зрошувальної мережі склав 9317 тис. грн.;

5. Зробили оцінку впливу зрошуваного масиву на навколишнє середовище;

6. Вказали заходи по охороні та безпеці праці при проведенні будівельних робіт; та зробили розрахунок економічної ефективності проекту, згідно, зокрема, рівень рентабельності с.г. виробництва склав 24%, індекс прибутковості - 2,09; період окупності – 4 роки.

7. Робота доповнена інженерними кресленнями в АвтоКад. Розрахунки режиму зрошення виконані в АРМ проектувальника водогосподарських

об'єктів (програма Water), кошторис – в програмі АВК-5, інженерні розрахунки – в Excel.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Атлас почв Украинской ССР / Под редакцией Н.К. Крупского и Н.И.Полупана. – К.: Урожай, 1979. – 159с.
2. Безопасность жизнедеятельности / Г.Н. Крикунов, А.С. Беликов, В.Ф. Залунін – Днепропетровск. "Пороги", 1992. – 416 с.
3. Беликов А.С., Е.В. Рабич, Н.Ю. Шлыков. Основы охраны труда: Учебник для студентов высших учебных заведений образования Украины III-IV уровня аккредитации / Под ред. д.т.н., профессора А.С. Беликова.- Днепропетровск: Издательство Свидлер А.Л., 2006.-461с.
4. ВНИР. Сборник В12. Вып. 1. земляные работы при строительстве мелиоративных систем и водохозяйственных сооружений / Минмелиоводхоз СССР. – М.: Прейскурантиздат, 1987. – 88 с.
5. ВНИР. Сборник В12. Вып. 3. Гидротехнические сооружения Минмелиоводхоз СССР. – М.: Прейскуранииздат, 1987. – 88 с.
6. Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління: Підручник для студентів вищих навч. закладів / А.В. Яцик, Ю.М. Грищенко, Л.А. Волкова, І.А. Пашенюк. – К.: Генеза, 2007. – 360 с.: іл.
7. Возраст и эволюция черноземов / Н. Я. Марголина, А. Л. Александровский, Б.А. Ильичев и др.. – М.: Наука, 1988. – 144с.
8. Временные правила технической эксплуатации горизонтального дренажа на орошаемых землях юга Украины / Е.А.Бакшеев, Ю.А.Чирва, Г.А.Халметов.- К.: Укргипроводхоз, 1976.-45 с.
9. Галедин П.Ф., Пастухов В.Ф., Кабанов В.Г. и др. Курсовое и дипломное проектирование по гидромелиорации. – М.: Агропромиздат, 1990. – 400с.

10. Географічна енциклопедія України: В 3-х т. / Редкол.: О.М.Маринич та ін. – К.: Українська радянська енциклопедія ім. М.П. Бажана, 1989-1993. Т. 3 : П-Я. – 480с.
11. Гидротехнические сооружения/ Н. П. Розанов, Я. В. Бочкарев, В.С. Лапшенков и др., Под ред.. Н. П. Розанова. – М.: Агропромиздат, 1985. 432 с.
12. Гідрохімія України: Підручник / Л.М. Горєв, В.Г. Пелешенко, В.К. Хільчевський. - К.: Вища школа, 1995. – 307с.
13. Горизонтальный дренаж орошаемых земель /В.А.Духовный, М.Б. Баклушин, Е.Д.Томин, Ф.В.Серебренников.-М.:Колос, 1979.-255 с.
14. Горошков И. Ф. Гидрологические расчеты. - Л. : Гидрометеиздат, 1979. – 431с.
15. ДБН А.2.2-1-2003. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. – К.: Держбуд України, 2004. – 21с.
16. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці Охорона праці і промислова безпека в будівництві Основні положення. – К.: Міськрегійонбуд України, 2012, 122 с.
17. ДБН В.2.4-1-99 Меліоративні системи та споруди. – К.: Держбуд України, 2000. – 180 с.
18. ДБН Д. 2. 2. -1-99. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 1. Земляні роботи. К.: Видавництво ЦМВБНВО"Созидатель" - 2000,-89с.
19. ДБН Д.2.7-2000. Ресурсні кошторисні норми експлуатації будівельних машин та механізмів. Київ. 2001. 337 с.
20. Дренажные системы в зоне орошения /Н.Г.Бугай, И.Г.Виноградов, В.В.Внучков и др.; Под ред. А.Я.Олейника.-К. :Урожай, 1986.-192 с.
21. Ермошенко М.И, Определение объемов строительно-монтажных работ: Справочник,- К. Будівельник, 1981,- 64 с.



22. Закон України про охорону праці. - Режим доступу :  
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>
23. Зрошуване землеробство/ В. О. Ушкаренко. – К.: Урожай, 1994. – 325с.
24. Игнатенок Ф.В. Закрытый дренаж почв.-М.:Колос, 1965.-200 с.
25. Инструкция (методика) по определению экономической эффективности капитальных вложений в орошение и осушение земель и обводнение пастбищ (Инструкция Минводхоза СССР), 1972. – 172 с.
26. Инструкция по строительству горизонтального закрытого дренажа глубокого заложения из витых ПВХ труб. НТД 33.04.01.033-79.-К.: ММВХ УССР, 1979.-62 с.
27. Каталог насосов, применяемых в мелиорации / Росоргтехводстрой. М., 1989. – 227 с.
28. Климат України : довідник ; за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. – К. : Видавництво Раєвського, 2003. – 353 с.
29. Колесников В.В., Морозов В.В. Проектирование закрытого горизонтального систематического дренажа на орошаемых землях: Учебное пособие / Херсонский с.-х. ин-т. Херсон, 1994. – 83 с.
30. Колесников В.В., Морозов В.В. Проектирование закрытого горизонтального систематического дренажа на орошаемых землях/Учебное пособие.-Херсон.:ХСХИ, 1994.-83 с.
31. Колесников В.В., Поляков Н.И., Морозов В.В. Прогноз гидрогеолого-мелиоративного состояния орошаемых земель и расчет параметров закрытого горизонтального систематического дренажа.-Херсон.: ХСХИ, 1996.- 12 с.
32. Курсовое и дипломное проектирование по гидромелиорации / Галедин П.Ф., Пастухов В.Ф., Кабанов В.Г. и др.; Под ред. Галедина П.Ф. – М.: Агропромиздат, 1990.-400с.
33. Литовченко А. Ф. Инженерная гідрологія и регулирование стока: Учебное пособие: В 2 т. – Днепропетровск: Узд-во ДДАУ, 1993.

34. Мануйлов Ю.Г., Гарбузов В.Е. Машины для мелиоративного строительства: Справочник.-М.: Машиностроение, 1978.-222 с.
35. Маслов Б.С., Минаев И.В. Мелиорация и охрана природы. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 272 с.
36. Мелиорация и водное хозяйство. 3. Осушение: Справочник. // Под ред. Б.С.Маслова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 447 с.
37. Мелиорация и водное хозяйство. 6. Орошение: Справочник / Под ред. Б.Б. Шумакова.-М.: Агропромиздат, 1990.-415с.
38. Методические указания к оформлению текстовой части курсовых работ и проектов / Днепрпетр. с.-х. ин-т. Днепропетровск, 1989. – 32 с.
39. Методичні вказівки до виконання курсового проекту із сільськогосподарських гідротехнічних меліорацій. / Дніпропетровськ 2004.-49с.
40. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з сільськогосподарських гідротехнічних меліорацій. / Дніпропетровськ 1998. – 92с.
41. Мурашко А.И. Пластмассовый дренаж. - Минск.:Урожай, 1969.- 195 с.
42. Охорона праці в будівництві: Навч. посібник / Г.М. Крикунов, П.Т. Резніченко.-К.: ІСДО, 1994.-272с.
43. Практикум по сельскохозяйственным гидротехническим мелиорациям // Е.С. Марков, И.П. Айдаров, А.А. Богусhevский и др.; под ред. Е.С. Маркова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 368 с.
44. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України: Монографія/ За ред. Б.М. Данилишина. - К.: РВПС України, 1999. - 716 с.
45. Проектування закритих зрошувальних систем. Навч. посібник. (за ред. Рокочинського А.М.), Доценко В.І. та інш. – Рівне: НУВГП – Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2015. – 374 с.
46. Рекомендації для агроформувань щодо застосування поверхневого поливу в межах діючих зрошувальних систем (світовий та вітчизняний досвід) – Київ, 2002. – 43с.

- 47.Руководство по определению расчетных концентраций минеральных, органических веществ в дренажном и поверхностном стоке с мелиорируемых земель ВТР – П – 30 – 81. – М.: Министерство мелиорации и водного хозяйства, 1981. – 42с.
- 48.Сельскохозяйственная мелиорация / Б.С. Маслов, А.И. Безменов, В.Ф. Пастухов, П.А. Черний; Под ред. Б.С. Маслова. – М.: Колос, 1984.-511с.
- 49.Сільськогосподарські гідротехнічні меліорації // За ред. С.М.Гончарова. – К.: Вища шк., 1991. – 398 с.
- 50.СНиП 3.02.01 – 87. Земляные сооружения, основания и фундаменты/Госстрой СССР. – М.: ЦИТП, 1987. – 156 с.
- 51.Справочник мастера орошения / Изюмом В.В., Фишер Э.В, ХрустовН.Ф, Ярошенко С.В. К: «Урожай», 1978.-112с.
- 52.Справочник по агрогидрологическим свойствам почв Украинской ССР. Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 550 с.
- 53.Справочник по климату СССР. В. 10, Ч. I. Осадки. - Л. : Гидрометеиздат, 1967. – 124 с.
- 54.Справочник по климату СССР. В. 10, Ч. II. Температура воздуха и почвы. -Л. : Гидрометеиздат, 1967. – 599с.
- 55.Справочник по климату СССР. В. 10, Ч. III. Ветер. - Л. : Гидрометеиздат, 1967. – 683с.
- 56.Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. – М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.

# ДОДАТКИ

## Додаток А1

Розрахунок проведений за даними метеостанції Дніпропетровськ  
Задіяно в розрахунку 6 культур  
Помідори, Огірки, Перець, Капуста рання,  
Капуста пізня, Цибуля

				32	1971	220	52
				33	1970	221	53
№	Рік	SD, мм	p, %	34	1960	226	55
1	1977	7	2	35	1950	227	56
2	1997	26	3	36	1965	234	58
3	2004	26	5	37	1996	240	60
4	1976	31	6	38	1986	242	61
5	1988	44	8	39	1952	244	63
6	1973	75	10	40	1995	260	65
7	1978	81	11	41	1947	261	66
8	1989	114	13	42	1983	265	68
9	1987	124	15	43	1961	266	69
10	1985	137	16	44	1963	266	71
11	1974	141	18	45	1999	283	73
12	1990	143	19	46	1998	290	74
13	1980	144	21	47	1946	297	76
14	1982	148	23	48	1954	297	77
15	2001	149	24	49	1981	298	79
16	1993	152	26	50	1951	300	81
17	1956	154	27	51	1967	302	82
18	1958	154	29	52	1953	306	84
19	1992	161	31	53	1955	307	85
20	1969	163	32	54	1957	318	87
21	2000	164	34	55	1966	325	89
22	2005	170	35	56	1975	326	90
23	2003	173	37	57	1979	327	92
24	1984	182	39	58	1972	329	94
25	1948	185	40	59	1962	349	95
26	1964	187	42	60	1959	361	97
27	1991	209	44	61	1968	372	98
28	2006	209	45				
29	1949	215	47				
30	2002	216	48				
31	1994	219	50				

Всього спостереження  
проведені за 61 років

## Додаток А2

## МЕТЕОРОЛОГІЧНІ ДАННІ

Метеостанція Дніпропетровськ

Розрахункова забезпеченість 75 %

Вибрані роки 1951 1967 1953 1955 1957

Декада	P, мм	d, мб	t, град.
1 березень	8.0	0.5	-4.2
2 березень	6.6	0.9	-1.3
3 березень	8.3	1.4	2.8
1 квітень	5.6	3.2	7.1
2 квітень	10.9	4.3	8.7
3 квітень	7.6	7.4	11.4
1 травень	7.3	8.0	15.6
2 травень	18.7	8.1	16.7
3 травень	17.6	7.0	15.6
1 червень	19.1	9.6	17.9
2 червень	16.4	8.4	19.0
3 червень	12.2	14.2	21.4
1 липень	3.1	15.9	21.6
2 липень	14.1	14.6	22.9
3 липень	7.5	14.0	21.7
1 серпень	9.2	11.0	21.0
2 серпень	16.3	13.1	22.0
3 серпень	4.8	12.9	21.5
1 вересень	2.8	10.2	18.3
2 вересень	12.8	8.5	16.0
3 вересень	9.5	5.1	12.4
1 жовтень	3.0	4.1	9.4
2 жовтень	6.6	3.8	8.8
3 жовтень	3.1	2.4	6.5

## Додаток АЗ

Метеостанція - Дніпропетровськ  
Розрахунок дефіциту водоспоживання

**Помідори**

Декада	E	P	dW	Wg	D	SD	bm	h	mm	mk	mp	n
1 травень	15	7	12	0	-3	-3	80	0.4	20	86		
2 травень	29	19	0	0	16	14	80	0.4	20	86	136	1
3 травень	29	18	0	0	16	30	80	0.4	20	86		
1 червень	48	19	3	0	32	62	80	0.5	30	129	136	1
2 червень	37	16	0	0	26	87	80	0.5	30	129	136	1
3 червень	54	12	3	0	42	130	80	0.6	35	151	136	2
1 липень	49	3	0	0	47	177	80	0.6	35	151	136	1
2 липень	43	14	14	0	19	196	75	0.7	50	215	136	1
3 липень	39	8	0	0	34	230	75	0.7	50	215	136	1
1 серпень	30	9	0	0	24	254	75	0.7	50	215	136	1
2 серпень	36	16	0	0	25	278	75	0.7	50	215		
3 серпень	36	5	11	0	21	300	70	0.7	60	258	136	1

## Режим зрошення

№полива	Дата	m, м3/га
1	18.05	136
2	9.06	136
3	19.06	136
4	21.06	136
5	28.06	136
6	4.07	136
7	13.07	136
8	23.07	136
9	0.08	136
10	27.08	136

M=316 мм

Mk=1357 м3/га

Sf=43.0 %

nk=23809 шт.

qk= 1.14 л/год

tk= 5.0 год

**Огірки**

Декада	E	P	dW	Wg	D	SD	bm	h	mm	mk	mp	n
1 травень	16	7	12	0	-2	-2	80	0.4	20	42		
2 травень	22	19	0	0	9	7	80	0.4	20	42	27	1
3 травень	21	18	0	0	8	16	80	0.4	20	42	27	1
1 червень	30	19	0	0	17	32	80	0.4	20	42	27	1
2 червень	28	16	-6	0	23	55	85	0.4	15	32	27	2
3 червень	49	12	2	0	39	94	85	0.5	20	42	27	3
1 липень	47	3	2	0	43	137	85	0.6	25	53	27	3
2 липень	38	14	9	0	19	157	80	0.6	35	74	27	2
3 липень	34	8	9	0	19	176	75	0.6	45	95	27	1
1 серпень	17	9	9	0	1	177	70	0.6	55	116		
2 серпень												

## Режим зрошення

№полива	Дата	m, м3/га
1	18.05	27
2	23.05	27
3	4.06	27

4	11.06	27
5	17.06	27
6	21.06	27
7	24.06	27
8	28.06	27
9	2.07	27
10	5.07	27
11	8.07	27
12	11.07	27
13	17.07	27
14	24.07	27

M=181 мм  
Mk= 380 м3/га  
Sf=21.0 %  
nk=11904 шт.  
qk= 1.14 л/год  
tk= 2.0 год

### Перець

Декада	E	P	dW	Wg	D	SD	bm	h	mm	mk	mp	n
1 травень	15	7	12	0	-3	-3	80	0.4	20	86		
2 травень	29	19	3	0	13	11	80	0.5	30	129	136	1
3 травень	29	18	0	0	16	27	80	0.5	30	129		
1 червень	48	19	0	0	35	62	80	0.5	30	129	136	1
2 червень	37	16	3	0	23	84	80	0.6	35	151	136	1
3 червень	54	12	0	0	46	130	80	0.6	35	151	136	2
1 липень	49	3	14	0	33	163	75	0.7	50	215	136	1
2 липень	43	14	5	0	28	192	75	0.8	60	258	136	1
3 липень	39	8	0	0	34	225	75	0.8	60	258	136	1
1 серпень	30	9	0	0	24	249	75	0.8	60	258		
2 серпень	36	16	0	0	25	274	75	0.8	60	258	136	1
3 серпень	36	5	12	0	20	294	70	0.8	70	301	136	1

### Режим зрошення

№полива	Дата	m, м3/га
1	18.05	136
2	9.06	136
3	19.06	136
4	21.06	136
5	28.06	136
6	2.07	136
7	11.07	136
8	21.07	136
9	19.08	136
10	25.08	136

M=316 мм  
Mk=1357 м3/га  
Sf=43.0 %  
nk=23809 шт.  
qk= 1.14 л/год  
tk= 5.0 год

### Капуста рання

Декада	E	P	dW	Wg	D	SD	bm	h	mm	mk	mp	n
3 квітень	23	8	5	0	13	13	85	0.3	10	43	81	1



1 травень	25	7	0	0	20	32	85	0.3	10	43	81	1
2 травень	25	19	2	0	11	43	85	0.4	15	65	81	1
3 травень	22	18	0	0	10	53	85	0.4	15	65		
1 червень	34	19	2	0	19	72	85	0.5	20	86	81	1
2 червень	31	16	8	0	12	84	80	0.5	30	129	81	1
3 червень	52	12	12	0	31	115	75	0.6	45	194	81	2
1 липень	54	3	0	0	52	167	75	0.6	45	194	81	2
2 липень												

## Режим зрошення

№полива	Дата	m, м3/га
1	30.04	81
2	7.05	81
3	15.05	81
4	8.06	81
5	17.06	81
6	20.06	81
7	26.06	81
8	3.07	81
9	7.07	81

M=170 мм

Mk= 733 м3/га

Sf=43.0 %

nk=23809 шт.

qk= 1.14 л/год

tk= 3.0 год

## Капуста пізня

Декада	E	P	dW	Wg	D	SD	bm	h	mm	mk	mp	n
1 травень	16	7	9	0	1	1	80	0.3	15	65	81	1
2 травень	21	19	-5	0	12	13	85	0.3	10	43		
3 травень	18	18	2	0	4	18	85	0.4	15	65		
1 червень	26	19	0	0	12	30	85	0.4	15	65	81	1
2 червень	22	16	2	0	9	40	85	0.5	20	86	81	1
3 червень	39	12	0	0	30	70	85	0.5	20	86	81	1
1 липень	42	3	0	0	40	109	85	0.5	20	86	81	2
2 липень	37	14	11	0	17	126	80	0.6	35	151	81	1
3 липень	35	8	0	0	29	155	80	0.6	35	151	81	2
1 серпень	25	9	9	0	10	165	75	0.6	45	194		
2 серпень	29	16	0	0	18	183	75	0.6	45	194	81	1
3 серпень	25	5	0	0	21	204	75	0.6	45	194	81	1
1 вересень	18	3	0	0	16	219	75	0.6	45	194	81	1
2 вересень	13	13	0	0	4	224	75	0.6	45	194		
3 вересень												

## Режим зрошення

№полива	Дата	m, м3/га
1	10.05	81
2	9.06	81
3	12.06	81
4	24.06	81
5	4.07	81
6	8.07	81
7	17.07	81
8	21.07	81
9	28.07	81
10	17.08	81

11 27.08 81

12 7.09 81

M=227 мм

Mk= 977 м3/га

Sf=43.0 %

nk=23809 шт.

qk= 1.14 л/год

tk= 3.0 год

**Цибуля**

Декада	E	P	dW	Wg	D	SD	bm	h	mm	mk	mp	n
1 травень	15	7	12	0	-3	-3	80	0.4	20	114		
2 травень	21	19	0	0	8	5	80	0.4	20	114	253	1
3 травень	18	18	3	0	3	8	80	0.5	30	171		
1 червень	26	19	0	0	12	20	80	0.5	30	171		
2 червень	22	16	0	0	11	31	80	0.5	30	171		
3 червень	39	12	0	0	30	61	80	0.5	30	171	253	1
1 липень	42	3	0	0	40	101	80	0.5	30	171	253	1
2 липень	37	14	8	0	20	121	75	0.5	35	200		
3 липень	35	8	14	0	15	136	70	0.6	55	314	253	1
1 серпень	25	9	0	0	19	155	70	0.6	55	314		
2 серпень	30	16	9	0	9	164	65	0.6	60	342		
3 серпень	29	5	0	0	25	190	65	0.6	60	342	253	1

**Режим зрошення**

№полива Дата м, м3/га

1 16.05 253

2 26.06 253

3 3.07 253

4 22.07 253

5 25.08 253

M=222 мм

Mk=1267 м3/га

Sf=57.0 %

nk=31746 шт.

qk= 1.14 л/год

tk= 7.0 год

Средньозважена зрошувальна норма 250 мм

Средня норма краплинного зрошення 1093 м3/га

Примітка. E - сумарне водоспоживання с.г. культурою, мм;

P - атмосферні опади, мм;

dW - використання весняних запасів вологи, мм;

Wg - підживлення підґрунтовими водами, мм;

D - дефіцит водоспоживання за декаду, мм;

SD - сумарний дефіцит водоспоживання, мм;

bm - мінімальна передполивна вологість ґрунту, %НВ

h - глибина активного коренемісного шару ґрунту, м

mm - максимальна поливна норма, мм

mk - поливна норма під краплинне зрошення, мм

mp - розрахункова поливна норма, м3/га

n - кількість поливів за декаду

M - зрошувальна норма, мм

Mk - норма краплинного зрошення, м3/га

Sf - доля живлення рослин, %

nk - кількість крапельниць на 1 га, шт.

$q_k$  - витрата крапельниці, л/год

$t_k$  - тривалість одного поливу на ділянці, год

Додаток В

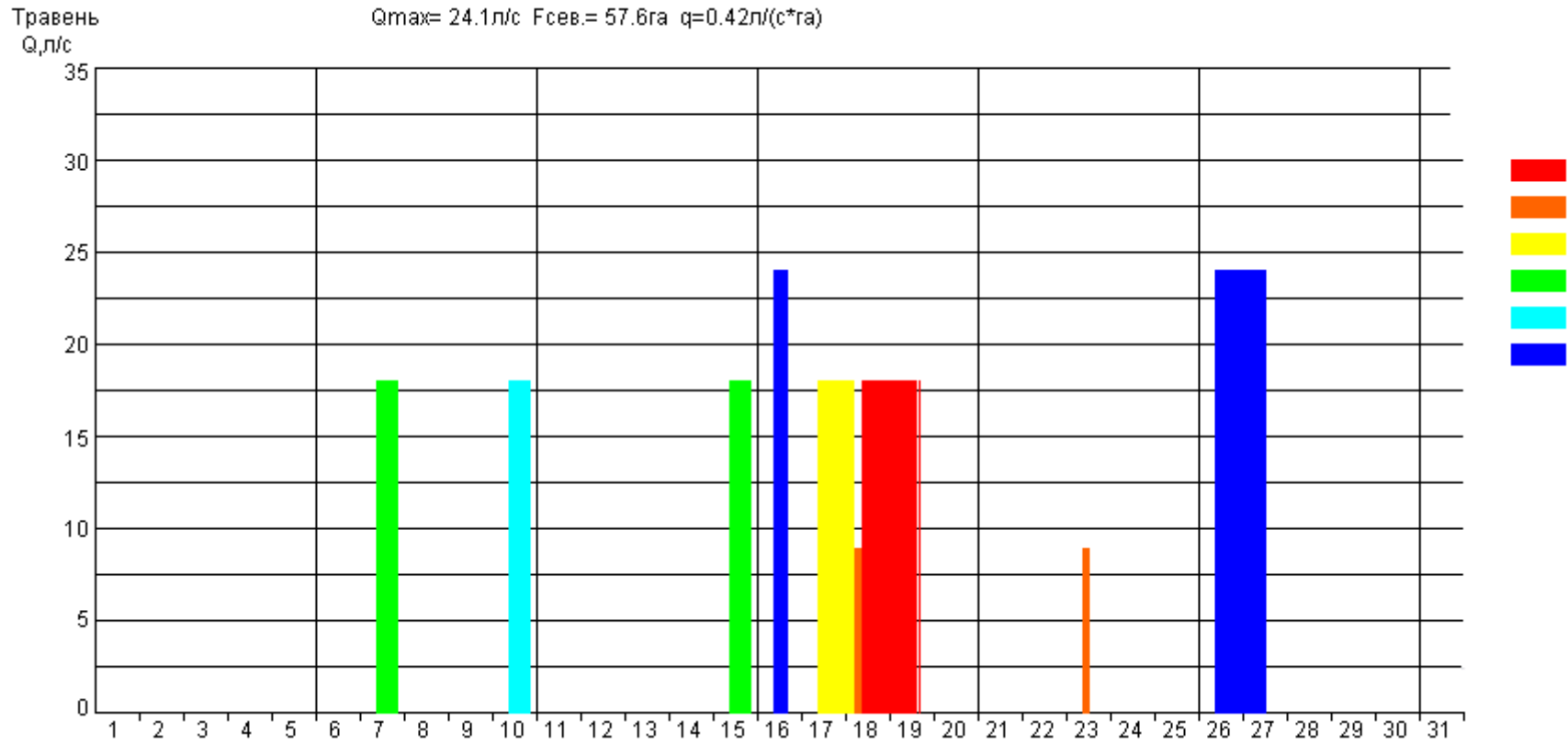


Рис. Г.1. Графік поливу овочевої сівозміни за Травень

Продовження додатку В

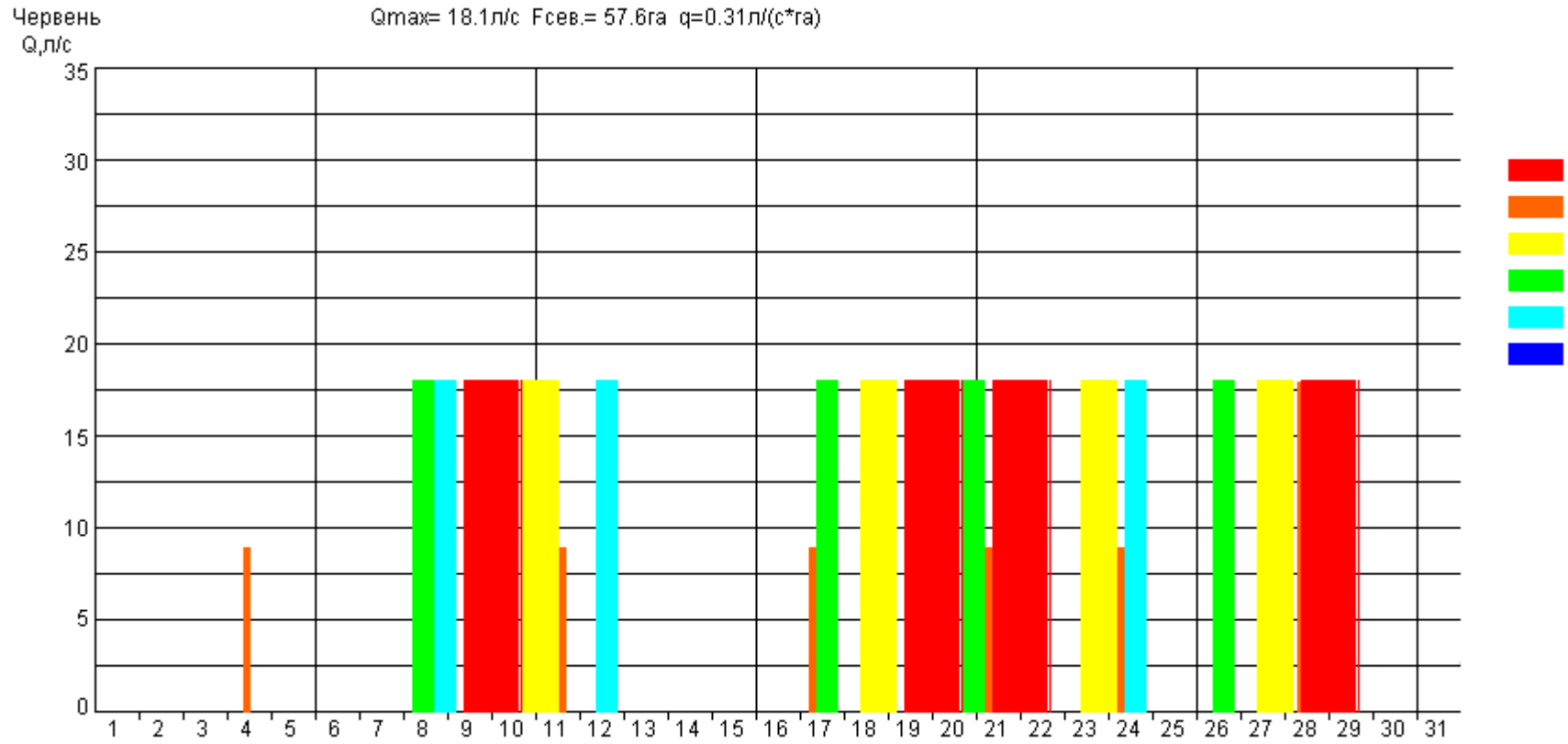


Рис. Г.2. Графік поливу овочевої сівозміни за Червень

Продовження додатку В

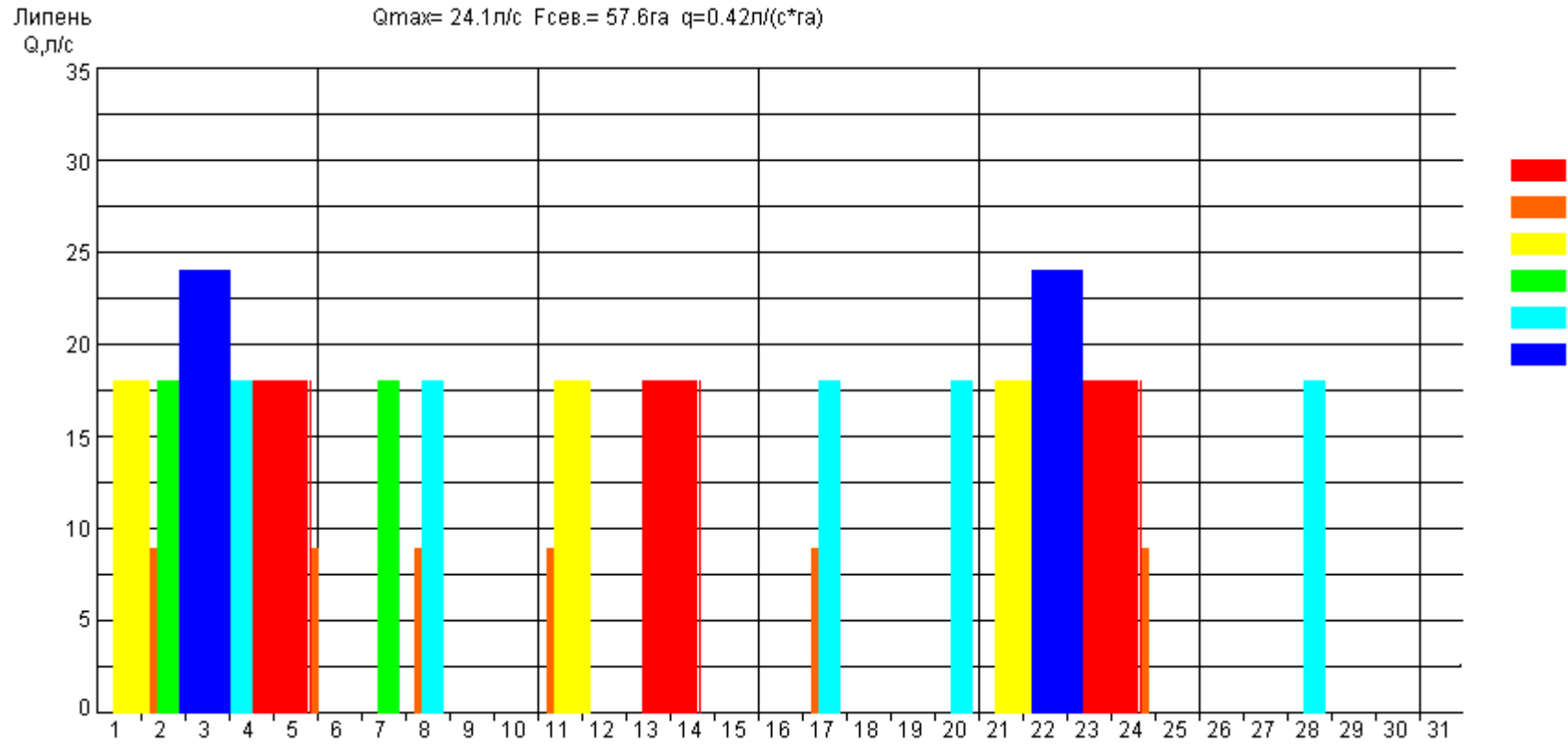


Рис. Г.3. Графік поливу овочевої сівозміни за Липень

## Продовження додатку В

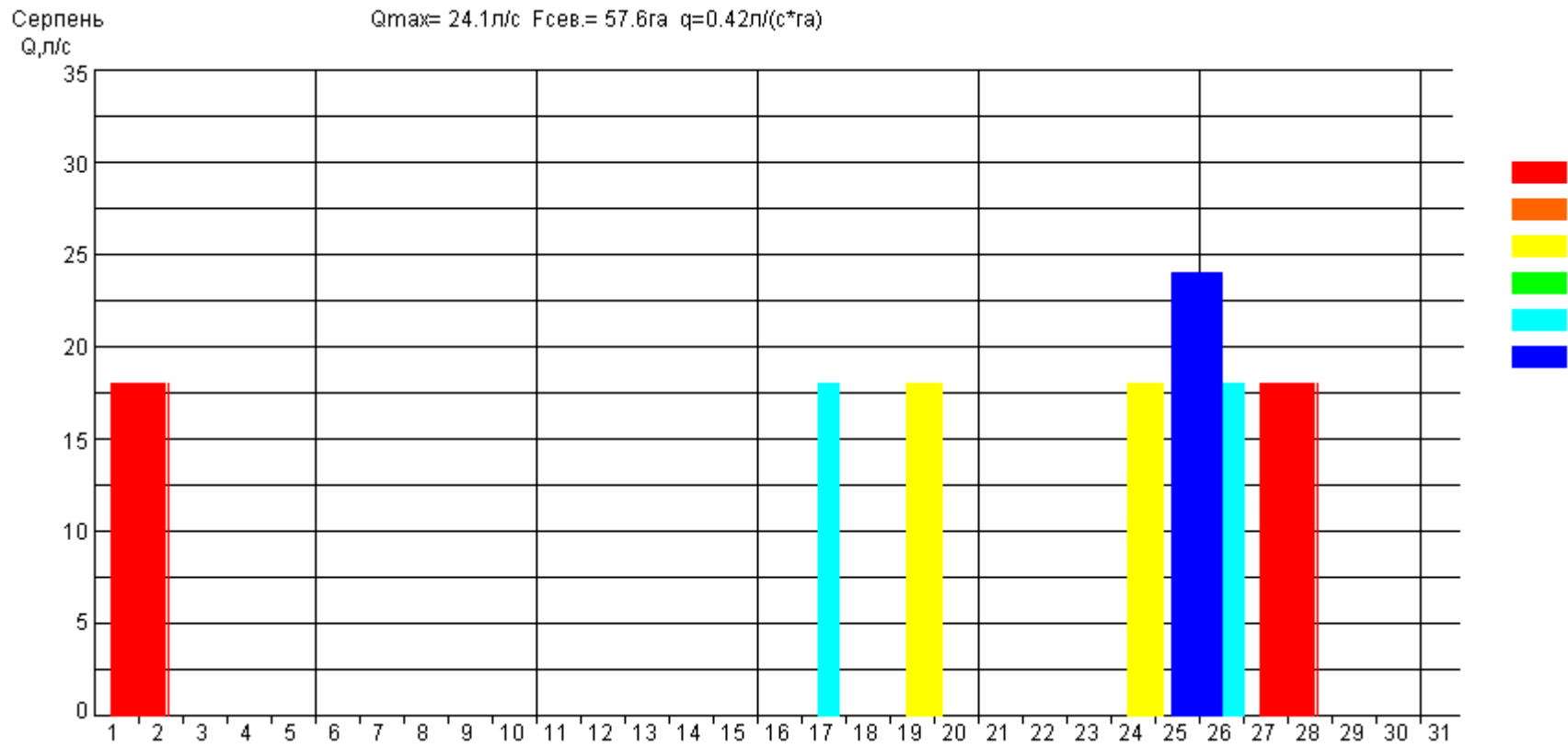


Рис. Г.4. Графік поливу овочевої сівозміни за Серпень

**Відомість графіка поливу овочевої сівозміни**  
**Травень**

Культура	№пол.	№діл.	Дата	час	Трив.год	Витрата, л/с
Помідори						18.1
	1	1	18.05.2009	08:00:00 AM	5	
	1	2	18.05.2009	01:00:00 PM	5	
	1	3	18.05.2009	06:00:00 PM	5	
	1	4	18.05.2009	11:00:00 PM	5	
	1	5	19.05.2009	04:00:00 AM	5	
	1	6	19.05.2009	09:00:00 AM	5	
-----						
Огірки						9.0
	1	1	18.05.2009	04:00:00 AM	2	
	1	2	18.05.2009	06:00:00 AM	2	
	2	1	23.05.2009	08:00:00 AM	2	
	2	2	23.05.2009	10:00:00 AM	2	
-----						
Перець солодкий						18.1
	1	1	17.05.2009	08:00:00 AM	5	
	1	2	17.05.2009	01:00:00 PM	5	
	1	3	17.05.2009	06:00:00 PM	5	
	1	4	17.05.2009	11:00:00 PM	5	
-----						
Капуста рання						18.1
	2	1	07.05.2009	08:00:00 AM	3	
	2	2	07.05.2009	11:00:00 AM	3	
	2	3	07.05.2009	02:00:00 PM	3	
	2	4	07.05.2009	05:00:00 PM	3	
	3	1	15.05.2009	08:00:00 AM	3	
	3	2	15.05.2009	11:00:00 AM	3	
	3	3	15.05.2009	02:00:00 PM	3	
	3	4	15.05.2009	05:00:00 PM	3	



---

Капуста пізня

18.1

1	1	10.05.2009	08:00:00	AM	3
1	2	10.05.2009	11:00:00	AM	3
1	3	10.05.2009	02:00:00	PM	3
1	4	10.05.2009	05:00:00	PM	3

---

Цибуля

24.1

1	1	16.05.2009	08:00:00	AM	2
1	2	16.05.2009	10:00:00	AM	2
1	3	16.05.2009	12:00:00	PM	2
1	4	16.05.2009	02:00:00	PM	2
2	1	26.05.2009	08:00:00	AM	7
2	2	26.05.2009	03:00:00	PM	7
2	3	26.05.2009	10:00:00	PM	7
2	4	27.05.2009	05:00:00	AM	7

---

## Продовження додатку Б

## Червень

Культура	№пол.	№діл.	Дата	час	Трив.год	Витрата, л/с
Помідори						18.1
	2	1	09.06.2009	08:00:00	AM	5
	2	2	09.06.2009	01:00:00	PM	5
	2	3	09.06.2009	06:00:00	PM	5
	2	4	09.06.2009	11:00:00	PM	5
	2	5	10.06.2009	04:00:00	AM	5
	2	6	10.06.2009	09:00:00	AM	5
	3	1	19.06.2009	08:00:00	AM	5
	3	2	19.06.2009	01:00:00	PM	5
	3	3	19.06.2009	06:00:00	PM	5
	3	4	19.06.2009	11:00:00	PM	5
	3	5	20.06.2009	04:00:00	AM	5
	3	6	20.06.2009	09:00:00	AM	5
	4	1	21.06.2009	08:00:00	AM	5
	4	2	21.06.2009	01:00:00	PM	5
	4	3	21.06.2009	06:00:00	PM	5
	4	4	21.06.2009	11:00:00	PM	5
	4	5	22.06.2009	04:00:00	AM	5
	4	6	22.06.2009	09:00:00	AM	5
	5	1	28.06.2009	08:00:00	AM	5
	5	2	28.06.2009	01:00:00	PM	5
	5	3	28.06.2009	06:00:00	PM	5
	5	4	28.06.2009	11:00:00	PM	5
	5	5	29.06.2009	04:00:00	AM	5
	5	6	29.06.2009	09:00:00	AM	5
-----						
Опірки						9.0
	3	1	04.06.2009	08:00:00	AM	2
	3	2	04.06.2009	10:00:00	AM	2
	4	1	11.06.2009	12:00:00	PM	2
	4	2	11.06.2009	02:00:00	PM	2
	5	1	17.06.2009	04:00:00	AM	2

5	2	17.06.2009	06:00:00	AM	2
6	1	21.06.2009	04:00:00	AM	2
6	2	21.06.2009	06:00:00	AM	2
7	1	24.06.2009	04:00:00	AM	2
7	2	24.06.2009	06:00:00	AM	2
8	1	28.06.2009	06:00:00	AM	2
8	2	28.06.2009	06:00:00	AM	2

-----

Перець солодкий

18.1

2	1	10.06.2009	04:00:00	PM	5
2	2	10.06.2009	09:00:00	PM	5
2	3	11.06.2009	02:00:00	AM	5
2	4	11.06.2009	07:00:00	AM	5
3	1	18.06.2009	08:00:00	AM	5
3	2	18.06.2009	01:00:00	PM	5
3	3	18.06.2009	06:00:00	PM	5
3	4	18.06.2009	11:00:00	PM	5
4	1	23.06.2009	08:00:00	AM	5
4	2	23.06.2009	01:00:00	PM	5
4	3	23.06.2009	06:00:00	PM	5
4	4	23.06.2009	11:00:00	PM	5
5	1	27.06.2009	08:00:00	AM	5
5	2	27.06.2009	01:00:00	PM	5
5	3	27.06.2009	06:00:00	PM	5
5	4	27.06.2009	11:00:00	PM	5

Продовження додатку Б

-----

Капуста рання

18.1

4	1	08.06.2009	04:00:00	AM	3
4	2	08.06.2009	07:00:00	AM	3
4	3	08.06.2009	10:00:00	AM	3
4	4	08.06.2009	01:00:00	PM	3
5	1	17.06.2009	08:00:00	AM	3
5	2	17.06.2009	11:00:00	AM	3
5	3	17.06.2009	02:00:00	PM	3
5	4	17.06.2009	05:00:00	PM	3

6	1	20.06.2009	04:00:00	PM	3
6	2	20.06.2009	07:00:00	PM	3
6	3	20.06.2009	10:00:00	PM	3
6	4	21.06.2009	01:00:00	AM	3
7	1	26.06.2009	08:00:00	AM	3
7	2	26.06.2009	11:00:00	AM	3
7	3	26.06.2009	02:00:00	PM	3
7	4	26.06.2009	05:00:00	PM	3

-----  
Капуста пізня

18.1

2	1	08.06.2009	04:00:00	PM	3
2	2	08.06.2009	07:00:00	PM	3
2	3	08.06.2009	10:00:00	PM	3
2	4	09.06.2009	01:00:00	AM	3
3	1	12.06.2009	08:00:00	AM	3
3	2	12.06.2009	11:00:00	AM	3
3	3	12.06.2009	02:00:00	PM	3
3	4	12.06.2009	05:00:00	PM	3
4	1	24.06.2009	08:00:00	AM	3
4	2	24.06.2009	11:00:00	AM	3
4	3	24.06.2009	02:00:00	PM	3
4	4	24.06.2009	05:00:00	PM	3

-----  
Цибуля

24.1

-----  
**Липень**

Культура	№пол.	№діл.	Дата	час	Трив.год	Витрата, л/с
Помідори						18.1
	6	1	04.07.2009	12:00:00	PM	5
	6	2	04.07.2009	05:00:00	PM	5
	6	3	04.07.2009	10:00:00	PM	5
	6	4	05.07.2009	03:00:00	AM	5
	6	5	05.07.2009	08:00:00	AM	5
	6	6	05.07.2009	01:00:00	PM	5

7	1	13.07.2009	08:00:00	AM	5
7	2	13.07.2009	01:00:00	PM	5
7	3	13.07.2009	06:00:00	PM	5
7	4	13.07.2009	11:00:00	PM	5
7	5	14.07.2009	04:00:00	AM	5
7	6	14.07.2009	09:00:00	AM	5
8	1	23.07.2009	08:00:00	AM	5

8	2	23.07.2009	01:00:00	PM	5
8	3	23.07.2009	06:00:00	PM	5
8	4	23.07.2009	11:00:00	PM	5
8	5	24.07.2009	04:00:00	AM	5
8	6	24.07.2009	09:00:00	AM	5

Продовження додатку Б

-----  
Огірки

9.0

9	1	02.07.2009	04:00:00	AM	2
9	2	02.07.2009	06:00:00	AM	2
10	1	05.07.2009	08:00:00	PM	2
10	2	05.07.2009	10:00:00	PM	2
11	1	08.07.2009	04:00:00	AM	2
11	2	08.07.2009	06:00:00	AM	2
12	1	11.07.2009	04:00:00	AM	2
12	2	11.07.2009	06:00:00	AM	2
13	1	17.07.2009	04:00:00	AM	2
13	2	17.07.2009	06:00:00	AM	2
14	1	24.07.2009	04:00:00	PM	2
14	2	24.07.2009	06:00:00	PM	2

-----  
Перець солодкий

18.1

6	1	01.07.2009	08:00:00	AM	5
6	2	01.07.2009	01:00:00	PM	5
6	3	01.07.2009	06:00:00	PM	5
6	4	01.07.2009	11:00:00	PM	5
7	1	11.07.2009	08:00:00	AM	5
7	2	11.07.2009	01:00:00	PM	5
7	3	11.07.2009	06:00:00	PM	5

7	4	11.07.2009	11:00:00	PM	5
8	1	21.07.2009	08:00:00	AM	5
8	2	21.07.2009	01:00:00	PM	5
8	3	21.07.2009	06:00:00	PM	5
8	4	21.07.2009	11:00:00	PM	5

Капуста рання

18.1

8	1	02.07.2009	08:00:00	AM	3
8	2	02.07.2009	11:00:00	AM	3
8	3	02.07.2009	02:00:00	PM	3
8	4	02.07.2009	05:00:00	PM	3
9	1	07.07.2009	08:00:00	AM	3
9	2	07.07.2009	11:00:00	AM	3
9	3	07.07.2009	02:00:00	PM	3
9	4	07.07.2009	05:00:00	PM	3

Капуста пізня

18.1

5	1	04.07.2009	12:00:00	AM	3
5	2	04.07.2009	03:00:00	AM	3
5	3	04.07.2009	06:00:00	AM	3
5	4	04.07.2009	09:00:00	AM	3
6	1	08.07.2009	08:00:00	AM	3
6	2	08.07.2009	11:00:00	AM	3
6	3	08.07.2009	02:00:00	PM	3
6	4	08.07.2009	05:00:00	PM	3
7	1	17.07.2009	08:00:00	AM	3
7	2	17.07.2009	11:00:00	AM	3
7	3	17.07.2009	02:00:00	PM	3
7	4	17.07.2009	05:00:00	PM	3
8	1	20.07.2009	08:00:00	AM	3
8	2	20.07.2009	11:00:00	AM	3
8	3	20.07.2009	02:00:00	PM	3
8	4	20.07.2009	05:00:00	PM	3
9	1	28.07.2009	08:00:00	AM	3
9	2	28.07.2009	11:00:00	AM	3

Продовження додатку Б

9	3	28.07.2009	02:00:00	PM	3
9	4	28.07.2009	05:00:00	PM	3

-----

Цибуля

24.1

3	1	02.07.2009	08:00:00	PM	7
3	2	03.07.2009	03:00:00	AM	7
3	3	03.07.2009	10:00:00	AM	7
3	4	03.07.2009	05:00:00	PM	7
4	1	22.07.2009	04:00:00	AM	7
4	2	22.07.2009	11:00:00	AM	7
4	3	22.07.2009	06:00:00	PM	7
4	4	23.07.2009	01:00:00	AM	7

-----

**Серпень**

Культура	№пол.	№діл.	Дата час	Трив.год	Витрата, л/с
----------	-------	-------	----------	----------	--------------

Помідори

18.1

9	1	01.08.2009	08:00:00	AM	5
9	2	01.08.2009	01:00:00	PM	5
9	3	01.08.2009	06:00:00	PM	5
9	4	01.08.2009	11:00:00	PM	5
9	5	02.08.2009	04:00:00	AM	5
9	6	02.08.2009	09:00:00	AM	5
10	1	27.08.2009	08:00:00	AM	5
10	2	27.08.2009	01:00:00	PM	5
10	3	27.08.2009	06:00:00	PM	5
10	4	27.08.2009	11:00:00	PM	5
10	5	28.08.2009	04:00:00	AM	5
10	6	28.08.2009	09:00:00	AM	5

-----

Огірки

9.0

-----

Перець солодкий

18.1

9	1	19.08.2009	08:00:00	AM	5
9	2	19.08.2009	01:00:00	PM	5
9	3	19.08.2009	06:00:00	PM	5

9	4	19.08.2009	11:00:00	PM	5
10	1	24.08.2009	08:00:00	AM	5
10	2	24.08.2009	01:00:00	PM	5
10	3	24.08.2009	06:00:00	PM	5
10	4	24.08.2009	11:00:00	PM	5

-----  
Капуста рання 18.1  
-----

Капуста пізня 18.1

10	1	17.08.2009	08:00:00	AM	3
10	2	17.08.2009	11:00:00	AM	3
10	3	17.08.2009	02:00:00	PM	3
10	4	17.08.2009	05:00:00	PM	3
11	1	26.08.2009	12:00:00	PM	3
11	2	26.08.2009	03:00:00	PM	3
11	3	26.08.2009	06:00:00	PM	3
11	4	26.08.2009	09:00:00	PM	3

-----  
Цибуля 24.1  
-----

5	1	25.08.2009	08:00:00	AM	7
5	2	25.08.2009	03:00:00	PM	7
5	3	25.08.2009	10:00:00	PM	7
5	4	26.08.2009	05:00:00	AM	7

-----

### Вересень

Культура	№пол.	№діл.	Дата час	Трив.год	Витрата, л/с
Помідори					18.1

-----

Огірки 9.0  
-----

Перець солодкий 18.1  
-----

Капуста рання 18.1

Продовження додатку Б



---

Капуста пізня					18.1
12	1	07.09.2009	08:00:00	AM	3
12	2	07.09.2009	11:00:00	AM	3
12	3	07.09.2009	02:00:00	PM	3
12	4	07.09.2009	05:00:00	PM	3

---

Цибуля 24.1

---

Додаток Г

ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЗАКРИТОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ  
РОЗРАХУНОК ПО ДІЛЯНКАХ

№ ділянки	Витрата, л/с	Довжина, м	Діаметр, мм	Швидкість, м/с	Втрати напорі, м	Матеріал труб
1	54	1150	200	1.57	25.66	сталь
2	54	2325	200	1.57	51.88	сталь
3	18	366	150	0.92	3.39	сталь
4	18	434	150	0.92	4.02	сталь
5	36	250	150	1.84	10.92	сталь
6	36	738	150	1.84	32.24	сталь

НАПІР ПО ДІЛЯНКАХ

Ділянка	Вузли		П'єзометричний напір		Вільний напір	
	початковий	кінцевий	початок	кінець	початок	кінець
1	1	2	277.40	251.74	176.40	146.74
2	2	3	251.74	199.86	146.74	95.86
3	3	7	199.86	196.47	95.86	89.37
4	7	4	196.47	192.45	89.37	85.95
5	3	5	199.86	188.94	95.86	85.04
6	5	6	188.94	156.70	85.04	50.00

РОЗРАХУНОК ПО ВАРІАНТАХ ТРАС

Варіант траси	Втрати напорі, м	Напори траси: геодез. вільний, п'єзом.

1	120.7	5.70	50.00	176.40
2	84.95	5.50	50.00	140.45
3	80.93	6.10	50.00	137.03

НАСОСНА СТАНЦІЯ

Напір - 55,7 м

Витрата - 54.0 л/с

Орієнтовна потужність - 45 кВт

## Гідравлічні елементи гофрованих дренажних труб із ПВХ і ПВП

Діаметр труб (зовнішній), мм	Похил дрени																				
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
50	0,11	0,14	0,18	0,21	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,4	0,48	0,53	0,58	0,61	0,7	0,82	0,88	0,9	1,0	1,06
	0,16	0,21	0,28	0,33	0,36	0,39	0,41	0,44	0,47	0,5	0,62	0,7	0,8	0,88	1,0	1,14	1,24	1,34	1,44	1,5	1,6
63	0,11	0,14	0,2	0,24	0,27	0,30	0,32	0,34	0,37	0,39	0,47	0,53	0,6	0,67	0,8	0,94	1,02	1,09	1,15	1,22	
	0,20	0,4	0,5	0,59	0,66	0,72	0,78	0,83	0,89	0,94	1,14	1,3	1,48	1,62	1,8	2,1	2,2	2,4	2,6	2,8	2,06
75	0,11	0,19	0,2	0,27	0,30	0,32	0,33	0,38	0,40	0,42	0,52	0,60	0,67	0,7	0,8	0,9	1,04	1,1	1,20	1,27	1,34
	0,44	0,6	0,80	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,38	1,4	1,78	2,0	2,30	2,5	2,90	3,3	3,58	3,3	4,1	4,37	4,5
90	0,14	0,20	0,24	0,28	0,3	0,34	0,37	0,40	0,42	0,44	0,54	0,6	0,70	0,76	0,88	0,99	1,08	1,17	1,24	1,32	1,39
	0,6	0,94	1,16	1,34	1,49	1,6	1,76	1,98	2,00	2,1	2,5	2,90	3,3	3,6	4,20	4,70	5,1	5,5	5,9	6,30	6,6
100	0,11	0,2	0,24	0,30	0,33	0,36	0,39	0,42	0,44	0,47	0,57	0,66	0,73	0,80	0,9	1,0	1,1	1,2	1,30	1,38	1,45
	0,8	1,40	1,50	1,78	1,9	2,20	2,3	2,50	2,60	2,8	3,44	3,9	4,44	4,80	5,6	6,28	6,88	7,4	7,94	8,42	8,88
110	0,20	0,27	0,29	0,36	0,39	0,42	0,44	0,47	0,49	0,5	0,6	0,70	0,8	0,9	1,0	1,10	1,2	1,30	1,44	1,5	
	1,08	1,5	1,8	2,1	2,40	2,6	2,8	3,0	3,2	3,40	4,14	4,8	5,3	5,89	6,80	7,60	8,22	9,00	9,6	10,2	10,7
125	0,16	0,21	0,28	0,33	0,36	0,39	0,41	0,44	0,47	0,5	0,62	0,7	0,8	0,88	1,0	1,14	1,24	1,34	1,44	1,5	1,6
	1,4	2,0	2,50	2,90	3,28	3,60	3,92	4,1	4,4	4,6	5,50	6,00	7,40	8,0	9,40	10,5	11,3	12,2	13,1	13,9	17,7
140	0,16	0,21	0,29	0,33	0,37	0,40	0,44	0,47	0,49	0,5	0,64	0,74	0,8	0,90	1,04	1,16	1,28	1,3	1,4	1,50	1,6
	1,9	3,0	3,40	3,8	4,49	4,8	5,0	5,6	6,0	6,3	7,88	9,10	10,5	11,3	13,2	14,8	16,3	17,7	18,9	20,1	21,3
170	0,11	0,24	0,30	0,33	0,39	0,42	0,44	0,49	0,5	0,56	0,68	0,78	0,88	0,96	1,1	1,24	1,37	1,44	1,58	1,68	1,78
	3,00	4,6	5,20	6,10	7,0	7,78	8,0	9,1	9,7	10,4	13,0	15,2	17,2	19,0	22,5	25,3	28,0	30,3	32,9	35,1	35,1
229	0,14	0,28	0,34	0,39	0,42	0,47	0,52	0,55	0,59	0,6	0,76	0,87	0,98	1,07	1,2	1,38	1,52	1,64	1,74	1,80	1,9
	5,80	8,9	10,8	12,6	14,2	15,4	16,6	18,3	18,9	21,4	27,0	31,9	36,3	40,3	47,5	54,2	60,3	65,9	71,2	76,2	81,0

Примітка. Чисельник – швидкість руху води в трубі при повному наповненні, м/с; знаменник – витрата води, л/с.

## Відомість подачі води на масив зрошення

Подача розрахована на забезпеченість року 75 %

Сільськогосподарська культура - **Помідори**

К-ть ділянок 4

Площа ділянки - 5 га

всього - 20 га

Місяць, декада	Об'єм подачі води на га діл.	Тр-ть поливу всього крап. діл.	Кількість всього поливів					
травень 1								
2	136	326	1958	5.71	5.01	30.1	1	
3								
червень 1	136	326	1958	5.71	5.01	30.1	1	
2	136	326	1958	5.71	5.01	30.1	1	
3	272	653	3917	11.4	10.0	60.1	2	
липень 1	136	326	1958	5.71	5.01	30.1	1	
2	136	326	1958	5.71	5.01	30.1	1	
3	136	326	1958	5.71	5.01	30.1	1	
серпень 1	136	326	1958	5.71	5.01	30.1	1	
2								
3	136	326	1958	5.71	5.01	30.1	1	
вересень 1								
2								
3								
Разом	1360	3264	19584	57.1	50.1	301	10	
Витрата води - 18.1 л/с								

Сільськогосподарська культура - **Огірки**

К-ть ділянок 1

Площа ділянки - 5 га

всього - 5 га

Місяць, декада	Об'єм подачі води на га діл.всього крап.			Тр-ть поливу Діл. Всього поливів			Кількість
травень 1							
2	27	65	130	2.27	1.99	3.98	1
3	27	65	130	2.27	1.99	3.98	1
червень 1	27	65	130	2.27	1.99	3.98	1
2	54	130	259	4.54	3.98	7.96	2
3	81	194	389	6.80	5.97	11.9	3
липень 1	81	194	389	6.80	5.97	11.9	3
2	54	130	259	4.54	3.98	7.96	2
3	27	65	130	2.27	1.99	3.98	1
серпень 1							
2							
3							
вересень 1							
2							
3							
Разом	378	907	1814	31.8	27.9	55.7	14

Витрата води - 9.05 л/с

Продовження додатку Е

Сільськогосподарська культура - **Перець солодкий**

К-ть ділянок 2

Площа ділянки - 5 га

всього - 10 га

Місяць, декада	Об'єм подачі води на га діл.	всього	Тр-ть поливу діл.	Кількість всього поливів
травень 1				
2	136	326	1306	5.71
3				
червень 1	136	326	1306	5.71
2	136	326	1306	5.71
3	272	653	2611	11.4
липень 1	136	326	1306	5.71
2	136	326	1306	5.71
3	136	326	1306	5.71
серпень 1				
2	136	326	1306	5.71
3	136	326	1306	5.71
вересень 1				
2				
3				
Разом	1360	3264	13056	57.1

Витрата води - 18.1 л/с

Сільськогосподарська культура - **Капуста рання**

К-ть ділянок 2

Площа ділянки - 5 га

всього - 10 га

Місяць, декада	Об'єм подачі води на га діл.	всього	Тр-ть поливу діл.	Кількість всього поливів
травень 1	81	194	778	3.40

	2	81	194	778	3.40	2.98	11.9	1
	3							
червень	1	81	194	778	3.40	2.98	11.9	1
	2	162	389	1555	6.80	5.97	23.9	2
	3	81	194	778	3.40	2.98	11.9	1
липень	1	162	389	1555	6.80	5.97	23.9	2
	2							
	3							
серпень	1							
	2							
	3							
вересень	1							
	2							
	3							
Разом		648	1555	6221	27.2	23.9	95.5	8

Витрата води - 18.1 л/с



Продовження додатку Е

Сільськогосподарська культура - **Капуста пізня**

К-ть ділянок 2

Площа ділянки - 5 га

всього - 10 га

Місяць, декада	Об'єм подачі води на га діл.	всього	крап.	Тр-ть поливу діл.	всього	Кількість поливів	
травень 1	81	194	778	3.40	2.98	11.9	1
2							
3							
червень 1	81	194	778	3.40	2.98	11.9	1
2	81	194	778	3.40	2.98	11.9	1
3	81	194	778	3.40	2.98	11.9	1
липень 1	162	389	1555	6.80	5.97	23.9	2
2	81	194	778	3.40	2.98	11.9	1
3	162	389	1555	6.80	5.97	23.9	2
серпень 1							
2	81	194	778	3.40	2.98	11.9	1
3	81	194	778	3.40	2.98	11.9	1
вересень 1	81	194	778	3.40	2.98	11.9	1
2							
3							
Разом	972	2333	9331	40.8	35.8	143	12

Витрата води - 18.1 л/с

Сільськогосподарська культура - **Цибуля**

К-ть ділянок 2

Площа ділянки - 5 га

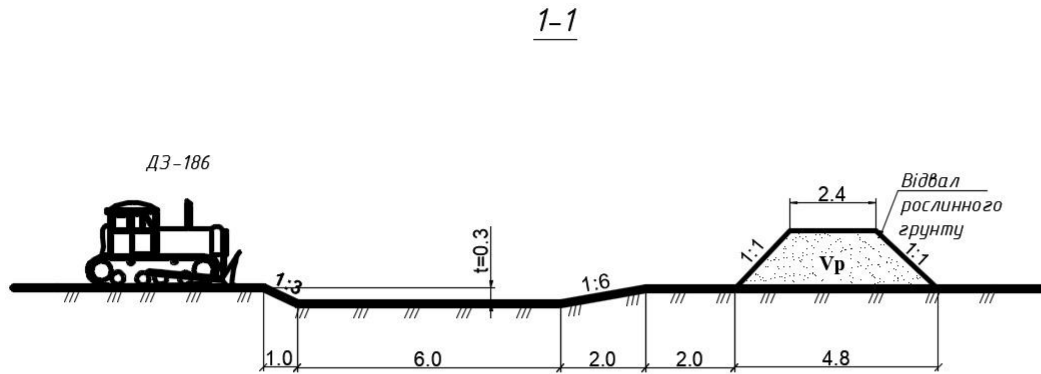
всього - 10 га

Місяць, декада	Об'єм подачі води на га діл.	всього	крап.	Тр-ть поливу діл.	всього	Кількість поливів
травень 1						

	2	81	194	778	2.55	2.24	8.95	1
	3	253	607	2429	7.97	6.99	28.0	1
червень	1							
	2							
	3							
липень	1	253	607	2429	7.97	6.99	28.0	1
	2							
	3	253	607	2429	7.97	6.99	28.0	1
серпень	1							
	2							
	3	253	607	2429	7.97	6.99	28.0	1
вересень	1							
	2							
	3							
Разом		1093	2623	10493	34.4	30.2	121	5
Витрата води		- 24.1 л/с						

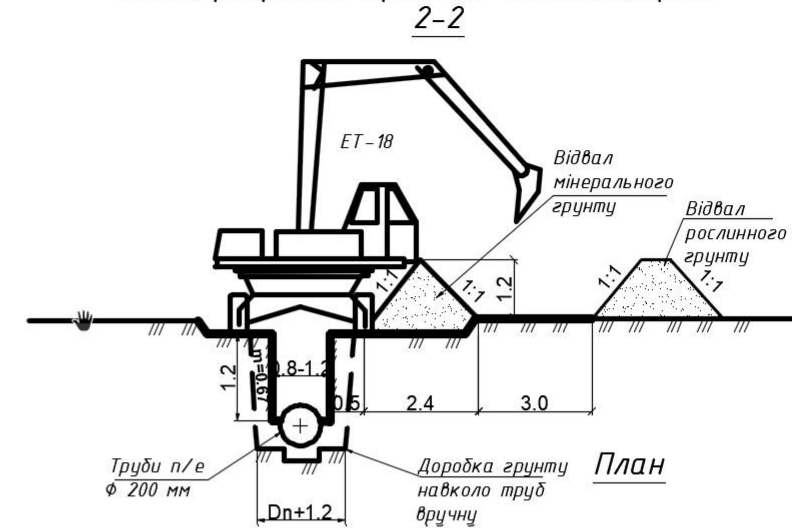
# ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ

Схема зрізання рослинного ґрунту бульдозером



План

Схема розробки траншеї екскаватором



План

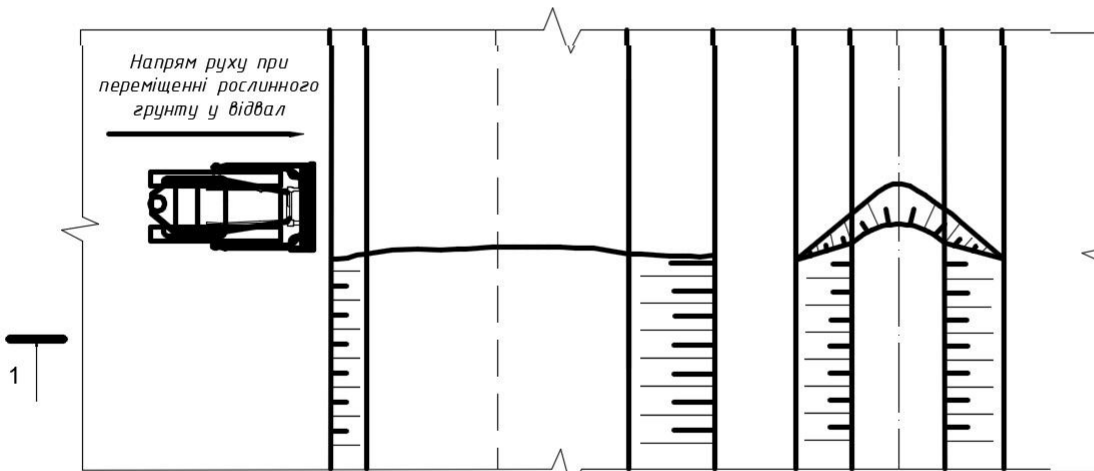
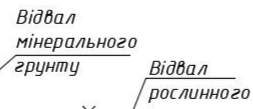
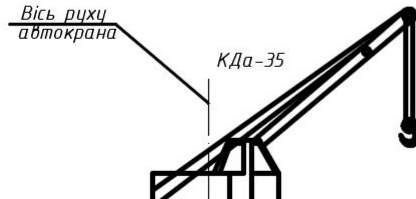
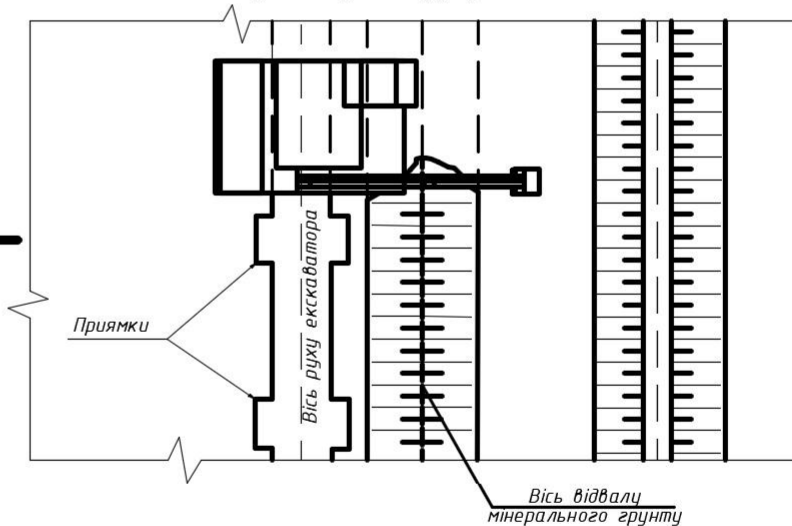
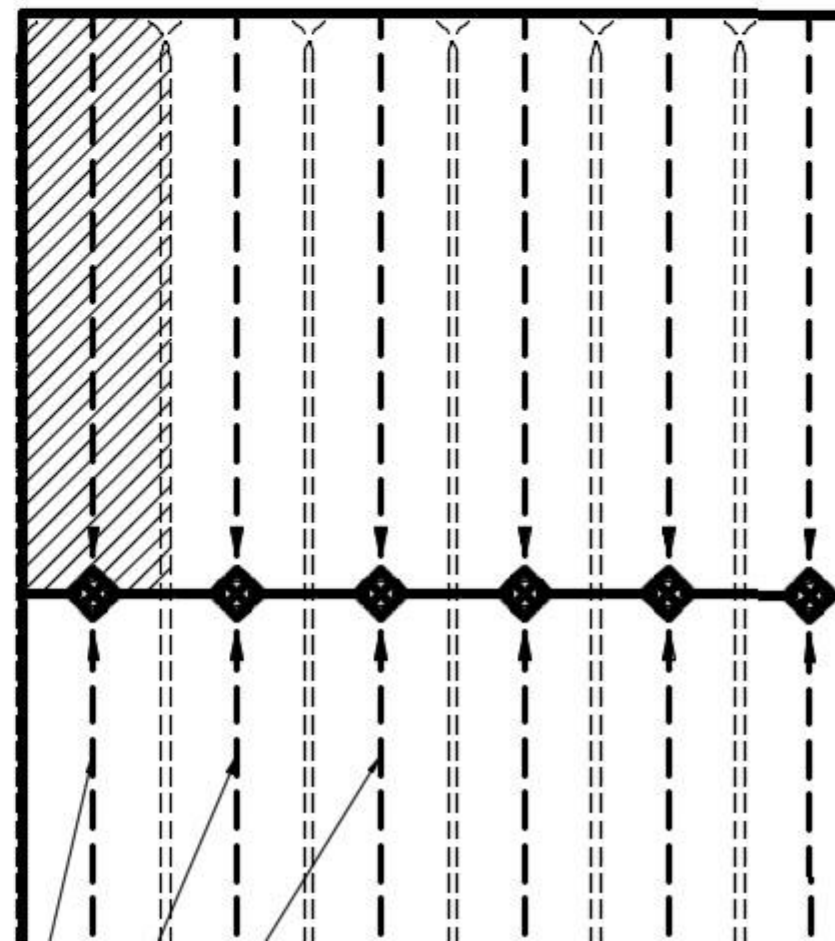
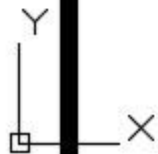


Схема укладання труб

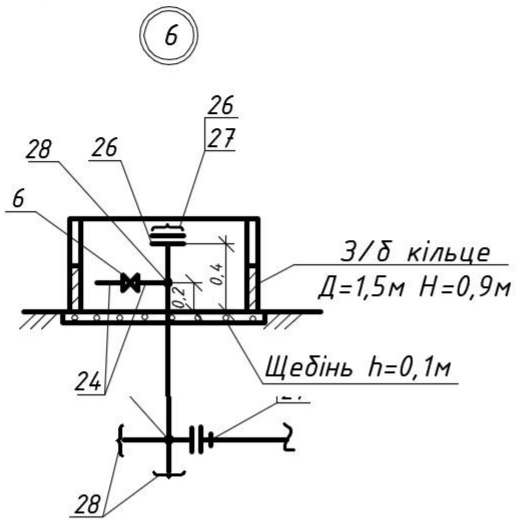


# ТЕХНОЛОГІЧНА С ДОЩУВАЛЬНОЮ МА

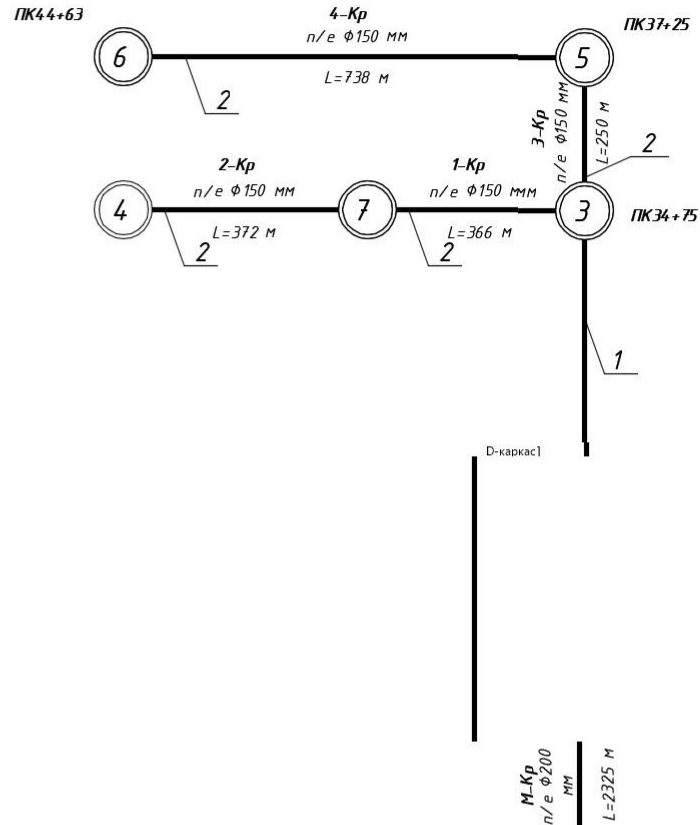
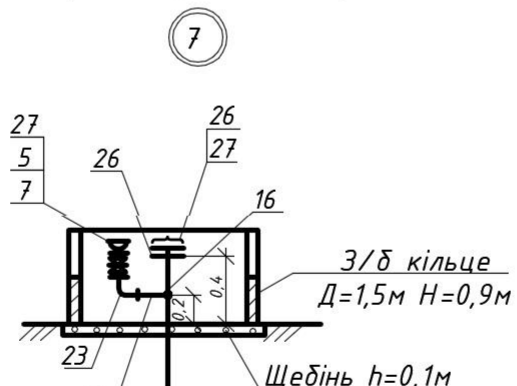


# Детальовальна схема

Гідрант спорожнювальний

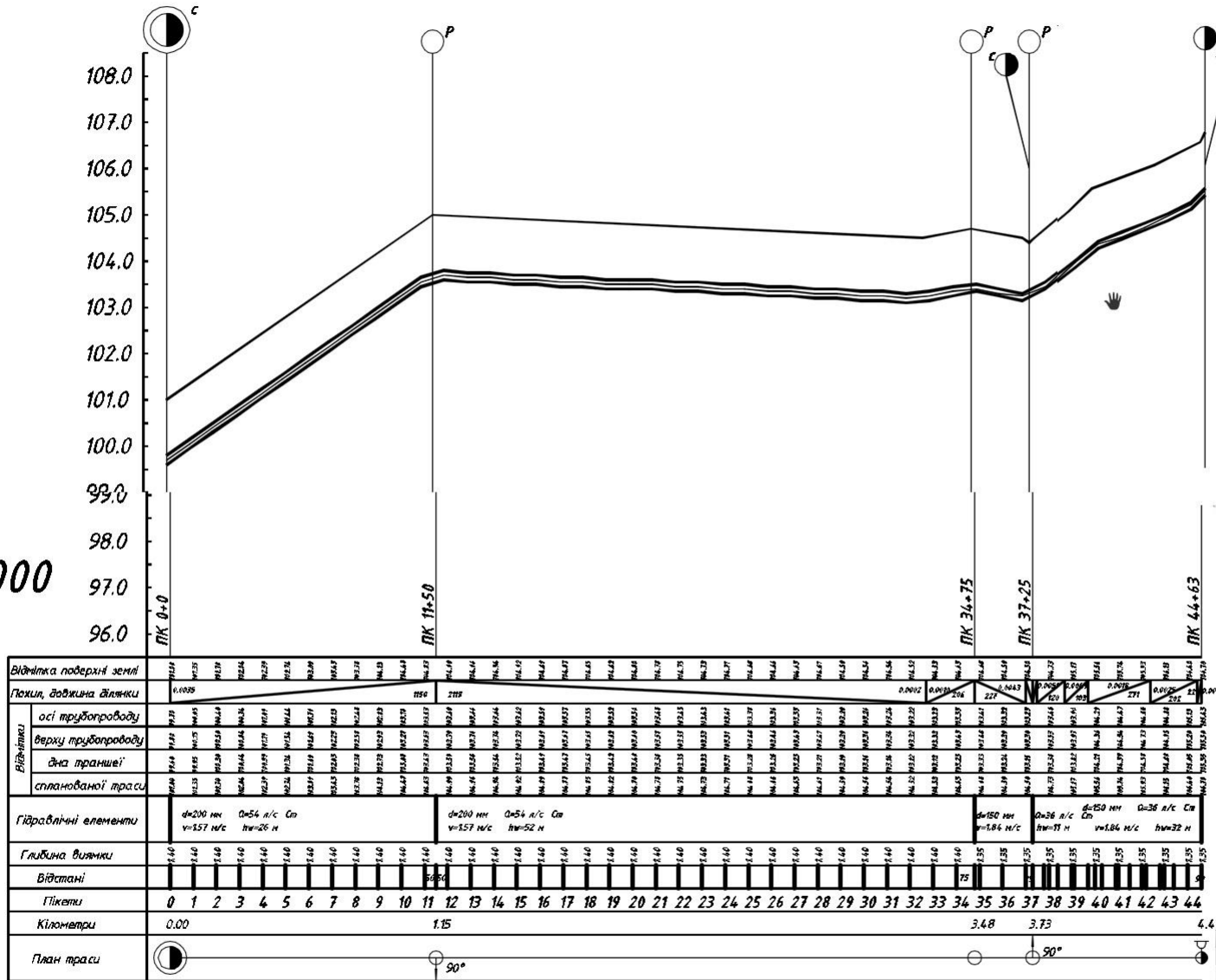


Гідрант з вантузом

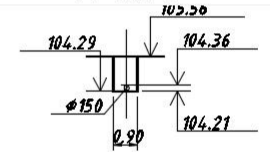


# Поздовжній профіль трубопроводів МКр, ЗКр, 4Кр

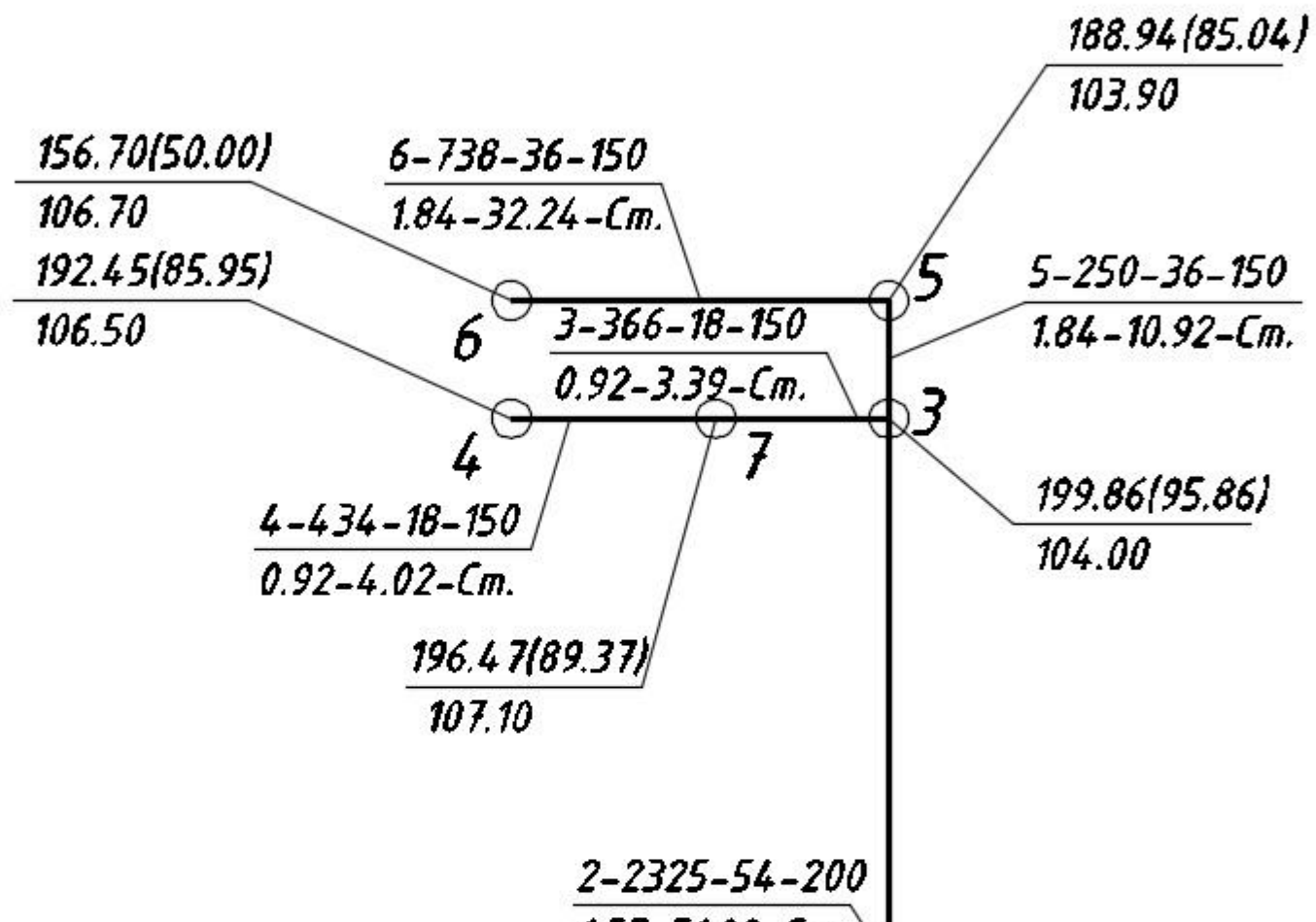
Мг 1:10000  
МВ 1:50



Поперечний переріз трубопроводу на ПК40+0 М 1:100



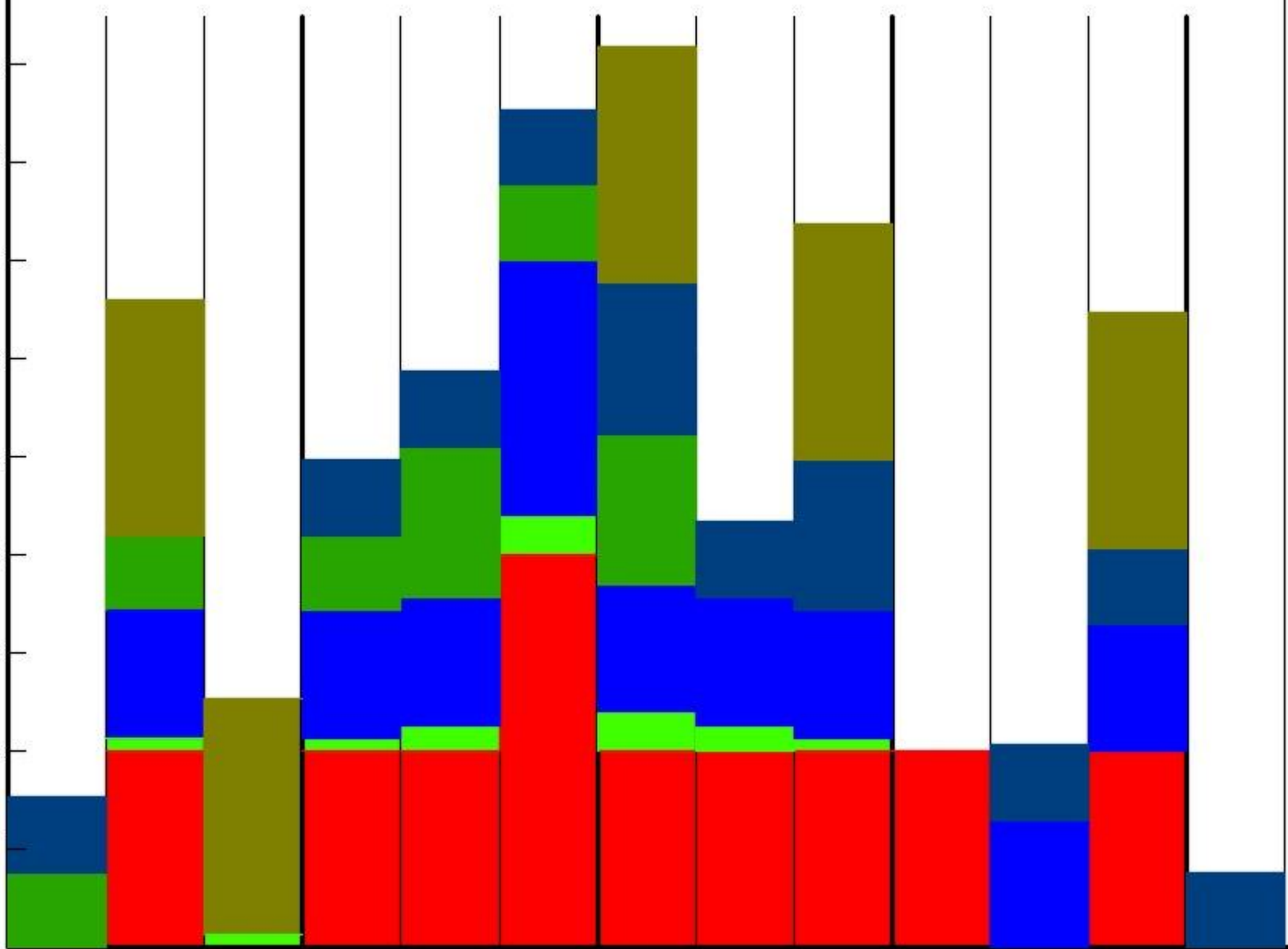
# Схема гідравлічного розрахунку зрошу



# План подачі води на сівозміну

W, тис. м<sup>3</sup>

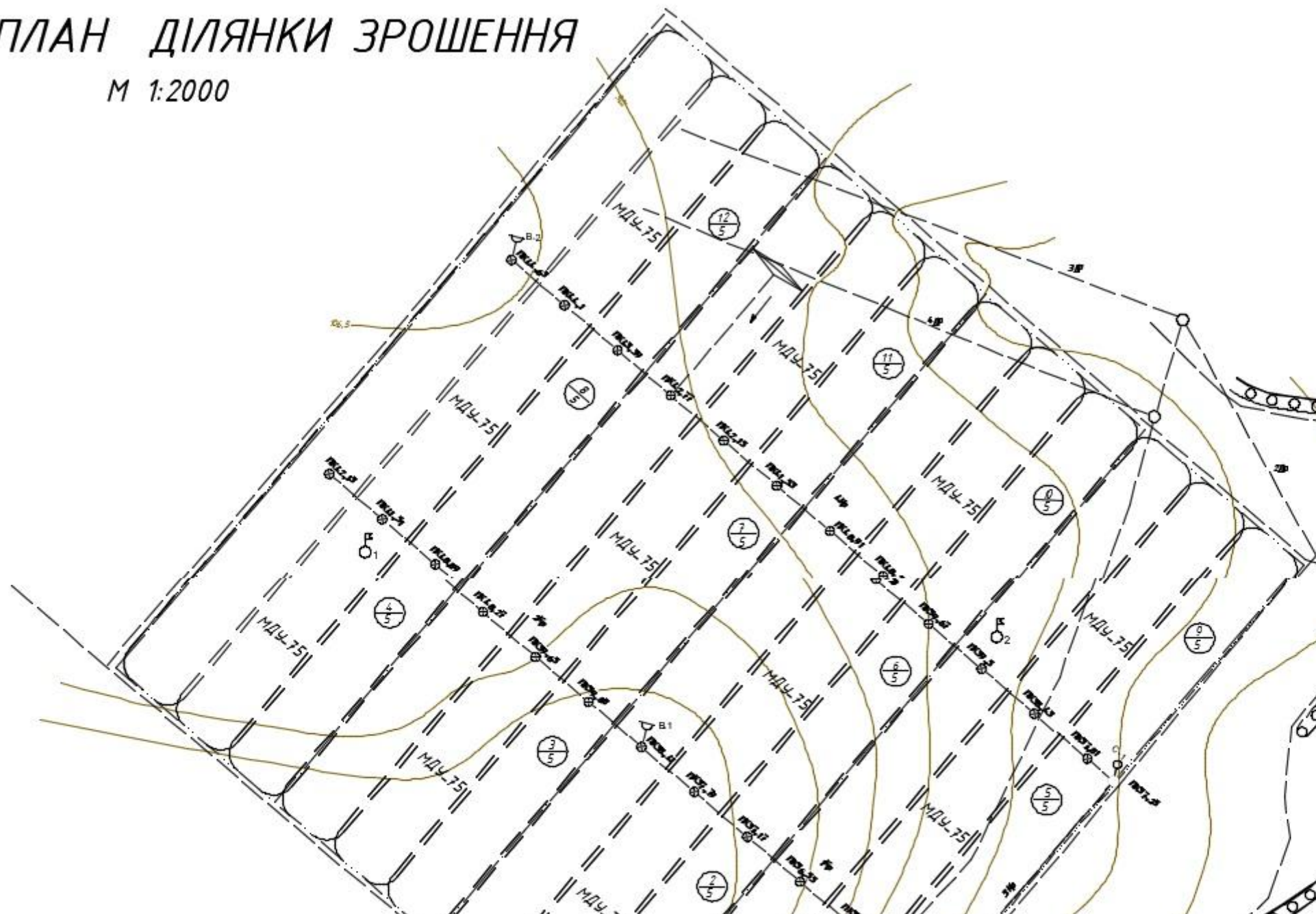
10  
9  
8  
7  
6  
5  
4  
3  
2  
1





# ПЛАН ДІЛЯНКИ ЗРОШЕННЯ








М 1:2000



M 1:25 000



Умовні позначення

-  Зрошувані поля
-  НСП Насосна станція підкачки
-  Лісосмуга
-  Межа господарства
-  Межа поля
-  МЖ Внутрішньогосподарський трубопровід
-  Міжгосподарський трубопровід

