

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра водогосподарської інженерії

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри водогосподарської інженерії
доцент _____ Андрій ТКАЧУК
« ____ » _____ 2026 р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

освітній ступінь «Бакалавр»

на тему: ПРОЄКТ СИСТЕМИ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ ОВОЧЕВОЇ
СІВОЗМІНИ У ФЕРМЕРСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ «РАТМИР»
ПАВЛОГРАДСЬКОГО РАЙОНУ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ГТБс-1-23
спеціальності– 194 «Гідротехнічне
будівництво, водні інженерія та водні
технології»
освітньої програми – «Водна інженерія та
водні технології»

Дмитро ГУБАНОВ

(прізвище та ініціали)

Керівник – доцент Віктор ДОЦЕНКО

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

Дніпро – 2026

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра водогосподарської інженерії
Освітній ступінь «Бакалавр»
Спеціальність - 194 «Гідротехнічне будівництво, водні інженерія та водні технології»
Освітня програма «Водна інженерія та водні технології»

З А Т В Е Р Д Ж У Ю :
Зав. кафедрою водогосподарської інженерії
_____ Андрій ТКАЧУК
« ____ » _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу здобувачу
Губанову Дмитру Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: «Проект системи краплинного зрошення овочевої сівозміни у фермерському господарстві «Ратмир» Павлоградського району Дніпропетровської області»

керівник роботи _____
Доценко Віктор Іванович, к. с.-г. н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від «24» _____ квітня _____ 2026 р. № 815

1. Термін здачі студентом закінченої роботи: «15» _____ червня _____ 2026 р.
2. Вихідні дані до роботи: 1. Природні умови району досліджень. 2. Технічний стан зрошувального масиву; 3. План масиву зрошення М 1:5000 в горизонталях.
3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити) Вступ. 1. Природні умови району зрошення; 2. Характеристика сільськогосподарського виробництва; 3. Розрахунок режиму зрошення сільськогосподарських культур; 4. Проектування і розрахунок зрошувальної мережі; 5. Охорона праці і безпека при надзвичайних ситуаціях; 6. Розрахунок економічної ефективності проєкту ділянки зрошення; Висновки; Список використаної літератури; Додатки.
4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Презентація в середовищі Power Point: постановка частина дипломної роботи; природно кліматичні умови, результати досліджень, креслення, висновки.
5. Дата видачі завдання: «24» _____ квітня _____ 2026 р.

6.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	ОСНОВНІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТУ	24.04.2026 р.	
2.	ВСТУП	01.05.2026 р.	
3.	ПРИРОДНІ УМОВИ РАЙОНУ ЗРОШЕННЯ	08.05.2026 р.	
4.	ХАРАКТЕРИСТИКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА	15.05.2026 р.	
5.	РОЗРАХУНОК РЕЖИМУ ЗРОШЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	22.05.2026 р.	
6.	ПРОЄКТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ЗРОШУВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ	29.05.2026 р.	
7.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	05.06.2026 р.	
8.	ВИСНОВКИ	12.06.2026 р.	
9.	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	15.06.2026 р.	

Студент-дипломник

(підпис)Дмитро ГУБАНОВ
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)Віктор ДОЦЕНКО
(прізвище та ініціали)

ОСНОВНІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТУ

Показник	Одиниця виміру	Кількість
Зрошувана площа: брутто нетто	га	62,38 55,53
Коефіцієнт земельного використання	-	0,96
Коефіцієнт корисної дії зрошувальної мережі	-	0,98
Джерело зрошення — річка Самара відмітка рівня води	м	71,70
Сівозміна — овочева: кількість культур; кількість зрошуваних блоків	шт. шт.	4 20
Спосіб поливу — краплинний краплинна стрічка Aqua TraXX ERA 05081245 діаметр стрічки товщина стінки відстань між емітерами витрата одного емітера загальна довжина	мм мм см л/год тис.м	16 0,20 30 1,14 578
Поливні вегетаційні норми	м ³ /га	300–500
Середньозважена зрошувана норма нетто	м ³ /га	2850
Середня норма краплинного зрошення	м ³ /га	1219
Розрахункова ордината гідромодуля	л/(с×га)	0,34
Загальне водоспоживання за зрошувальний сезон	тис. м ³	154
Зрошувальна мережа. Труби пластмасові ПЕ 63 SDR 17,6 S 8,3 АЕ 250 мм	м	4274
Ділянковий трубопровід LFT T-Tape від John Deere Water B-LAYFLAT 100 B-LAYFLAT 150	м м	4450 525
Гідротехнічні споруди на зрошувальній мережі: гідранти оглядові колодязі вантузи скидні споруди	шт. шт. шт. шт.	7 4 2 3
Фільтростанція піщано-гравійний фільтр — F2000 від John Deere Water дисковий фільтр — F7000 від John Deere Water удобрювальний фільтр — Ventury	шт. шт. шт.	3 3 3
Об'єм земляних робіт	тис. м ³	32,2

ЗМІСТ

	ОСНОВНІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТУ	4
	ВСТУП	7
1	ПРИРОДНІ УМОВИ РАЙОНУ ЗРОШЕННЯ	11
1.1	Місцезнаходження і геоморфологічна характеристика поверхні масиву зрошення	11
1.2	Геологічні та гідрогеологічні умови	12
1.3	Кліматична характеристика району проєктування	15
1.4	Характеристика ґрунтового покриття	20
1.5	Джерело зрошення та його характеристика	23
2	ХАРАКТЕРИСТИКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА	26
2.1	Характеристика фермерського господарства «РАТМИР»	26
2.2	Обґрунтування меліоративних заходів	29
2.3	Сівозміна, що проєктується на масиві зрошення	31
3	РОЗРАХУНОК РЕЖИМУ ЗРОШЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	48
3.1	Обґрунтування способу і техніки поливу	48
3.2	Технічні характеристики крапельниць і поливних стрічок	50
3.3	Розрахунок частки площі живлення рослин, зволжених краплинним способом	54
3.4	Вибір розрахункового року	56
3.5	Визначення норм і строків поливу	59
3.6	Графік поливу запроєктованої овочевої сівозміни	61
4	ПРОЄКТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ЗРОШУВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ	67
4.1	Визначення конструкції зрошувальної мережі	67
4.2	Гідравлічний розрахунок закритої тупикової зрошувальної мережі	70

4.3	Проектування гідротехнічних споруд на зрошувальній мережі	75
4.4	Проектування фільтростанції	82
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	85
5.1	Організація безпечного виконання робіт під час будівництва та експлуатації системи краплинного зрошення	85
5.2	Вимоги безпеки під час роботи з насосним обладнанням, трубопроводами та фільтростанцією	86
5.3	Заходи безпеки в надзвичайних ситуаціях на зрошуваному масиві	88
	ВИСНОВКИ	90
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	94
	ДОДАТКИ	98

ВСТУП

Стабільність та економічна ефективність аграрного виробництва в межах Степової зони України, зокрема у Дніпропетровській області, значною мірою визначається рівнем забезпечення сільськогосподарських культур вологою. Для Павлоградського району характерним є виражений аридний клімат, що супроводжується дефіцитом атмосферних опадів, їхньою хаотичною динамікою впродовж вегетаційного періоду та регулярними суховійними явищами. Окреслені природно-кліматичні умови є обмежувальним чинником для формування запланованого врожаю овочевих культур, що зумовлює нагальну потребу в застосуванні зрошення як ключового агротехнологічного методу регулювання водно-повітряного режиму ґрунту.

Овочеві культури мають підвищену фізіологічну чутливість до динаміки водного режиму ґрунту, що визначається необхідністю підтримання стабільного рівня зволоження впродовж усього вегетаційного циклу. Виникнення дефіциту води у критичні періоди органогенезу провокує суттєве зниження продуктивності агроценозів, зниження товарної якості врожаю, а також сповільнення ростових процесів та формування генеративних органів рослин. Відтак, впровадження інноваційних, високоефективних технологій зрошення є визначальним чинником забезпечення стабільності функціонування та економічної рентабельності галузі овочівництва.

Краплинний спосіб поливу визнано одним із найбільш ефективних та ресурсощадних технологічних рішень у сучасному овочівництві. Сутність цієї технології полягає у дозованій подачі водних ресурсів безпосередньо у зону розвитку кореневої системи рослин, завдяки чому мінімізуються втрати води на випаровування з поверхні ґрунту та непродуктивну інфільтрацію. Зазначений метод дає змогу підтримувати стабільний водно-

повітряний баланс у кореневмісному шарі, забезпечуючи оптимальні умови для інтенсивної вегетації та високої продуктивності овочевих культур. Більше того, застосування краплинних систем зумовлює раціоналізацію споживання водних, енергетичних та трудових ресурсів, що є стратегічно важливим для стабілізації агровиробництва в умовах дефіциту атмосферних опадів.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи зумовлена нагальною потребою в розробленні науково обґрунтованого проєкту високоефективної системи краплинного зрошення для овочевої сівозміни у фермерському господарстві «Ратмир» Павлоградського району Дніпропетровської області. Впровадження цієї технології дозволить оптимізувати водоспоживання, забезпечити стабільну врожайність овочевих культур та підвищити їхні якісні показники, що в кінцевому підсумку стане визначальним чинником зростання економічної ефективності виробничої діяльності господарства.

Метою кваліфікаційної роботи є наукове обґрунтування та розроблення технічного проєкту системи краплинного зрошення овочевої сівозміни у фермерському господарстві «Ратмир» (Павлоградський район, Дніпропетровська область). Досягнення поставленої мети передбачає комплексний аналіз природно-кліматичних умов регіону та виробничих показників господарства, проведення розрахунків оптимального режиму зрошення овочевих культур, а також проєктування високоефективної зрошувальної мережі згідно з чинними нормативними вимогами.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- охарактеризувати природні умови району зрошення;
- надати характеристику сільськогосподарського виробництва фермерського господарства «Ратмир»;
- обґрунтувати необхідність застосування краплинного зрошення для овочевої сівозміни;

- визначити режим зрошення сільськогосподарських культур;
- обґрунтувати спосіб і техніку поливу;
- виконати проєктування та розрахунок зрошувальної мережі;
- передбачити заходи з охорони праці та безпеки при експлуатації системи зрошення;
- визначити економічну ефективність проєкту ділянки зрошення.

Об'єктом дослідження виступає зрошувана ділянка овочевої сівозміни, розташована на території фермерського господарства «Ратмир» у Павлоградському районі Дніпропетровської області.

Предметом дослідження є сукупність техніко-технологічних рішень, що включають систему краплинного зрошення, параметри режиму поливу овочевих культур, конструктивні особливості зрошувальної мережі та показники ефективності її функціонування в умовах зазначеного господарства.

Інформаційно-методичне забезпечення дослідження ґрунтується на системному аналізі кліматичних параметрів регіону, використанні актуальних нормативно-довідкових даних, картографічних матеріалів зрошуваного масиву та агротехнічних регламентів вирощування овочевих культур. Обґрунтування прийнятих техніко-технологічних рішень здійснено шляхом застосування комплексу сучасних методик: розрахунку режиму зрошення, гідравлічного проєктування елементів системи поливу та визначення економічної ефективності меліоративних інвестиційних проєктів.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості впровадження розроблених проєктних рішень для організації високоефективної системи краплинного зрошення в умовах фермерського господарства «Ратмир». Реалізація проєкту дозволить забезпечити оптимальний гідрорежим посівів упродовж вегетації, мінімізувати непродуктивні втрати водних ресурсів, суттєво підвищити продуктивність

овочевих культур та покращити фінансово-економічні результати господарської діяльності.

1 ПРИРОДНІ УМОВИ РАЙОНУ ЗРОШЕННЯ

1.1 Місцезнаходження і геоморфологічна характеристика поверхні масиву зрошення

Зрошуваний масив фермерського господарства «Ратмир» розташований у Павлоградському районі Дніпропетровської області. Територія району належить до степової зони України, для якої характерні рівнинний характер поверхні, значна розораність земель, недостатнє природне зволоження та висока потреба сільськогосподарських культур у додатковому водозабезпеченні впродовж вегетаційного періоду.

Павлоградський район розміщений у східній частині Дніпропетровської області. Його територія має вигідне сільськогосподарське положення, оскільки характеризується наявністю значних площ родючих чорноземних ґрунтів, розвиненою мережею автомобільних шляхів, близькістю до населених пунктів і можливістю використання місцевих водних ресурсів для потреб зрошення. Основним напрямом використання земель району є сільськогосподарське виробництво, зокрема вирощування зернових, технічних та овочевих культур.

Поверхня району проєктування переважно рівнинна, слабо хвиляста, місцями розчленована балками, ярами та долинами малих річок. Такий характер рельєфу є типовим для степової частини Придніпров'я. Абсолютні відмітки поверхні змінюються поступово, без різких перепадів висот, що створює сприятливі умови для розміщення зрошувальної мережі, прокладання трубопроводів, організації поливних ділянок і механізованого обробітку ґрунту.

Геоморфологічно територія Павлоградського району належить до рівнинної лесової області Придніпровської височини та Придніпровської

низовини. Для неї характерні слабохвилясті вододільні простори, пологі схили, балки та долинні пониження. У межах сільськогосподарських угідь переважають вирівняні ділянки, придатні для вирощування овочевих культур і влаштування систем краплинного зрошення.

Рельєф зрошуваного масиву має важливе значення для вибору конструкції зрошувальної мережі. При проєктуванні системи краплинного зрошення необхідно враховувати напрям природного ухилу поверхні, розміщення поливних блоків, можливість рівномірного розподілу води по ділянці, а також умови відведення надлишкових поверхневих вод під час інтенсивних опадів. Наявність незначних ухилів сприяє природному стоку води, однак при неправильній організації поливу може призводити до нерівномірного зволоження ґрунту та локального перезволоження понижених частин ділянки.

Загалом природні умови місцезнаходження масиву зрошення є сприятливими для розвитку овочівництва за умови застосування зрошення. Рівнинний характер поверхні, достатня площа сільськогосподарських земель і можливість технічного облаштування поливної мережі створюють передумови для ефективного впровадження системи краплинного зрошення у фермерському господарстві «Ратмир». Водночас посушливість клімату, високі температури повітря в літній період і нерівномірний розподіл атмосферних опадів зумовлюють необхідність штучного регулювання водного режиму ґрунту.

1.2 Геологічні та гідрогеологічні умови

Територія Павлоградського району Дніпропетровської області розташована в межах степової частини Придніпров'я, для якої характерна переважно рівнинна геологічна будова з поширенням осадових відкладів

різного віку. Геологічні умови району сформувалися під впливом тривалих процесів накопичення лесових, алювіальних, делювіальних та інших відкладів, що зумовили сучасний характер рельєфу, ґрунтового покриву та водно-фізичних властивостей ґрунтів.

У геологічній будові території переважають четвертинні відклади, представлені лесами, лесоподібними суглинками, супісками та алювіальними відкладами в долинах річок і балок. Лесові породи мають значне поширення на вододільних і слабкохвилястих рівнинних ділянках. Саме на них сформувалися родючі чорноземні ґрунти, які є основою сільськогосподарського використання земель району. Такі ґрунтоутворювальні породи характеризуються достатньою водопроникністю, доброю структурністю та здатністю утримувати вологу в кореневмісному шарі.

У понижених елементах рельєфу, зокрема в балках, заплавах і долинних ділянках, поширені алювіальні та делювіальні відклади. Вони мають більш різноманітний механічний склад і можуть містити прошарки пісків, супісків, суглинків та глинистих порід. Такі ділянки часто відрізняються підвищеним зволоженням, можливим близьким заляганням ґрунтових вод і потребують особливої уваги під час проєктування зрошувальної мережі.

Гідрогеологічні умови району залежать від будови поверхневих і підземних водоносних горизонтів, рельєфу місцевості, кліматичних умов та характеру господарського використання земель. Основне живлення ґрунтових вод відбувається за рахунок атмосферних опадів, інфільтрації поверхневих вод, а також місцевого підземного стоку. У межах вододільних ділянок рівень ґрунтових вод зазвичай залягає на значній глибині, що знижує ризик підтоплення земель. У понижених частинах рельєфу, поблизу балок, заплав і водотоків, рівень ґрунтових вод може підніматися ближче до поверхні.

Для умов зрошуваного землеробства важливе значення має глибина залягання ґрунтових вод та їхній хімічний склад. За умови неглибокого залягання мінералізованих ґрунтових вод існує небезпека вторинного засолення або перезволоження ґрунтів. Тому під час експлуатації системи краплинного зрошення необхідно забезпечити раціональні поливні норми, не допускати надмірного зволоження ґрунту та контролювати водний режим кореневмісного шару.

Краплинне зрошення є найбільш доцільним способом поливу для таких умов, оскільки воно забезпечує локальне зволоження ґрунту без надлишкового підняття рівня ґрунтових вод. Вода подається безпосередньо в зону розміщення кореневої системи рослин, що зменшує втрати на фільтрацію та випаровування. Це особливо важливо для територій із лесовими та лесоподібними відкладами, де надмірне зволоження може призводити до погіршення фізичного стану ґрунту, ущільнення або розвитку ерозійних процесів на схилах.

Загалом геологічні та гідрогеологічні умови Павлоградського району є придатними для проєктування і впровадження системи краплинного зрошення овочевої сівозміни. Переважання рівнинних ділянок, поширення родючих чорноземів на лесових породах і відносно сприятливі умови залягання ґрунтових вод створюють передумови для ефективного використання земель у фермерському господарстві «Ратмир». Водночас під час проєктування необхідно враховувати рельєф місцевості, можливі понижені ділянки, водопроникність ґрунтів і необхідність запобігання перезволоженню та засоленню ґрунтового покриву.

1.3 Кліматична характеристика району проєктування

Кліматичні умови Павлоградського району Дніпропетровської області характеризуються як помірно континентальні, що зумовлено розташуванням території у степовій зоні України. Для цього регіону притаманні суттєві амплітуди температур повітря, нерівномірний розподіл атмосферних опадів протягом вегетаційного періоду та високий рівень евапотранспірації в літні місяці.

Основні кліматичні особливості району:

Термічний режим: Літо характеризується тривалим періодом високих температур, що часто супроводжується суховіями. Зима — помірно холодна, з нестійким сніговим покривом, що зумовлює глибоке промерзання ґрунту.

Водний баланс: Кількість атмосферних опадів є недостатньою для стабільного забезпечення потреб сільськогосподарських культур. Значний дефіцит вологи спостерігається саме у фази активного росту та розвитку овочевих рослин, що переводить питання іригації з категорії технологічного доповнення у необхідну умову сталого землеробства.

Агрокліматична доцільність: Поєднання тривалого безморозного періоду та високого рівня сонячної радіації створює сприятливий потенціал для продуктивності агроценозів, проте реалізація цього потенціалу можлива лише за умови впровадження ефективних систем краплинного зрошення, що дозволяють прецизійно компенсувати дефіцит ґрунтової вологи

Територія проєктування належить до агрокліматичної зони з вираженим дефіцитом природного вологозабезпечення. Попри те, що основна частка атмосферних опадів припадає на вегетаційний період, їхня кількість є недостатньою для задоволення потреб овочевих культур у волозі. Характерною рисою гідротермічного режиму регіону є значна

нерівномірність розподілу опадів, які часто мають зливовий характер, що знижує ефективність їх засвоєння ґрунтом та сприяє розвитку ерозійних процесів.

Літній період характеризується високим рівнем випаровуваності, що зумовлено поєднанням тривалого впливу високих температур повітря та активізації суховійних явищ. Такі умови створюють критичний вологодефіцит у ґрунтовому горизонті, що унеможлиблює отримання стабільно високих врожаїв без впровадження систем іригації. Таким чином, краплинне зрошення в умовах Павлоградського району виступає не лише як технологічний захід підвищення врожайності, а як необхідний інструмент стабілізації водного режиму агроценозів.

Температурний режим території Павлоградського району характеризується вираженою сезонністю, що є типовим для помірно континентального клімату. Середньорічна температура повітря варіюється в межах $+8...+9$ °C. Найнижчі температурні показники фіксуються у січні (середнє значення $-4...-5$ °C), тоді як період максимальної термічної активності припадає на липень із середньомісячними показниками $+21...+23$ °C.

В окремі роки спостерігаються екстремальні температурні піки, коли стовпчик термометра перевищує позначку $+35...+40$ °C. Такі агрокліматичні умови створюють сприятливе підґрунтя для інтенсивної вегетації овочевих культур, проте стають лімітуючим фактором продуктивності в умовах дефіциту вологи. Висока випаровуваність у літній період провокує стресові стани у рослин, пригнічуючи процеси фотосинтезу та формування генеративних органів, що безпосередньо обґрунтовує необхідність застосування прецизійного краплинного зрошення для стабілізації водного режиму ґрунту.

Весняний період на території Павлоградського району характеризується раннім початком, проте супроводжується значною

нестабільністю погодних умов, зокрема періодичними поверненнями холодів та різкими амплітудними коливаннями температур.

Перехід середньодобової температури повітря через біологічний поріг $+5^{\circ}\text{C}$, що знаменує відновлення вегетації озимих культур, зазвичай припадає на кінець березня — початок квітня. Сталий перехід через позначку $+10^{\circ}\text{C}$, який вважається початком активного вегетаційного періоду для більшості овочевих культур, спостерігається у другій половині квітня. Цей часовий відрізок є ключовим для проведення комплексу передпосівних робіт та початку іригаційних заходів, оскільки з цього моменту формуються сприятливі термічні умови для інтенсивного росту та розвитку агроценозів.

Агрокліматичні ресурси Павлоградського району дозволяють здійснювати ефективно вирощування широкого асортименту овочевих культур. Тривалість вегетаційного періоду становить у середньому 180–200 діб, при цьому безморозний період триває 160–180 діб, що створює сприятливі термічні умови для розвитку томатів, огірків, перцю, цибулі та інших овочів сівозміни.

Разом з тим, на період найбільш інтенсивного росту та формування врожаю (травень–серпень) припадає пік вологоспоживання рослин. З огляду на кліматичні особливості регіону, цей проміжок часу характеризується найбільш гострим дефіцитом вологи в ґрунті. Тому організація керованого режиму зрошення у зазначений період є визначальним фактором для підтримання високого рівня продуктивності овочевих культур та стабілізації їхньої врожайності.

Річна сума атмосферних опадів на території Павлоградського району варіюється в межах 450–520 мм. У період активної вегетації сільськогосподарських культур (квітень–вересень) випадає лише близько 280–320 мм. Проте агрономічна ефективність цих опадів є обмеженою через їхню нерівномірність, схильність до інтенсивного поверхневого стоку та

високі показники випаровування в умовах літніх температурних максимумів.

Аналіз багаторічних даних свідчить про циклічну повторюваність посушливих років, коли обсяг опадів суттєво нижчий за середні кліматичні норми. Це призводить до виникнення стійкого дефіциту вологи в кореневмісному шарі ґрунту, що є основним обмежувальним фактором продуктивності овочевої сівозміни. Така ситуація обґрунтовує необхідність застосування іригаційних систем як основного інструменту гарантованого забезпечення водопотреб рослин незалежно від мінливості метеорологічних умов.

Клімат Павлоградського району характеризується періодичним виникненням суховійних явищ, які найчастіше фіксуються у травні–серпні. Суховії супроводжуються поєднанням екстремально високих температур повітря, критично низької відносної вологості та підвищеної швидкості вітру.

Такі метеорологічні умови призводять до інтенсифікації процесів випаровування з поверхні ґрунту (евапорації) та транспірації рослин, що значно перевищує здатність кореневої системи до поглинання вологи. Найбільшу небезпеку ці явища становлять для овочевих культур у критичні фази онтогенезу — під час цвітіння, формування зав'язі та наливу плодів. У ці періоди стресовий вплив суховіїв може призвести до дефіциту водного балансу в тканинах рослин, що спричиняє скидання зав'язі, пригнічення темпів росту та суттєве зниження якісних і кількісних показників урожаю.

Отже, застосування системи краплинного зрошення дозволяє нівелювати негативний вплив суховіїв шляхом підтримання сталої вологості кореневмісного шару ґрунту, що забезпечує стабільність водного обміну в організмі рослин навіть за несприятливих агрокліматичних умов.

Сезонна динаміка відносної вологості повітря в районі проєктування корелює з термічним режимом. Максимальні значення вологості (80–85 %)

припадають на зимовий період, тоді як у літні місяці цей показник знижується до 55–65 %. В екстремальні дні температурних максимумів відносна вологість може опускатися до критично низьких значень.

Поєднання високих температур повітря з низькою відносною вологістю суттєво інтенсифікує процеси транспірації та випаровування з поверхні ґрунту. Це створює напружений водний режим, який зумовлює стрімке наростання дефіциту вологи в тканинах рослин. Така кліматична особливість є ключовим обґрунтуванням необхідності впровадження системи краплинного зрошення, що дозволяє забезпечити підтримку вологості кореневмісного шару ґрунту на рівні, оптимальному для продуктивного розвитку овочевих культур навіть у періоди метеорологічних стресів.

Характерною особливістю клімату району проєктування є нестійкий сніговий покрив. Зимовий період вирізняється малосніжністю та частими температурними коливаннями навколо 0 °С, що супроводжується неодноразовими відлигами. Як наслідок, снігозапаси та інфільтрація талих вод у ґрунт є обмеженими, що унеможливорює створення достатнього запасу продуктивної вологи до початку вегетаційного періоду.

Весняні запаси ґрунтової вологи швидко виснажуються внаслідок раннього настання теплої погоди та високого рівня евапотранспірації на початку весни. Цей дефіцит вологозабезпечення в критичні фази розвитку овочевих культур унеможливорює отримання гарантованих врожаїв без впровадження системи іригації. Таким чином, краплинне зрошення в умовах Павлоградського району є ключовим інструментом для компенсації низького рівня природного вологонакопичення, забезпечуючи сталий гідрологічний баланс у кореневмісному шарі ґрунту протягом усього циклу вирощування.

Оцінка вітрового режиму території проєктування є необхідною для обґрунтування вибору технології іригації. У холодний період року в регіоні

переважають східні та північно-східні вітри, тоді як у теплий — північні, північно-західні та східні.

Підвищена швидкість вітру в літній період суттєво інтенсифікує процеси евапорації (випаровування) з поверхні ґрунту, що підвищує рівень вологоспоживання агроценозів. Однак, на відміну від методів дощування, де вітровий вплив призводить до нерівномірності розподілу поливної води та її нецільових втрат на знесення крапель, система краплинного зрошення забезпечує високу ефективність іригації. Локальна подача води безпосередньо у кореневмісний шар ґрунту мінімізує негативний вплив вітрових потоків на процес вологозабезпечення, що гарантує високу рівномірність поливу та стабільність водного режиму незалежно від зовнішніх атмосферних умов.

Отже, агрокліматичні умови Павлоградського району характеризуються недостатнім та нестійким природним зволоженням, що в поєднанні з високими літніми температурами, тривалими посушливими періодами та інтенсивною евапотранспірацією створює критичні умови для вирощування овочевих культур. Дані чинники є лімітуючими для формування стабільних урожаїв без застосування штучного вологозабезпечення. Враховуючи викладене, впровадження системи краплинного зрошення у фермерському господарстві «Ратмир» є необхідним технологічним заходом, що дозволяє підтримувати оптимальний водний режим ґрунту, нівелювати вплив несприятливих погодних явищ та забезпечити стабільну продуктивність овочевої сівозміни.

1.4 Характеристика ґрунтового покриття

Ґрунтовий покрив Павлоградського району Дніпропетровської області сформувався в умовах степової зони України під впливом помірно

континентального клімату, недостатнього природного зволоження, рівнинного рельєфу та трав'янистої степової рослинності. Для території району характерне значне поширення чорноземних ґрунтів, які є основою сільськогосподарського виробництва і мають високу природну родючість.

У межах району проєктування переважають чорноземи звичайні, сформовані переважно на лесах і лесоподібних суглинках. Вони характеризуються добре вираженим гумусовим горизонтом, зернисто-грудкуватою структурою, достатнім вмістом поживних речовин і сприятливими водно-фізичними властивостями. Такі ґрунти є придатними для вирощування зернових, технічних та овочевих культур, однак у посушливих умовах степової зони їх продуктивність значною мірою залежить від забезпечення рослин вологою.

Чорноземи звичайні мають високу поглинальну здатність, добру вологоємність і здатність накопичувати значні запаси продуктивної вологи в кореневмісному шарі. Проте в умовах високих літніх температур, недостатньої кількості опадів і значного випаровування запаси ґрунтової вологи швидко зменшуються. Особливо це відчутно під час вирощування овочевих культур, які мають підвищені вимоги до водного режиму ґрунту в період активного росту, цвітіння та формування врожаю.

Механічний склад ґрунтів на більшості сільськогосподарських угідь району представлений переважно середніми та важкими суглинками. Такі ґрунти добре утримують вологу, але за відсутності раціонального обробітку можуть ущільнюватися, утворювати поверхневу кірку та погіршувати повітряний режим кореневмісного шару. Тому при вирощуванні овочевих культур важливе значення мають своєчасний обробіток ґрунту, підтримання його структурного стану, внесення органічних і мінеральних добрив, а також застосування раціонального режиму зрошення.

На окремих ділянках, особливо в пониженнях рельєфу, поблизу балок і заплав, можуть зустрічатися лучно-чорноземні, лучні та

слабозасолені ґрунти. Вони відрізняються підвищеним зволоженням, іноді ближчим заляганням ґрунтових вод і потребують уважного контролю за водним режимом. Надмірне зволоження таких ґрунтів може призвести до погіршення їх фізичного стану, вторинного засолення або заболочування, тому при проєктуванні системи краплинного зрошення необхідно уникати перевищення поливних норм.

Для території Павлоградського району також характерний розвиток ерозійних процесів на схилах балок і вододілів. Водна ерозія може проявлятися під час інтенсивних опадів або неправильного розміщення поливної мережі, а вітрова ерозія — у періоди сухої та вітряної погоди. Застосування краплинного зрошення зменшує ризик розвитку ерозійних процесів, оскільки вода подається локально, невеликими дозами і без утворення поверхневого стоку.

Ґрунти району проєктування загалом придатні для вирощування овочевих культур у зрошуваній сівозміні. За умови підтримання оптимальної вологості, правильного удобрення та дотримання агротехнічних вимог вони можуть забезпечувати високий рівень урожайності томатів, огірків, перцю, цибулі та інших культур. Найбільш сприятливими для овочівництва є рівнинні ділянки з чорноземами звичайними середньосуглинкового механічного складу, які мають достатню родючість і добру водоутримувальну здатність.

Водночас природна родючість ґрунтів не може повною мірою реалізуватися без достатнього забезпечення рослин вологою. У посушливі роки дефіцит води в ґрунті стає головним обмежувальним фактором урожайності. Саме тому впровадження системи краплинного зрошення у фермерському господарстві «Ратмир» є доцільним заходом, який дозволяє ефективно використовувати потенціал чорноземних ґрунтів, підтримувати оптимальний водний режим і забезпечувати стабільне вирощування овочевих культур.

Отже, ґрунтовий покрив масиву зрошення характеризується переважанням родючих чорноземних ґрунтів, сприятливих для сільськогосподарського використання. Основними обмежувальними чинниками є недостатнє природне зволоження, можливість пересихання верхнього шару ґрунту, локальне ущільнення та ризик ерозійних процесів. Застосування краплинного зрошення дає змогу зменшити вплив цих негативних факторів і створити оптимальні умови для росту та розвитку овочевих культур.

1.5 Джерело зрошення та його характеристика

Джерелом зрошення для проєктованої системи краплинного зрошення овочевої сівозміни у фермерському господарстві «Ратмир» передбачається використання поверхневих вод місцевої гідрографічної мережі Павлоградського району. Основним водним об'єктом району є річка Самара, яка належить до басейну річки Дніпро і є однією з найбільших річок східної частини Дніпропетровської області.

Річка Самара має важливе господарське значення для Павлоградського району, оскільки її водні ресурси можуть використовуватися для сільськогосподарського водопостачання, зрошення, технічних потреб, а також для підтримання водного режиму прилеглих територій. У межах району річка проходить через степову зону, де природне зволоження є недостатнім, тому використання поверхневих вод для поливу має особливо важливе значення.

За характером живлення річка Самара належить до річок змішаного живлення, у якому переважає снігове та дощове живлення. Найбільші витрати води зазвичай спостерігаються у весняний період під час танення

снігу, а найменші — у літньо-осінній період, коли збільшується випаровування і зменшується кількість атмосферних опадів. Саме влітку, коли потреба овочевих культур у волозі є найбільшою, водність річки може знижуватися, тому при проєктуванні системи зрошення необхідно враховувати сезонні коливання рівнів і витрат води.

Для системи краплинного зрошення використання води з поверхневого джерела потребує обов'язкового очищення. Вода, що забирається з річки, може містити завислі частинки, мул, пісок, органічні домішки та водорості. Такі домішки можуть спричиняти засмічення крапельниць, поливних стрічок і трубопроводів. Тому в складі зрошувальної системи необхідно передбачити фільтростанцію, яка забезпечить механічне очищення води до потрібної якості перед її подачею в краплинну мережу.

Водозабір із джерела зрошення доцільно здійснювати за допомогою насосного обладнання, яке забезпечує подачу необхідної витрати води до головного трубопроводу та створення робочого тиску в системі. Після забору вода подається до фільтростанції, а далі — у розподільчу мережу, ділянкові трубопроводи та поливні стрічки. Така схема дозволяє рівномірно подавати воду до рослин і підтримувати оптимальний водний режим ґрунту протягом усього вегетаційного періоду.

Якість води для краплинного зрошення має велике значення. Вона повинна бути придатною за мінералізацією, вмістом механічних домішок, солей, завислих речовин та біологічних включень. Надмірна мінералізація або підвищений вміст солей можуть негативно впливати на ґрунт і рослини, спричиняти засолення кореневмісного шару та погіршення умов росту овочевих культур. Тому перед використанням води для зрошення бажано проводити її агрохімічну та санітарну оцінку.

Особливістю використання річки Самара як джерела зрошення є необхідність раціонального водокористування. Оскільки район належить до

зони недостатнього зволоження, водні ресурси повинні використовуватися економно. Краплинне зрошення є найбільш доцільним способом поливу в таких умовах, оскільки воно забезпечує локальну подачу води безпосередньо в зону кореневої системи рослин, зменшує втрати на випаровування та фільтрацію, а також дозволяє значно скоротити загальну витрату води порівняно з поверхневим поливом або дощуванням.

Річкова вода після відповідного очищення може бути використана для поливу томатів, огірків, перцю, цибулі та інших овочевих культур, передбачених у сівозміні. Найбільша потреба в поливній воді виникає у період активного росту рослин, цвітіння, формування зав'язі та плодоношення. У цей час система краплинного зрошення повинна забезпечувати своєчасне і рівномірне надходження вологи до рослин відповідно до їхніх біологічних потреб.

Отже, як джерело зрошення для фермерського господарства «Ратмир» доцільно прийняти поверхневі води річки Самара або пов'язаних із нею місцевих водних об'єктів Павлоградського району. Використання цього джерела за умови влаштування водозабірної споруди, насосного обладнання та фільтростанції дає змогу забезпечити стабільну роботу системи краплинного зрошення. Раціональна подача води до овочевих культур сприятиме підвищенню врожайності, поліпшенню якості продукції та ефективному використанню водних ресурсів господарства.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

2.1 Характеристика фермерського господарства «РАТМИР»

Фермерське господарство «Ратмир» територіально розташоване в межах Павлоградського району Дніпропетровської області. Виробничі потужності підприємства зосереджені у степовій зоні України, що зумовлює наявність сприятливих ґрунтово-кліматичних ресурсів для аграрного сектору, проте характеризується вираженим дефіцитом атмосферного зволоження. Зазначені природні умови є обмежувальним чинником, що актуалізує необхідність впровадження систем іригації для забезпечення стабільної продуктивності овочевих культур.

Провідним вектором виробничої діяльності фермерського господарства «Ратмир» є вирощування широкого спектра сільськогосподарських культур, серед яких вагома частка припадає на овочеву продукцію. Використання земельного фонду господарства ґрунтується на впровадженні науково обґрунтованої овочевої сівозміни, що забезпечує раціональне чергування культур з урахуванням їхніх біологічних потреб у волозі, елементах живлення та специфіки застосовуваних агротехнічних заходів.

Павлоградський район володіє високим агровиробничим потенціалом, що зумовлено поширенням родючих чорноземних ґрунтів, які є сприятливим субстратом для культивування широкого спектра сільськогосподарських культур. Тим не менш, регіональні кліматичні умови — а саме значні амплітуди літніх температур, тривалі посушливі інтервали, інтенсивні суховії та нерівномірна динаміка атмосферних опадів

— виступають суттєвим лімітуючим чинником для формування стабільних урожаїв без застосування методів штучного зволоження.



Рисунок 2.1 – Місцезнаходження ділянки

Культури, що входять до складу овочевої сівозміни фермерського господарства «Ратмир», характеризуються високою чутливістю до водного режиму ґрунту. Найбільша потреба у сталому зволоженні припадає на критичні фази розвитку рослин: активну вегетацію, цвітіння, формування зав'язі та дозрівання товарної продукції. Дефіцит вологи у ці періоди призводить до зниження загальної продуктивності агроценозів, погіршення органолептичних показників плодів, сповільнення ростових процесів та суттєвого зниження коефіцієнта засвоєння мінеральних добрив.

З метою оптимізації продуктивності сільськогосподарських угідь у господарстві передбачається впровадження системи краплинного іригаційного зрошення. Цей технологічний метод забезпечує локальну подачу води безпосередньо в кореневмісний шар ґрунту, що гарантує рівномірне зволоження, мінімізує непродуктивні втрати вологи на випаровування та фільтрацію, а також формує сприятливі умови для інтенсивного росту та розвитку овочевих культур.

Проектована система краплинного іригаційного зрошення спрямована на забезпечення раціонального водоспоживання, суттєве підвищення врожайності овочевих культур та інтенсифікацію використання земельного фонду господарства. Додатковою перевагою цієї технології є можливість інтеграції поливного режиму з процесом фертигації — внесенням розчинних мінеральних добрив безпосередньо з поливною водою. Це сприяє підвищенню коефіцієнта засвоєння поживних речовин кореневою системою рослин та, як наслідок, покращенню товарних і якісних характеристик отримуваної продукції.

Ефективність функціонування фермерського господарства «Ратмир» безпосередньо зумовлена оптимізацією структури посівних площ, раціональним плануванням овочевої сівозміни, дотриманням регламентованих агротехнічних термінів виконання робіт, а також стабільним гідрозабезпеченням агроценозів. У цьому контексті проектування системи краплинного зрошення виступає ключовим інструментом інтенсифікації виробництва та підвищення економічної результативності господарської діяльності.

Резюмуючи викладене, слід зазначити, що виробничі потужності фермерського господарства «Ратмир» характеризуються високим агрокліматичним потенціалом, проте лімітуючим фактором продуктивності овочевих агроценозів залишається дефіцит атмосферного зволоження, притаманний Павлоградському району. Впровадження проектуваної

системи краплинного зрошення є стратегічно обґрунтованим заходом, реалізація якого забезпечить стабільний гідрорежим посівів, що своєю чергою сприятиме максимізації врожайності, покращенню якісних показників овочевої продукції та зростанню економічної ефективності господарської діяльності.

2.2 Обґрунтування меліоративних заходів

Ключовим чинником, що зумовлює нагальну необхідність впровадження систем іригації в агрокліматичних умовах Павлоградського району, є формування від’ємного водного балансу протягом вегетаційного періоду. Для кількісного обґрунтування потреби у додатковому зволоженні проведено порівняльний аналіз динаміки сумарного випаровування (евапотранспірації) та обсягів атмосферних опадів.

Отримані дані свідчать про те, що природне вологозабезпечення не здатне задовольнити біологічні потреби овочевих культур, особливо в критичні фази їхнього онтогенезу. Це створює систематичний вологодефіцит, який без застосування штучного зрошення стає основним лімітуючим фактором продуктивності агроценозів. Результати проведених розрахунків водного балансу дозволяють визначити періоди найбільш гострої потреби у воді та обґрунтувати проєктні параметри режиму зрошення для кожної з культур овочевої сівозміни

Розрахунок базується на визначенні водного дефіциту (D) (методика розрахунку наводиться в Додатку А).

Розрахунок по визначенню величини E зручніше проводити в табличній формі табл. 2.1.

Для кількісного обґрунтування доцільності впровадження іригаційних систем використовується індекс посушливості (K_s), який

визначається як відношення сумарного випаровування до загальної кількості атмосферних опадів протягом вегетаційного циклу. Згідно з агрокліматичними критеріями, значення даного показника нижче 0,5 свідчить про гостру потребу регіону у штучному зрошенні для забезпечення стабільного росту сільськогосподарських культур.

Однак при оцінці режиму вологозабезпечення важливо враховувати не лише інтегральні показники посушливості, а й динаміку випадання опадів, їхній характер та рівномірність розподілу впродовж періоду вегетації. В умовах Павлоградського району, навіть при відносно задовільних середніх показниках, нерівномірність розподілу опадів та їх зливовий характер часто призводять до виникнення періодичних «водних стресів» у рослин. Тому застосування краплинного зрошення дозволяє компенсувати цей дефіцит, забезпечуючи стабільний водний баланс кореневмісного шару ґрунту незалежно від мінливості метеорологічних умов.

$$K_c = \frac{\sum E}{\sum P}, \quad (2.2)$$

де $\sum E$ – випаровування за вегетаційний період, мм;

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

Таблиця 2.1 - Розрахунок K_c за вегетаційний період за даними метеостанції Павлоград [23]

Назва показників	Місяць						За вегетацію
	4	5	6	7	8	9	
Температура, С	9,6	16,1	19,4	21,1	20,2	15,1	
Відносна вологість повітря %	66	59	61	57	60	64	

Випаровуваність, мм	77	128	145	160	151	107	768
Атмосферні опади, мм	41	47	61	54	39	35	277
Індекс посушливості Кс	1,88	2,72	2,38	2,96	3,87	3,06	2,77

2.3 Сівозміна, що проєктується на масиві зрошення

Обраний метод поливу — краплинне зрошення (мікроіригація) — є найбільш доцільним технологічним рішенням для умов фермерського господарства «Ратмир». Цей спосіб дозволяє забезпечити прецизійне (точне) подавання водних ресурсів безпосередньо в кореневмісний шар ґрунту, що суттєво мінімізує непродуктивні втрати води на випаровування та фільтрацію, а також оптимізує енерговитрати на транспортування води. Конструктивною особливістю системи є використання крапельних ліній (дріперів), що забезпечують дозоване зволоження кожного поливного блоку, підтримуючи вологість ґрунту на рівні, оптимальному для інтенсивного росту та розвитку овочевих культур. Впровадження цієї технології дозволяє не лише гарантувати стабільну врожайність, а й суттєво підвищити якісні та товарні характеристики отримуваної овочевої продукції.

У межах даного проєкту передбачається організація овочевої сівозміни на чотирьох виробничих ділянках (полях сівозміни) із загальною площею зрошуваної території 55,53 га. Така площа дозволяє ефективно масштабувати технологію та забезпечити високу економічну ефективність виробництва за рахунок раціонального використання земельного та водного фондів господарства.

Таблиця 2.2 - Структура запроєктованої зрошуваної овочевої ділянки

Сільськогосподарська культура	Кільк. ділянок	Зрошува на площа, га	Схема посадки, м		Відст. між поливними стрічками, м	Кільк. рослин на 1 га, Тис	Довж. поливної стрічки на 1 га
			Відстань між рядами	Відст. між рослинами в ряду			
Помідори	8	22,2	0,60 + 1,20	0,31	1,9	36	5 556
Огірки	4	11,52	0,50 + 1,40	0,31	1,8	38	5 264
Цибуля	4	11,52	0,08 + 0,20 + 0,08 + 0,20 + 0,08 + 0,20 + 0,08 + 0,68	0,04	0,54 1,4	501	3 165
Перець	4	10,29	0,50 + 0,90	0,21	1,5	72	7 143
Всього	20	55,53					

Помідори є однією з найпоширеніших овочевих культур, що вирощується як у відкритому, так і в захищеному ґрунті. Вони мають велике продовольче значення завдяки високим смаковим якостям, поживній цінності та широкому використанню у свіжому вигляді й для переробки. Плоди помідорів містять сухі речовини, цукри, органічні кислоти, вітаміни, мінеральні сполуки, лікопін і каротиноїди, що визначає їх харчову та біологічну цінність.

У структурі овчевої сівозміни фермерського господарства «Ратмир» помідори займають важливе місце, оскільки є високопродуктивною культурою і користуються сталим попитом на ринку. Їх можна використовувати для реалізації у свіжому вигляді, а також для переробки на томатну пасту, соки, соуси, кетчупи та консервовану продукцію. У зв'язку

з цим вирощування помідорів є економічно доцільним напрямом овочівництва.

Помідори належать до теплолюбних культур. Найкращі умови для росту й розвитку рослин створюються за температури повітря 22–25 °С. За зниження температури ріст рослин уповільнюється, а при тривалому похолоданні можливе пригнічення розвитку та затримка цвітіння. Високі температури повітря також можуть негативно впливати на рослини, особливо за нестачі вологи в ґрунті. У таких умовах погіршується запилення квіток, зменшується кількість зав'язі та знижується врожайність.

Культура досить вимоглива до водного режиму ґрунту. Найбільша потреба у волозі спостерігається в період цвітіння, формування зав'язі та наливу плодів. Недостатнє зволоження ґрунту в ці фази призводить до осипання квіток, затримки росту плодів, зменшення їх маси та погіршення якості продукції. Водночас надмірне зволоження також є небажаним, оскільки може спричинити погіршення повітряного режиму ґрунту, розвиток хвороб і зниження якості плодів.

Для отримання стабільного врожаю помідорів необхідно підтримувати оптимальну вологість кореневмісного шару ґрунту. Найбільш ефективним способом забезпечення такого режиму є краплинне зрошення. Воно дає змогу подавати воду безпосередньо в зону розміщення кореневої системи, зменшити втрати вологи на випаровування, забезпечити рівномірне зволоження ґрунту та створити сприятливі умови для розвитку рослин.

Краплинне зрошення особливо доцільне для вирощування помідорів у посушливих умовах Павлоградського району. Завдяки локальній подачі води можна уникнути перезволоження міжрядь, зменшити розвиток бур'янів, покращити умови для механізованого догляду за посівами та підвищити ефективність використання водних ресурсів. Крім того, через систему краплинного зрошення можна вносити розчинні мінеральні

добрива, що забезпечує більш рівномірне живлення рослин протягом вегетаційного періоду.

Помідори добре реагують на родючі, структурні, достатньо аеровані ґрунти з високим вмістом поживних речовин. Для їх вирощування придатні чорноземи звичайні, які поширені в Павлоградському районі. Водночас для реалізації потенційної врожайності культури необхідно поєднувати природну родючість ґрунтів із раціональним удобренням, своєчасним обробітком ґрунту, захистом рослин і правильно організованим поливом.

Отже, помідори є цінною овочевою культурою, вирощування якої в умовах фермерського господарства «Ратмир» є доцільним за умови застосування краплинного зрошення. Раціональне водозабезпечення рослин у критичні періоди розвитку дозволить підвищити врожайність, покращити якість плодів і забезпечити стабільне виробництво овочевої продукції в умовах недостатнього природного зволоження.

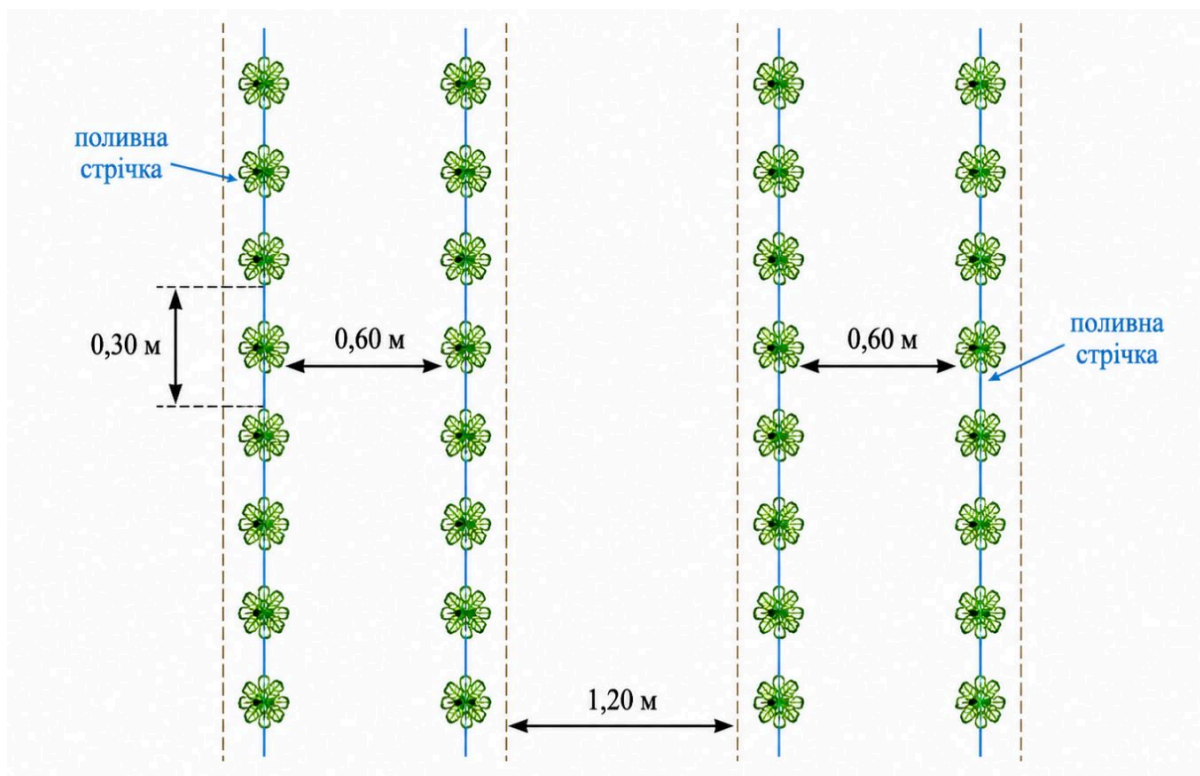


Рисунок 2.2 – Схема посадки томатів

Огірок (*Cucumis sativus* L.) є однією з провідних овочевих культур, що вирощується як у відкритому, так і в захищеному ґрунті. Завдяки високим органолептичним властивостям, ранньостиглості та універсальності використання (як у свіжому вигляді, так і в переробці), ця культура має значне продовольче значення. Хімічний склад плодів, збагачений вітамінами, мінеральними сполуками, органічними кислотами та іншими біологічно активними речовинами, зумовлює їхню високу дієтичну та поживну цінність у раціоні людини.

У системі овочевої сівозміни фермерського господарства «Ратмир» огірок (*Cucumis sativus* L.) посідає чільне місце як інтенсивна культура, що характеризується стислим вегетаційним циклом та підвищеними вимогами до рівня вологозабезпечення. Культивування огірків в умовах Павлоградського району є виробничо доцільним лише за умови підтримання оптимального водно-повітряного балансу ґрунту, оскільки

дефіцит атмосферних опадів, притаманний регіону впродовж періоду активної вегетації, часто лімітує формування стабільного та високоякісного врожаю.

Огірок (*Cucumis sativus* L.) є теплолюбною культурою, фізіологічні процеси якої суттєво залежать від температурного режиму. Проростання насіння розпочинається при прогріванні ґрунту до 12–15 °С, при цьому оптимальний діапазон температур для інтенсивного вегетативного росту та генеративного розвитку рослин становить 22–28 °С. Зниження температурних показників нижче критичного рівня провокує сповільнення обмінних процесів, а тривалі періоди похолодання здатні негативно вплинути на потенціал продуктивності культури. З іншого боку, екстремальні температурні режими в умовах дефіциту вологозабезпечення спричиняють фізіологічне пригнічення рослин, призводять до редукції (опадання) зав'язі та суттєвого зниження товарних якостей плодів.

Фізіологічною особливістю огірка (*Cucumis sativus* L.) є поверхнева локалізація кореневої системи: переважна частина активних коренів зосереджена у верхньому горизонті ґрунту. Така архітектура кореневої системи зумовлює підвищену чутливість культури до вологозабезпечення та вразливість до дефіциту вологи. Навіть короточасні періоди пересихання ґрунту в критичні фази розвитку — зокрема під час цвітіння та інтенсивного плодоношення — провокують суттєве зниження продуктивності, формування морфологічно деформованих плодів та погіршення їхніх товарних якостей. Відтак, обов'язковою умовою вирощування цієї культури є забезпечення стабільного та рівномірного зволоження кореневмісного шару ґрунту протягом усього вегетаційного циклу.

Фізіологічна потреба огірка (*Cucumis sativus* L.) у вологозабезпеченні досягає свого максимуму в критичні фази онтогенезу: період інтенсивного наростання вегетативної маси, цвітіння, активного формування зав'язі та

масового плодоношення. У ці періоди необхідно підтримувати вологість ґрунту в межах оптимального діапазону, що забезпечує нормальний перебіг метаболічних процесів без ризику перезволоження. Надмірне зволоження є небажаним, оскільки призводить до деградації водно-повітряного режиму кореневмісного шару, створюючи сприятливі умови для поширення патогенів кореневої системи та суттєвого зниження продуктивності агроценозу.

Краплинне зрошення є найбільш раціональним та високоефективним методом поливу огірка (*Cucumis sativus* L.) в умовах посушливого клімату Степової зони. Технологічна перевага цього способу полягає у прецизійній подачі води безпосередньо в зону розташування кореневої системи, що гарантує підтримку стабільного водно-повітряного режиму ґрунту та мінімізацію непродуктивних втрат вологи на випаровування. Завдяки локальному характеру зволоження міжряддя залишаються сухими, що суттєво обмежує розвиток бур'янів, оптимізує умови праці та спрощує технологічні операції з догляду за посівами.

Технологія краплинного зрошення відкриває можливості для впровадження фертигації — внесення мінеральних добрив у розчиненому стані безпосередньо з поливною водою. Для огірка (*Cucumis sativus* L.), що вирізняється інтенсивним темпом наростання біомаси та високою продуктивністю, цей метод є критично важливим, оскільки забезпечує пролонговане та збалансоване надходження елементів живлення протягом усього вегетаційного циклу. Систематичне та дозоване живлення рослин у поєднанні з оптимізованим гідрорежимом сприяє підвищенню врожайності агроценозів, оптимізації засвоєння поживних сполук та покращенню товарних параметрів плодів.

Найбільш сприятливими ґрунтовими умовами для культивування огірка (*Cucumis sativus* L.) є структурні, родючі ґрунти з високим вмістом гумусу та оптимальними показниками водо- і повітропроникності.

Чорноземи звичайні, що переважають у ґрунтовому покриві Павлоградського району, за умови раціональної системи обробітку, збалансованого живлення та застосування іригації, є високопридатними субстратами для вирощування цієї культури. Проте, зважаючи на поверхневу локалізацію кореневої системи огірка, критично важливим аспектом технології є недопущення дефіциту вологи у верхньому горизонті ґрунту, що досягається шляхом забезпечення своєчасного та регламентованого поливного режиму.

Отже, огірок (*Cucumis sativus* L.) є високорентабельною овочевою культурою, культивування якої у фермерському господарстві «Ратмир» є економічно обґрунтованим за умови впровадження систем краплинного зрошення. Забезпечення стабільного гідрорежиму посівів упродовж усього вегетаційного періоду дозволить підтримувати вологість ґрунту в межах оптимального діапазону, що є визначальним чинником для максимізації врожайності, покращення товарних характеристик продукції та підвищення ефективності експлуатації земельно-водних ресурсів господарства.

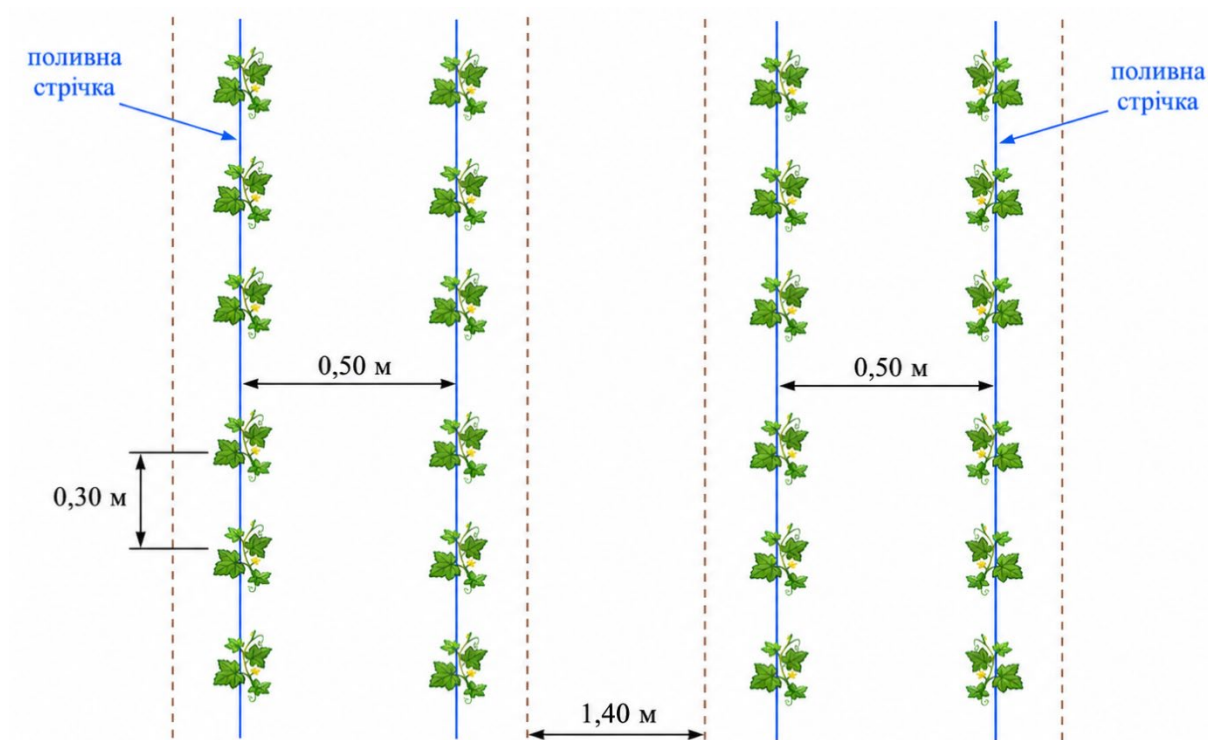


Рисунок 2.3 – Схема посадки огірків

Цибуля ріпчаста (*Allium cepa* L.) належить до провідних овочевих культур, що мають значне продовольче та господарське значення. Культура є універсальною у використанні: її споживають у свіжому вигляді, використовують для тривалого зберігання, промислової переробки та як цінний інгредієнт у харчовій індустрії. Висока харчова та дієтична цінність цибулі зумовлена її багатим біохімічним складом, який включає сухі речовини, цукри, ефірні олії, широкий спектр вітамінів, мінеральних солей та інших біологічно активних сполук, що є критично важливими для збалансованого раціону людини.

У системі овочевої сівозміни фермерського господарства «Ратмир» цибуля ріпчаста (*Allium cepa* L.) посідає чільне місце, що зумовлено високою товарною привабливістю продукції, її відмінними показниками лежкості та технологічністю тривалого зберігання. Культивування цієї культури в межах Павлоградського району є виробничо доцільним, оскільки родючі чорноземні ґрунти за умови застосування сучасних систем

обробітку, збалансованого живлення та обов'язкового зрошення мають високий потенціал для формування стабільних урожаїв.

За своїми біологічними особливостями цибуля ріпчаста (*Allium cepa* L.) належить до відносно холодостійких культур. Початок процесів проростання насіння фіксується при температурі ґрунту в межах 2–5 °С, а сходи демонструють здатність витримувати короточасні зниження температур. Оптимальний температурний діапазон для активної вегетації листового апарату та формування цибулин становить 18–22 °С. У фазі фізіологічного досягання найбільш сприятливими є умови сухої та теплої погоди, оскільки вони сприяють інтенсивному визріванню, забезпечують якісне підсихання шийки цибулини, що, своєю чергою, суттєво підвищує показники лежкості продукції під час її подальшого зберігання.

Морфологічною особливістю цибулі ріпчастої (*Allium cepa* L.) є поверхнева локалізація кореневої системи, при якій основна маса активних коренів зосереджена у верхньому ґрунтовому горизонті (на глибині 20–30 см). Така специфіка робить культуру вкрай чутливою до рівня вологозабезпечення. Навіть короточасна дегідратація верхнього шару ґрунту провокує стресові явища, що негативно відображаються на динаміці росту та розвитку рослин. Найвищий рівень потреби у волозі припадає на критичні фази вегетації: період активного наростання асиміляційного апарату (листової маси) та інтенсивного формування цибулин.

Дефіцит вологи в ґрунті під час фази інтенсивного росту цибулі ріпчастої (*Allium cepa* L.) призводить до істотного зменшення калібру цибулин, загального зниження врожайності та погіршення товарних показників продукції. З іншого боку, надмірне зволоження, особливо на завершальних етапах вегетаційного циклу, є небажаним, оскільки провокує розвиток фітопатологій, затримує процеси досягання, негативно впливає на лежкість та загальну якість цибулин у період зберігання. Відтак, для

забезпечення високої продуктивності культури критично важливо дотримуватися помірного, чітко регламентованого режиму зрошення.

Краплинна іригація є високоефективним технологічним рішенням для зрошення цибулі ріпчастої (*Allium cepa* L.), оскільки забезпечує прецизійне підтримання оптимального рівня вологості безпосередньо в кореневмісному шарі ґрунту. Локальна подача води малими порціями унеможливорює утворення поверхневого стоку та мінімізує ризик надмірного зволоження міжрядь. Даний метод сприяє значному скороченню непродуктивних втрат води на випаровування, оптимізує умови розвитку агроценозу та забезпечує рівномірність формування товарних цибулин.

В умовах Павлоградського району впровадження систем краплинного зрошення для культури цибулі ріпчастої (*Allium cepa* L.) є стратегічно обґрунтованим заходом. Це зумовлено вираженим дефіцитом атмосферного зволоження у вегетаційний період та систематичними проявами посушливих явищ, притаманних цьому регіону. Регулярна прецизійна подача води у фази активного росту забезпечує стабільний рівень вологозабезпеченості, що сприяє підвищенню врожайності, формуванню однорідної за калібром товарної продукції та оптимізації коефіцієнта засвоєння елементів живлення з ґрунтового комплексу.

Технологічний процес краплинного зрошення дозволяє інтегрувати метод фертигації, який передбачає внесення водорозчинних мінеральних добрив безпосередньо з поливною водою. Це забезпечує можливість гнучкого коригування рівня живлення рослин відповідно до їхніх фізіологічних потреб на різних етапах онтогенезу. Для цибулі ріпчастої (*Allium cepa* L.) стратегічно важливим є азотне живлення на початкових етапах вегетації для стимулювання наростання асиміляційного апарату, тоді як внесення фосфорно-калійних сполук є критичним у фазах

формування та фізіологічного досягання цибулин для оптимізації процесів запасання пластичних речовин та підвищення лежкості продукції.

Оптимальними субстратами для вирощування цибулі ріпчастої (*Allium cepa* L.) є родючі, структурні ґрунти легкого або середнього механічного складу (легко- та середньосуглинкові), що характеризуються високою водопроникністю та нейтральною або слабнокислою реакцією ґрунтового розчину. Чорноземи звичайні, які переважають у ґрунтовому покриві Павлоградського району, за умови проведення якісного передпосівного обробітку та дотримання регламентованої системи удобрення, є високоефективним середовищем для культивування цієї овочевої культури.

Підсумовуючи викладене, слід зазначити, що цибуля ріпчаста (*Allium cepa* L.) є високопродуктивною овочевою культурою, виробничий потенціал якої у фермерському господарстві «Ратмир» може бути повною мірою реалізований за умови впровадження системи краплинного зрошення. Забезпечення стабільного гідрорежиму протягом критичних фаз онтогенезу сприятиме максимізації врожайності, покращенню товарних параметрів продукції, забезпеченню вирівняності калібру цибулин та створенню належних умов для їх тривалого зберігання.

застосування іригації, оскільки рівень природного атмосферного зволоження протягом вегетаційного періоду часто не відповідає фактичним потребам культури у воді.

Перець солодкий (*Capsicum annuum* L.) належить до теплолюбних культур, для яких оптимальний температурний діапазон вегетації становить 22–27 °С. Зниження температурних показників нижче вказаного рівня спричиняє інгібування ростових процесів, затримує фази цвітіння та формування генеративних органів. Водночас вплив екстремально високих температур, особливо за умов дефіциту ґрунтової вологи, провокує фізіологічне скидання квіток і зав'язі, що суттєво погіршує розвиток рослин та призводить до зниження загальної продуктивності агроценозу.

Морфологічною особливістю солодкого перцю (*Capsicum annuum* L.) є поверхнева локалізація кореневої системи, що зумовлює підвищену чутливість культури до дефіциту вологи в ґрунтовому середовищі. Найвищі вимоги до рівня вологозабезпечення спостерігаються у критичні фази онтогенезу: період масового цвітіння, формування зав'язі, активного росту та наливу плодів. Недостатнє зволоження ґрунту під час цих етапів провокує пригнічення життєдіяльності рослин, що призводить до редукції кількості зав'язі, морфологічної деформації плодів та зниження їхніх якісних і товарних характеристик.

Ефективне вирощування перцю солодкого (*Capsicum annuum* L.) потребує підтримки рівномірного режиму вологозабезпечення протягом усього вегетаційного циклу. Різкі коливання рівня вологості ґрунту є стресовим чинником, що негативно відображається на онтогенезі рослин та спричиняє фізіологічні розлади, зокрема морфологічну деформацію плодів або суттєве зниження їхніх якісних характеристик. Водночас надмірне зволоження є небажаним, оскільки призводить до деградації водно-повітряного режиму ґрунту, створюючи сприятливі умови для поширення

патогенів кореневої системи та загального зниження продуктивності агроценозу.

Краплинна іригація є найбільш раціональним технологічним рішенням для зрошення перцю солодкого (*Capsicum annuum* L.) в умовах дефіциту атмосферного зволоження. Методологічна перевага цього способу полягає у прецизійній подачі води безпосередньо в зону розташування кореневої системи, що забезпечує стабільний водно-повітряний режим ґрунту та суттєво мінімізує непродуктивні втрати вологи на фізичне випаровування. Локальний характер зволоження стимулює розвиток потужної кореневої системи, оптимізує процеси вегетативного росту надземної маси та сприяє формуванню високоякісної товарної продукції.

В агрокліматичних умовах Павлоградського району впровадження системи краплинного зрошення для перцю солодкого (*Capsicum annuum* L.) є стратегічно важливим заходом. Літній період у цьому регіоні характеризується високим температурним фоном, частими суховіями та нерівномірним розподілом атмосферних опадів, що зумовлює ризики виникнення критичного водного дефіциту в агроценозах. Застосування краплинної іригації дозволяє здійснювати прецизійну подачу води малими нормами, що забезпечує стабільний водно-повітряний режим ґрунту та мінімізує негативний вплив стресових метеорологічних чинників на формування врожаю.

Технологія краплинного зрошення відкриває можливості для впровадження фертигації, що передбачає внесення водорозчинних мінеральних добрив безпосередньо з поливною водою. Для солодкого перцю (*Capsicum annuum* L.) цей агротехнічний захід є критично важливим, оскільки забезпечує пролонговане та збалансоване надходження елементів живлення з урахуванням динаміки потреб рослин у різні фази вегетації. Систематична та дозована фертигація, поєднана з оптимізованим

гідрорежимом, сприяє підвищенню продуктивності агроценозу, покращенню товарних параметрів плодів та оптимізації коефіцієнта використання поживних речовин з ґрунтового комплексу.

Найбільш сприятливими ґрунтовими умовами для культивування перцю солодкого (*Capsicum annuum* L.) є родючі, структурні ґрунти з високою вологоємністю та оптимальними показниками повітропроникності. Чорноземи звичайні, що переважають у ґрунтовому покриві Павлоградського району, за умови раціональної системи передпосівного обробітку, збалансованого живлення та застосування іригації, є високоефективним субстратом для вирощування цієї культури. При цьому вкрай важливо мінімізувати процеси ущільнення ґрунтового горизонту та уникати перезволоження, оскільки перець демонструє підвищені вимоги до аерації кореневмісного шару.

Отже, солодкий перець (*Capsicum annuum* L.) є високорентабельною овочевою культурою, культивування якої у фермерському господарстві «Ратмир» є економічно обґрунтованим за умови інтеграції систем краплинного зрошення. Забезпечення стабільного гідрорежиму посівів упродовж критичних фаз онтогенезу сприятиме максимізації врожайності, покращенню товарних характеристик плодів, вирівняності процесу плодоношення та підвищенню ефективності експлуатації ґрунтового потенціалу господарства.

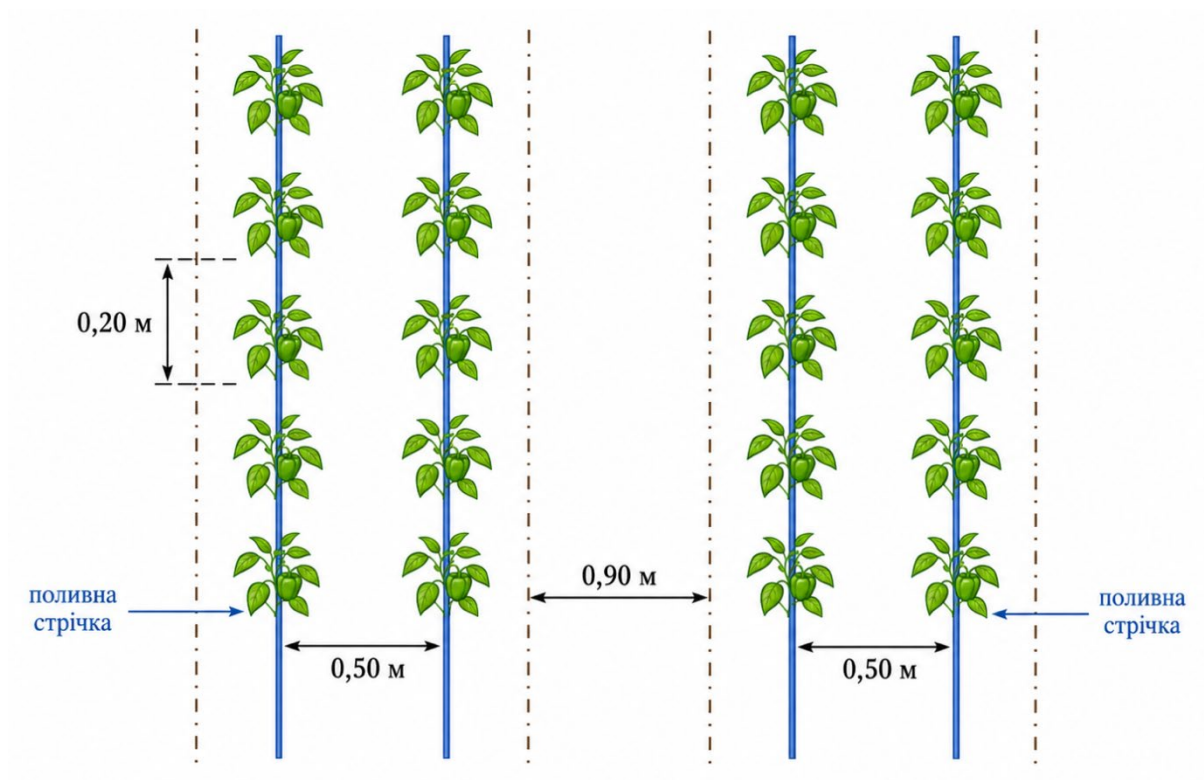


Рисунок 2.5 – Схема посадки перця солодкого

3 РОЗРАХУНОК РЕЖИМУ ЗРОШЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

3.1 Обґрунтування способу і техніки поливу

Обґрунтування вибору технологічного методу та технічних засобів іригації потребує комплексного багатокритеріального аналізу. Проектування системи зрошення повинно базуватися на інтегрованому врахуванні широкого спектра чинників, до яких належать: агрокліматичні умови регіону, фізико-механічні та водно-фізичні властивості ґрунтового покриву, геоморфологічні особливості масиву, гідрогеологічні характеристики, а також біологічні вимоги культур до вологозабезпечення. Окрім того, визначальними є господарські, водогосподарські та техніко-економічні показники, що в сукупності забезпечують ефективність функціонування меліоративної системи.

Краплинна іригація є високоефективним технологічним методом зрошення для агрокліматичних зон з вираженим дефіцитом вологи. Застосування цього способу забезпечує підвищення коефіцієнта ефективності використання водних ресурсів, оптимізацію експлуатаційних витрат та мінімізацію антропогенного впливу на екосистему масиву зрошення.

Попри беззаперечні переваги краплинної іригації, метод дощування досі залишається широко розповсюдженим у сучасних системах сільськогосподарського зрошення. Завдяки принципу імітації природних опадів, дощувальні установки забезпечують рівномірне зволоження значних площ, що є доцільним для низки польових культур з певними агротехнічними вимогами.

Відтак, обґрунтування вибору конкретного методу та технічних засобів іригації повинно базуватися на комплексному аналізі

агрокліматичних, ґрунтових, геоморфологічних, гідрогеологічних та біологічних чинників. Визначальними також є господарсько-економічні показники проєкту, що в сукупності дозволяють сформувати високоефективну та сталу систему зрошення, здатну забезпечити стабільну продуктивність агроценозів.

В агрокліматичних зонах з дефіцитом водних ресурсів впровадження систем краплинного зрошення є найбільш раціональним технологічним рішенням. Даний метод іригації забезпечує високу ефективність використання водних ресурсів завдяки прецизійній (точковій) подачі води безпосередньо в кореневмісний шар ґрунту. Такий підхід мінімізує непродуктивні втрати вологи, оптимізує водно-повітряний режим агроценозу та сприяє формуванню якісного врожаю завдяки створенню сприятливих умов для росту та розвитку рослин.

Ефективність функціонування систем краплинного зрошення значною мірою лімітується якісними показниками поливної води, зокрема наявністю механічних домішок. Високий рівень каламутності та вміст зважених часток створюють ризик кольматації (засмічення) краплинних стрічок та емітерів, що призводить до порушення гідравлічного режиму системи. Відтак, обов'язковою технологічною вимогою є забезпечення ефективної багатоступеневої фільтрації поливної води безпосередньо перед її подачею до зрошувальної мережі.

Для видалення механічних домішок, як-от пісок та інші сторонні матеріали, що загрожують цілісності та прохідності гідравлічної системи, застосовують піщано-гравійні та дискові фільтри. Залежно від умов проєктування, джерелом водозабору може виступати як природна водойма, так і системи рекуперації, що базуються на очищенні господарсько-побутових або промислових стічних вод.

Таким чином, організація ефективної системи фільтрації є обов'язковим технологічним елементом краплинного зрошення. Це дає

змогу запобігти кольматації (засміченню) крапельних ліній та емітерів, що забезпечує стабільну гідравлічну роботу системи, проєктну рівномірність водорозподілу та, як наслідок, високу продуктивність агроценозів.

3.2 Технічні характеристики крапельниць і поливних стрічок

Для оснащення системи краплинного зрошення овочевої сівозміни у ФГ «Ратмир» обрано краплинну стрічку моделі Aqua TraXX ERA 05081245. Вибір даного виробу зумовлений його високою адаптивністю до умов відкритого ґрунту, здатністю забезпечувати рівномірний розподіл води по всій довжині поливного ряду, а також експлуатаційною простотою монтажу та високим коефіцієнтом використання водних ресурсів.

Краплинна стрічка є ключовим компонентом іригаційної системи, що забезпечує прецизійну подачу води безпосередньо у кореневмісний шар ґрунту. Монтаж стрічки здійснюється вздовж посівних рядків, що дозволяє реалізувати режим локального зволоження через систему вмонтованих емітерів. Така технологія іригації мінімізує непродуктивні втрати води на випаровування та фільтрацію у міжряддях, забезпечуючи підтримання сталої вологості ґрунту, необхідної для ефективного розвитку овочевих культур.

Для даного проєкту приймаються такі технічні характеристики поливної стрічки:

Таблиця 3.1 — Технічна характеристика краплинної поливної стрічки Aqua TraXX ERA 05081245

Показник	Одиниця виміру	Значення
Марка поливної стрічки	—	Aqua TraXX ERA 05081245
Тип стрічки	—	краплинна поливна стрічка
Матеріал	—	поліетилен
Діаметр стрічки	мм	16
Товщина стінки	мм	0,20
Відстань між емітерами	см	30
Витрата одного емітера	л/год	1,14
Спосіб укладання	—	уздовж рядків рослин
Призначення	—	зрошення овочевих культур

Вибір краплинної стрічки **Aqua TraXX ERA 05081245** діаметром **16 мм** є технічно обґрунтованим рішенням для іригаційної системи ФГ «Ратмир». Даний типорозмір є галузевим стандартом у краплинному зрошенні овочевих культур, оскільки забезпечує оптимальне співвідношення між гідравлічним опором та пропускною здатністю поливної лінії. Використання стрічки такого діаметра дозволяє стабільно підтримувати розрахункові параметри тиску та витрат води в межах кожного поливного блока, що є критично важливим для забезпечення рівномірності зволоження на всій площі проєктування.

Товщина стінки обраної стрічки становить **0,20 мм (8 mil)**. Така геометрична характеристика забезпечує необхідний запас міцності під час експлуатації в польових умовах протягом усього поливного сезону,

гарантуючи стійкість до механічних навантажень. Стрічка має оптимальний рівень гнучкості, що значно полегшує технологічні операції з її механізованого укладання, підключення до розподільчих (поливних) трубопроводів за допомогою фітингів, а також демонтаж після завершення циклу вирощування овочевих культур. Поєднання високої міцності та еластичності матеріалу дозволяє мінімізувати ризик пошкодження стрічки при роботі з обладнанням та забезпечити стабільність її функціонування протягом тривалого часу.

Відстань між емітерами становить **30 см**. Вибір такого кроку є оптимальним для забезпечення рівномірного зволоження ґрунту вздовж поливного рядка, що відповідає прийнятим у проєкті схемам висадки овочевих культур. Завдяки такому розміщенню водовипусків, волога надходить безпосередньо в зону живлення рослин, що сприяє інтенсивному розвитку кореневої системи та забезпечує рівномірність росту і розвитку агроценозів на всій площі зрошення.

Витрата одного емітера становить 1,14 л/год. Така інтенсивність водовипуску є оптимальною для краплинного зрошення овочевих культур, оскільки дозволяє подавати воду в ґрунт дозовано, у режимі, що виключає утворення поверхневого стоку та ризик надмірного перезволоження міжрядь.

Даний показник витрати є критично важливим для забезпечення високої якості іригації, адже дозволяє підтримувати оптимальний водно-повітряний баланс у прикореневій зоні. Регулярне, помірне зволоження кореневмісного шару ґрунту, що досягається за рахунок таких параметрів емітерів, створює сприятливі умови для фізіологічних процесів росту рослин, сприяючи ефективному засвоєнню ними поживних речовин та підвищенню загальної продуктивності овочевої сівозміни.

Монтаж краплинних ліній здійснюється з урахуванням агротехнічних вимог до розміщення кожної культури овочевої сівозміни. Для

забезпечення раціонального вологозабезпечення прийнято наступні схеми посадки:

Томати: стрічкова схема $0,60 + 1,20$ м, з кроком висадки рослин $0,30$ м;

Огірки: стрічкова схема $0,50 + 1,40$ м, з кроком висадки рослин $0,30$ м;

Перець: стрічкова схема $0,50 + 0,90$ м, з кроком висадки рослин $0,20$ м;

Цибуля: ущільнена схема, що передбачає зменшені інтервали між рядками та рослинами відповідно до технологічної карти.

Під час укладання краплинних стрічок ключовою умовою є їхнє коректне позиціонування відносно посівних рядків. Стрічка повинна бути розташована безпосередньо в зоні інтенсивного розвитку кореневої системи, що гарантує цільову подачу води та мінімізує її втрати. Відхилення від проєктної осі укладання є неприпустимим, оскільки це призводить до нерівномірного зволоження ґрунтового горизонту, порушення водно-повітряного режиму в зоні живлення рослин та відповідного зниження продуктивності агроценозів.

Експлуатаційна надійність краплинної стрічки Aqua TraXX ERA 05081245 безпосередньо залежить від якості поливної води. Поверхневі джерела водопостачання часто містять механічні домішки (пісок, мул), а також органічні рештки, які здатні викликати фізичне засмічення емітерів.

Засмічення лабіринтів крапельниць призводить до порушення гідравлічного режиму, нерівномірності зволоження площі та суттєвого зниження ефективності роботи системи загалом. Для запобігання цим явищам у проєкті передбачено обов'язкове встановлення вузла фільтрації. Конструкція фільтрувального обладнання підбирається з урахуванням гранулометричного складу домішок у джерелі водопостачання та сумарної витрати води на поливний блок. Впровадження ефективної системи фільтрації гарантує стабільну роботу емітерів протягом усього вегетаційного періоду, що є необхідною умовою для забезпечення проєктної врожайності овочевих культур.

Застосування краплинної стрічки Aqua TraXX ERA 05081245 забезпечує високу ефективність водокористування, дозволяючи підтримувати стабільний водний режим ґрунту в зоні активного коренеутворення. Локальний спосіб подачі води мінімізує непродуктивні втрати на випаровування та запобігає зволоженню міжрядь, що суттєво стримує розвиток бур'янів і покращує фітосанітарний стан на ділянці.

Окрім прямого зрошення, система краплинного поливу дозволяє реалізувати технологію фертигації — внесення мінеральних добрив у розчиненому стані безпосередньо в прикореневу зону. Такий підхід забезпечує адресне живлення рослин у критичні фази їхнього онтогенезу, підвищує коефіцієнт засвоєння поживних речовин та сприяє оптимізації загальної продуктивності овочевої сівозміни.

Таким чином, для іригаційної системи овочевої сівозміни ФГ «Ратмир» обрано краплинну стрічку Aqua TraXX ERA 05081245. До її технічних параметрів належать: діаметр 16 мм, товщина стінки 0,20 мм, крок між емітерами 30 см та витрата 1,14 л/год. Обрана конфігурація забезпечує раціональний розподіл води та високу ефективність зрошення, що є критично важливим для нівелювання дефіциту природного зволоження в умовах Павлоградського району.

3.3 Розрахунок частки площі живлення рослин, зволожених краплинним способом

При проєктуванні систем краплинного зрошення розрахунок параметрів режиму іригації та вибір технічних засобів здійснюється на основі комплексного аналізу гідравлічних характеристик, зокрема робочого тиску, витратних показників емітерів та їхнього кроку розміщення.

Ключовим завданням цього етапу є забезпечення високої рівномірності водорозподілу по всій довжині поливних ліній. Дотримання

цієї умови дозволяє унеможливити формування зон дефіциту чи надмірного вологозабезпечення, що є критично важливим для стабільного розвитку овочевих культур. Окрім того, оптимізація гідравлічних параметрів мінімізує непродуктивні витрати води на ділянках, що не потребують зрошення, тим самим підвищуючи загальну експлуатаційну ефективність меліоративного об'єкта та коефіцієнт використання водних ресурсів.

При застосуванні технології краплинного зрошення, де перекриття контурів зволоження від окремих емітерів створює суцільну вологу смугу, розрахунок площі, що безпосередньо підлягає іригації ($S_{зв}$), проводиться з урахуванням ширини цієї зони зволоження. Загальноприйнята формула для визначення частки площі зрошення у такому випадку виглядає так: [17].

$$S = \frac{l_k}{a}, \quad (3.1)$$

де l_k – ширина смуги зволоження поливної стрічкою, м;

a – відстань між краплинними стрічками, м (див. табл. 2.2);

З огляду на диференційовані вимоги сільськогосподарських культур до вологозабезпечення та особливості їхніх схем посадки, частка зволожуваної площі варіюється залежно від виду рослин. Ширина смуги зволоження (B_3) є функціонально залежною від витрати емітера, гранулометричного складу ґрунту та тривалості поливної циклічності. Враховуючи фізико-механічні властивості ґрунтового покриву об'єкта проєктування (важкий суглинок), а також проєктні параметри системи (витрата емітера 1,14 л/год, тривалість поливу 2 год), розрахункова ширина зони зволоження становить 0,6 м. Цей показник є базовим для визначення коефіцієнта зволоження ділянки та оптимізації водно-повітряного режиму кореневмісного шару ґрунту для кожної з вирощуваних культур.

Розрахунок частки площі живлення запроєктованої овочевої сівозміни наведений в табл. 3.1.

Загальна довжина поливних трубок на 1 га складає

$$L_k = \frac{10000}{a}, \text{ м.}$$

Таблиця 3.1 - Частка площі живлення рослин, зволжених краплинним способом

Сільськогосподарська культура	Відстань між поливними стрічками	Частка площі живлення	Довжина поливних стрічок на 1га, м	Кількість крапельниць на 1 га
Помідори	1,9	0,33	5 556	18 517
Огірки	1,9	0,32	5 264	17 545
Цибуля	0,56 + 1,05	0,74	12 423	41 404
Перець	1,4	0,43	7 143	23 806

Кількість крапельниць на 1 га розраховують за формулою

$$N_k = \frac{10000}{a \cdot b}, \text{ шт.}$$

де b – відстань між крапельницями (емітерами) в поливній стрічці, м [17].

3.4 Вибір розрахункового року

Оптимізація режиму зрошення агроценозів вимагає комплексного врахування метеорологічних чинників, регіональних кліматичних особливостей та динаміки біологічного споживання вологи сільськогосподарськими культурами. Для обґрунтування раціональних поливних режимів у проєкті застосовано методи математичного моделювання, що базуються на багаторічних статистичних даних щодо опадів, температурного режиму та показників евапотранспірації.

Використання такого аналітичного інструментарію дозволяє здійснити перехід від екстенсивного шаблонного поливу до прецизійного управління водним режимом кореневмісного шару ґрунту. Такий підхід забезпечує диференційоване планування іригаційних заходів, що є необхідною умовою для максимальної реалізації біологічного потенціалу овочевих культур та досягнення високої ефективності використання зрошувальної води, мінімізуючи її непродуктивні втрати [17].

Підвищення операційної ефективності іригаційних систем досягається через впровадження інтелектуальних методів моніторингу та автоматизованого управління. Сучасний підхід базується на використанні мережі датчиків контролю вологості ґрунту та оперативному аналізі метеорологічних даних у режимі реального часу, що дозволяє здійснювати адаптивне регулювання поливних режимів.

Застосування алгоритмів обробки інформації про динаміку вологозабезпечення та поточні біологічні потреби агроценозів мінімізує вплив суб'єктивних факторів при плануванні іригаційних заходів. Такий інструментарій забезпечує перехід до автоматизованого управління водним режимом, де кожен поливний цикл є обґрунтованим, своєчасним і диференційованим. Це сприяє не лише оптимізації витрат зрошувальної води, а й стабілізації врожайності овочевих культур шляхом нівелювання водних стресів у критичні фази їхнього онтогенезу.

Окрім моніторингу вологості, підвищенню ефективності іригації сприяє впровадження автоматизованих систем обліку водоспоживання. Такі рішення забезпечують прецизійний контроль витрат води на кожній окремій ділянці зрошуваного масиву. Це створює надійну технічну базу для моніторингу рівномірності водорозподілу, своєчасного виявлення локальних відхилень у роботі гідравлічної мережі (наприклад, засмічень або витоків) та оперативного коригування поливних норм.

Застосування такого аналітичного інструментарію перетворює зрошувальну систему з пасивного інженерного об'єкта на керований технологічний процес. Це гарантує стабільну продуктивність агроценозів за рахунок підтримання оптимального водно-повітряного балансу, забезпечуючи при цьому максимально раціональне використання обмежених водних ресурсів фермерського господарства «Ратмир».

Визначення дефіцитів водоспоживання сільськогосподарських культур у межах проєктованої сівозміни здійснюється шляхом диференційованого розрахунку для кожного року, забезпеченого репрезентативною метеорологічною інформацією.

Для забезпечення належної статистичної достовірності результатів та врахування високої мінливості кліматичних умов Павлоградського регіону, тривалість ряду спостережень, що використовується у проєкті, становить не менше 20 років. Такий підхід дозволяє:

- врахувати роки з різною забезпеченістю опадами (вологі, середні та посушливі);
- провести багатоваріантне моделювання поливного режиму;
- мінімізувати похибки, пов'язані з екстремальними метеорологічними явищами.

Отримані результати статистичного аналізу є фундаментом для планування зрошувальних заходів, що гарантує стабільну продуктивність овочевих культур незалежно від погодних коливань протягом вегетаційного періоду.

В даній роботі такими роками є 1975, 1954, 1959, 2009, 1986 рр. середні значення метеорологічних факторів за ці роки і будуть роком-моделлю. (методика розрахунку наведена в Додатку А). Для подальших розрахунків режимів зрошення по кожному з полів сівозміни використовують дані декадних дефіцитів водоспоживання цих полів за розрахований рік.

Розрахунок режиму зрошення сільськогосподарських культур здійснюється з використанням методу водного балансу, який є загальноприйнятим стандартом у меліоративній науці. Методика ґрунтується на аналізі багаторічних даних щодо динаміки атмосферних опадів, температурного режиму та розрахункових величин евапотранспірації.

Такий підхід дозволяє:

- обґрунтувати довгостроковий режим зрошення для конкретних ґрунтово-кліматичних умов Павлоградського району;
- ідентифікувати періоди критичного вологодефіциту для кожної культури сівозміни;
- визначити диференційовані поливні норми, що гарантують стабільну продуктивність агроценозів незалежно від мінливості погодних умов вегетаційного періоду.

Використання методу водного балансу забезпечує високу точність прогнозування потреби у волозі, що є необхідною умовою для оптимізації іригаційних режимів та мінімізації ризиків, пов'язаних із водним стресом рослин

3.5 Визначення норм і строків поливу

Проектування режиму зрошення овочевої сівозміни базується на розрахунку поливних та зрошувальних норм, а також встановленні оптимальних строків проведення іригаційних заходів для кожної культури.

Полівна норма визначається як об'єм води, необхідний для підтримання вологості ґрунту в межах передполивного порогу, що забезпечує реалізацію біологічного потенціалу рослин з урахуванням їхніх морфофізіологічних особливостей, фази онтогенезу, агрокліматичних умов та водно-фізичних характеристик ґрунту.

Відповідно до зазначеної методології (додаток А), поливну норму (m) визначають як обсяг води, необхідний для диференційованого поповнення вологозапасів у розрахунковому шарі ґрунту до рівня найменшої вологоємності ($HВ$). Розрахункові параметри для кожної групи сільськогосподарських культур, прийнятих у схемі овочевої сівозміни, систематизовано в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Поливні норми для прийнятого саду

Група дерев і кущів	Формула О. М. Костякова							Тривал. поливу, год.
	γ , г/см ³	Н,м	$\beta_{нв}$, %	$\beta_{доп}$		S	m, м ³ /га	
				%від НВ	%			
Помідори	1,31	0,6	25,4	80	20,3	0,33	108	5,19
Огірки	1,31	0,6	25,4	90	23,1	0,32	51	2,61
Цибуля	1,31	0,6	25,4	75	19,3	0,74	309	6,53
Перець	1,31	0,6	25,4	80	20,4	0,43	142	5,26

Строки проведення вегетаційних поливів визначаються шляхом аналізу інтегральних кривих дефіцитів водоспоживання, з урахуванням динаміки запасів вологи в активному кореневмісному шарі ґрунту та розрахованих поливних норм. Сумарна зрошувальна норма розраховується як накопичена сума поливних норм за весь період вегетації сільськогосподарських культур.

Розрахунки параметрів режиму зрошення, зокрема строків та норм поливу, виконано із застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення «WATER» для ПК, розробленого на кафедрі сільськогосподарських гідротехнічних меліорацій. Для оцінки дефіцитів водоспоживання було обрано методику А.М. та С.М. Алпатьєвих, яка базується на врахуванні біокліматичних коефіцієнтів та фактичних

метеорологічних даних. Визначення дат поливів здійснено аналітичним методом, що дозволило оптимізувати водорозподіл відповідно до біологічних потреб овочевих культур у різні фази онтогенезу. Результати проведених розрахунків наведено у Додатку Б.

3.6 Графік поливу запроєктованої овочевої сівозміни

Режим зрошення овочевої сівозміни був розрахований з урахуванням біологічних вимог кожної культури та фактичних погодних умов регіону. Для зручності візуалізації та оперативного планування іригаційних заходів результати розрахунків представлені у вигляді інтегрального графіка подачі води (рис. 3.1).

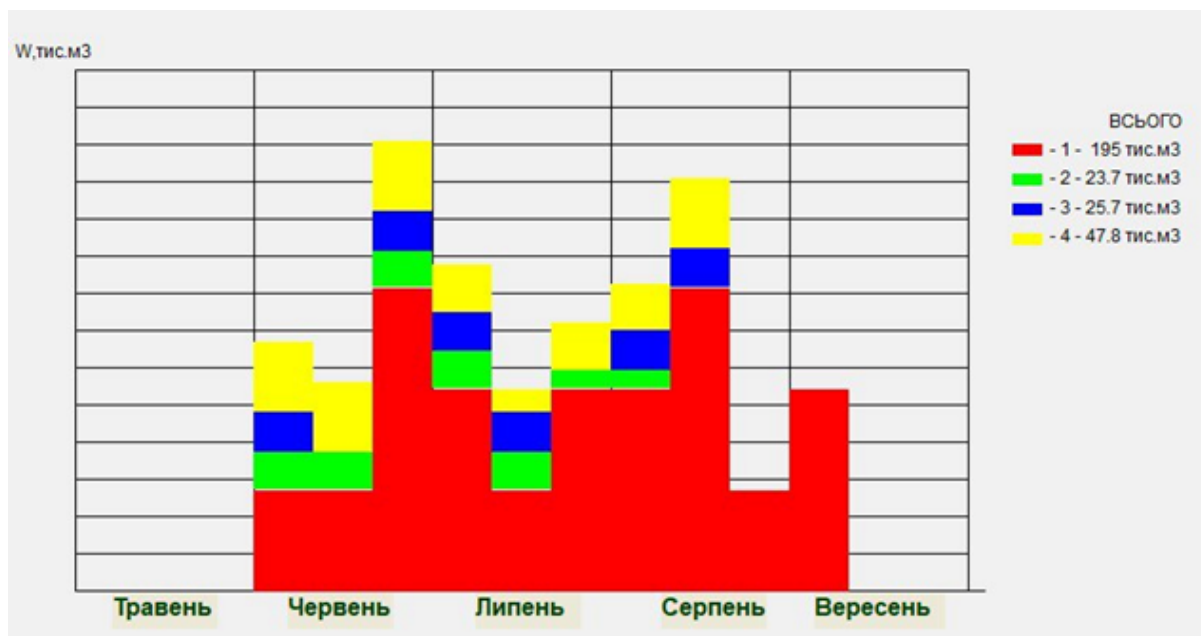


Рисунок 3.1 - Графік подачі води на сівозміну

На відміну від систем дощування, де планування поливів орієнтоване на добові норми, режим краплинного зрошення вимагає прецизійного розрахунку з точністю до годин (рис. 3.2). Це обумовлено технологічною

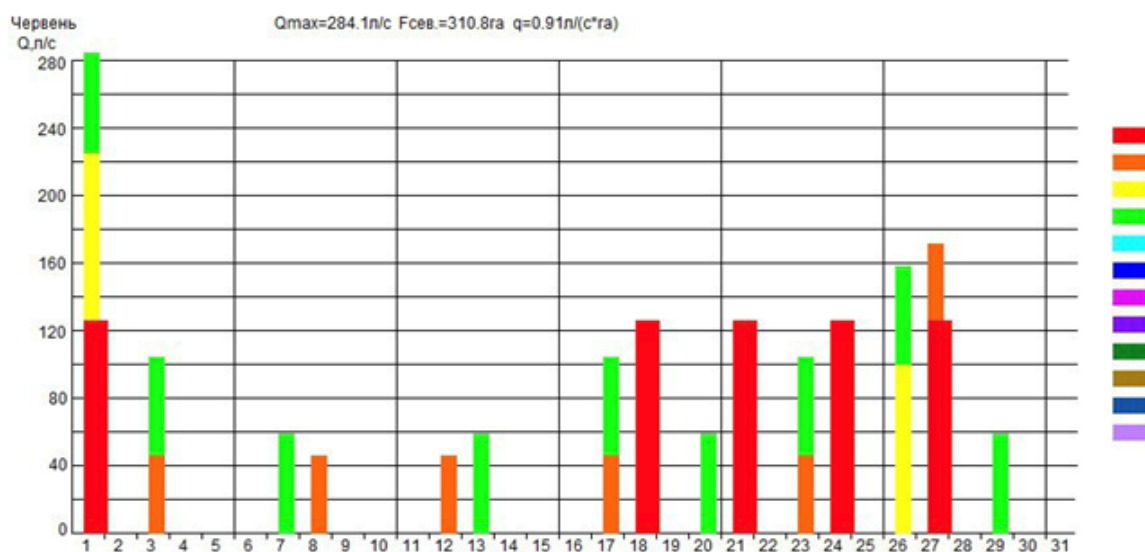
специфікою методу, що передбачає локальну та безперервну подачу води в кореневмісний шар ґрунту.

Процес формування графіка водоподачі реалізується у два етапи:

Складання попереднього (базового) графіка: визначення теоретичних потреб у воді на основі розрахованих поливних норм для кожного блока зрошення.

Комплектування (оптимізація) графіка: корегування часових інтервалів поливу для забезпечення рівномірного навантаження на насосне обладнання та дотримання лімітів витрати води в магістральних трубопроводах.

Такий підхід дозволяє уникнути пікових перевантажень системи, забезпечити стабільний гідравлічний тиск у мережі та гарантувати чітке дотримання режиму водозабезпечення кожної культури овочевої сівозміни



протягом вегетаційного періоду.

Рисунок 3.2 - Неукомплектований графік поливу зрошуваної сівозміни за червень

При аналізі попереднього (неукомплектованого) графіка поливів виявлено його технічну недоцільність для практичної реалізації. Даний графік характеризується значними амплітудами коливань загальних

поливних витрат, наявністю пікових навантажень на систему та тривалими перервами у водоподачі.

З огляду на те, що параметри магістральних трубопроводів, гідротехнічних споруд та потужність насосних станцій проєктуються відповідно до максимальної ординати поливної витрати (Q_{max}), реалізація неукомплектованого графіка у виробничих умовах призвела б до необґрунтованого завищення капітальних інвестицій у будівництво системи та суттєвого зростання експлуатаційних витрат.

Відтак, постає необхідність проведення процедури комплектування графіка поливів — оптимізації часових інтервалів водоподачі для кожного блока зрошення. Це дозволяє досягти рівномірнішого завантаження насосного обладнання, знизити пікові витрати в мережі та забезпечити стабільний гідравлічний режим функціонування системи при збереженні агротехнічних вимог до вологозабезпечення кожної культури овочевої сівозміни

З метою мінімізації капітальних витрат на будівництво зрошувальної мережі та оптимізації експлуатаційних режимів насосних станцій, первинний (неукомплектований) графік підлягає перерахунку (комплектуванню). Головним завданням цього процесу є вирівнювання ординат поливних витрат протягом усього вегетаційного періоду, щоб досягти їхньої сталості або мінімальної варіативності.

При проведенні оптимізації графіка водоподачі для овочевої сівозміни ФГ «Ратмир» враховано наступні технічні обмеження:

Величину гідромодуля: прийнято на рівні, що не перевищує 0,7 л/(с·га), що дозволяє раціонально підібрати діаметри магістральних трубопроводів та забезпечити надійну роботу гідротехнічних споруд.

Тривалість пікових навантажень: комплектування здійснено таким чином, щоб періоди максимальних витрат води складали не менше 10 діб.

Це забезпечує стабільність робочого тиску в мережі та уникає частих пуско-зупинних циклів насосного обладнання.

Метод комплектування передбачає перерозподіл часових інтервалів поливу окремих поливних блоків у межах декадних норм водоспоживання. Зсув графіків поливу дозволяє згладити пікові потреби у воді, уникнути гідравлічних ударів та знизити встановлену потужність насосної станції. У результаті такого перерахунку досягається раціональне використання водних ресурсів, стабільна подача води до краплинних стрічок та економічна доцільність функціонування всієї меліоративної системи.

Для даного випадку в неукomплектованому графіку поливів найбільші витрати спостерігаються в червні. При цьому максимальна витрата на сівозміну становить 284.1 л/с (рис. 3.2). При цьому максимальний гідромодуль складає

$$q = 284,1 / 310,8 = 0,92 \text{ л/(с·га)}$$

Процедура комплектування графіка водоподачі реалізується шляхом раціонального зміщення строків проведення поливів (у межах 2–5 діб) для окремих ділянок (блоків) зрошення. З огляду на значну кількість поливних блоків та високу інтенсивність іригаційних заходів, комплектування графіка здійснюється помісячно, що забезпечує стабільність робочого режиму системи.

Результати проведеної оптимізації свідчать про досягнення раціональних параметрів водоподачі:

Максимальна поливна витрата (Q_{max}): становить 283,1 л/с.

Гідромодуль (q): розрахункове значення дорівнює 0,52 л/(с·га), що не перевищує допустимого нормативного ліміту (0,7 л/(с·га)).

Тривалість пікових навантажень: максимальна витрата забезпечується протягом 120 годин, що є технологічно обґрунтованим показником для систем краплинного зрошення.

На основі розрахованої пікової потреби визначено проєктну потужність насосної станції, що забезпечує функціонування всього зрошуваного масиву:

Продуктивність насосної станції: 158,1 л/с або 569,2 м³/год.

Таким чином, укомплектований графік водоподачі забезпечує рівномірне навантаження на гідротехнічні споруди та насосне обладнання, мінімізуючи капітальні та експлуатаційні витрати при гарантованому виконанні агротехнічних вимог до вологозабезпечення овочевої сівозміни.



Рисунок 3.3 - Укомплектований графік поливу зрошуваної сівозміни за червень

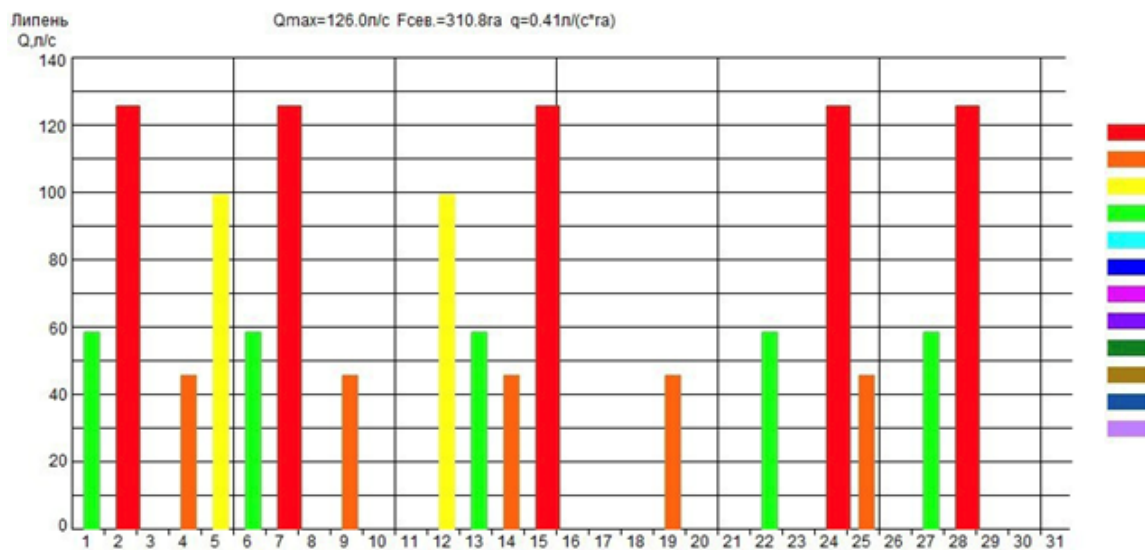


Рисунок 3.4 - Укомплектований графік поливу зрошуваної сівозміни за липень

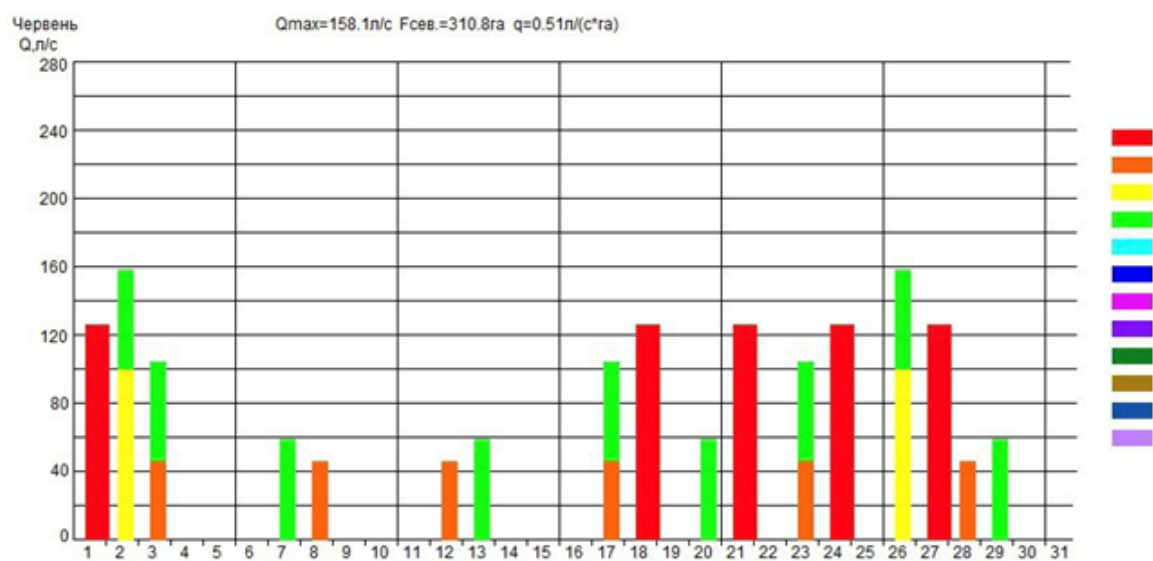


Рисунок 3.5 – Укомплектований графік поливу зрошуваної сівозміни за серпень

4 ПРОЄКТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ЗРОШУВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

4.1 Визначення конструкції зрошувальної мережі

Зрошувальна мережа для поливу овочевої сівозміни фермерського господарства «Ратмир» проєктується як система закритих трубопроводів із застосуванням краплинного способу поливу. Така конструкція є найбільш доцільною для умов Павлоградського району Дніпропетровської області, оскільки дає змогу економно використовувати воду, зменшити втрати на фільтрацію та випаровування, а також забезпечити рівномірне зволоження кореневмісного шару ґрунту.

Проєктована зрошувальна мережа складається з водозабірної вузла, насосного обладнання, фільтростанції, магістрального трубопроводу, розподільчих трубопроводів, ділянкових трубопроводів, поливних краплинних стрічок, запірної-регулюючої арматури та гідротехнічних споруд. Вода від джерела зрошення подається насосною установкою до фільтростанції, де очищується від механічних домішок, після чого надходить у магістральний трубопровід і далі розподіляється по поливних блоках.

Вибір конструкції зрошувальної мережі залежить від розміщення джерела зрошення, конфігурації масиву, рельєфу території, площі поливних ділянок, схеми посадки овочевих культур, необхідної витрати води та робочого тиску в системі. Оскільки краплинне зрошення потребує стабільного тиску та якісного очищення води, особливу увагу приділяють правильному розміщенню фільтростанції, запірної арматури та розподільчих трубопроводів.

Джерело зрошення розташовується за межами або поблизу зрошуваного масиву, тому схема мережі приймається з подачею води від водозабірної споруди до головного вузла системи. Від фільтростанції вода

надходить у магістральний трубопровід, який забезпечує транспортування необхідної витрати до окремих частин масиву. Від магістрального трубопроводу відходять розподільчі трубопроводи, що подають воду до поливних блоків, а від них — ділянкові трубопроводи з підключеними краплинними стрічками.

Для забезпечення рівномірного поливу масив поділяється на окремі зрошувальні блоки. Такий поділ дозволяє регулювати подачу води, чергувати поливи між культурами, підтримувати необхідний тиск у мережі та зменшити одночасне навантаження на насосне обладнання. Кожен поливний блок обладнується запірною арматурою, що дає змогу вмикати або вимикати його окремо від інших частин системи.

Рельєф масиву має важливе значення для вибору схеми розміщення трубопроводів. На ділянках із незначним ухилом трубопроводи доцільно прокладати так, щоб забезпечити рівномірний розподіл води та уникнути надмірної різниці тиску між початком і кінцем поливної лінії. У понижених місцях передбачають можливість спорожнення трубопроводів, а на підвищених ділянках — встановлення повітряних клапанів або вантузів для видалення повітря із системи.

Магістральні та розподільчі трубопроводи приймаються із поліетиленових труб, які мають достатню міцність, стійкість до корозії, невелику масу та зручні в монтажі. Застосування поліетиленових труб у системах краплинного зрошення є доцільним, оскільки вони забезпечують надійну роботу мережі при робочому тиску, необхідному для подачі води до поливних стрічок.

Магістральний трубопровід доцільно прокладати під землею на глибині, яка забезпечує захист труб від механічних пошкоджень, температурних коливань і впливу сільськогосподарської техніки. Підземне прокладання трубопроводів також не заважає обробітку ґрунту, догляду за культурами та виконанню технологічних операцій на полі. Ділянкові

трубопроводи та поливні стрічки розміщуються відповідно до схеми посадки культур і можуть укладатися на поверхні ґрунту на період вегетації.

Поливні краплинні стрічки підключаються до ділянкових трубопроводів за допомогою спеціальних стартових з'єднувачів, кранів і фітінгів. У проєкті приймається краплинна стрічка Aqua TraXX ERA 05081245 діаметром 16 мм, товщиною стінки 0,20 мм, з відстанню між емітерами 30 см і витратою одного емітера 1,14 л/год. Розміщення стрічок виконується вздовж рядків рослин відповідно до прийнятих схем посадки томатів, огірків, цибулі та перцю.

Для стабільної роботи системи передбачаються гідранти, оглядові колодязі, засувки, фільтри, вантузи та скидні пристрої. Гідранти використовуються для підключення ділянкових трубопроводів або окремих поливних блоків. Оглядові колодязі забезпечують доступ до запірно-регулюючої арматури та дають змогу виконувати обслуговування мережі. Вантузи встановлюють у найвищих точках трубопроводів для видалення повітря, а скидні пристрої — у понижених місцях для спорожнення системи після завершення поливного сезону або під час ремонтних робіт.

Особливу увагу при проєктуванні зрошувальної мережі приділяють фільтрації води. Оскільки для краплинного зрошення використовуються емітери малого діаметра, наявність механічних домішок у воді може призвести до їх засмічення. Тому перед подачею води у поливну мережу необхідно передбачити фільтростанцію, яка забезпечує очищення води від піску, мулу, органічних решток та інших завислих частинок.

Конструкція зрошувальної мережі повинна забезпечувати подачу води до кожної культури відповідно до її біологічних потреб і режиму зрошення. Для цього мережу проєктують з урахуванням площі кожної культури, кількості поливних ліній, довжини краплинних стрічок, витрати води та тривалості поливу. На різних ділянках мережі проходить різна

витрата води, тому діаметри трубопроводів підбираються залежно від розрахункової витрати, допустимих швидкостей руху води та втрат напору. Застосування закритої трубопровідної мережі з краплинними стрічками має низку переваг. Така система забезпечує економне використання водних ресурсів, знижує втрати води під час транспортування, дає змогу автоматизувати процес поливу, зменшує трудові витрати та створює сприятливі умови для росту овочевих культур. Крім того, система краплинного зрошення дозволяє проводити фертигацію, тобто внесення розчинних добрив разом із поливною водою.

Отже, для фермерського господарства «Ратмир» приймається закрыта зрошувальна мережа з поліетиленових трубопроводів і краплинних поливних стрічок. Вода від джерела зрошення подається насосною установкою до фільтростанції, після чого через магістральний, розподільчі та ділянкові трубопроводи надходить до поливних стрічок. Прийнята конструкція забезпечує рівномірне зволоження овочевих культур, раціональне використання води та надійну роботу системи в умовах недостатнього природного зволоження Павлоградського району.

4.2 Гідравлічний розрахунок закритої тупикової зрошувальної мережі

Гідравлічний розрахунок закритої тупикової зрошувальної мережі виконують з метою визначення розрахункових витрат води на окремих ділянках трубопроводів, підбору їх діаметрів, визначення швидкості руху води, втрат напору та необхідного напору насосної станції. Правильно виконаний гідравлічний розрахунок забезпечує надійну роботу системи краплинного зрошення, рівномірну подачу води до поливних блоків і підтримання необхідного робочого тиску в поливних стрічках.

Закрита тупикова зрошувальна мережа передбачає подачу води від джерела зрошення через насосне обладнання, фільтростанцію, магістральний трубопровід і розподільчі трубопроводи до окремих поливних ділянок. Така схема є зручною для зрошення овочевої сівозміни, оскільки дає змогу поетапно подавати воду до окремих блоків, регулювати режим поливу та зменшувати одночасне навантаження на систему.

Розрахунок зрошувальної мережі починають із визначення витрати води, необхідної для поливу кожної культури. Витрата залежить від площі культури, прийнятої схеми посадки, довжини поливних стрічок, відстані між емітерами та витрати одного емітера. У даному проєкті прийнято краплинну поливну стрічку Aqua TraXX ERA 05081245 з діаметром 16 мм, товщиною стінки 0,20 мм, відстанню між емітерами 30 см і витратою одного емітера 1,14 л/год.

Кількість емітерів на поливній стрічці визначають залежно від її довжини та відстані між водовипусками. Загальна витрата води по одній поливній стрічці визначається множенням кількості емітерів на витрату одного емітера. Для кожного поливного блоку загальна витрата дорівнює сумі витрат усіх поливних стрічок, підключених до відповідного ділянкового трубопроводу.

Розрахункова витрата на окремих ділянках трубопроводу змінюється залежно від кількості підключених поливних ліній. Найбільша витрата проходить на початкових ділянках магістрального трубопроводу, а в напрямку до кінця тупикової мережі вона поступово зменшується. Тому діаметри трубопроводів підбирають окремо для кожної розрахункової ділянки з урахуванням витрати води, допустимої швидкості руху та втрат напору.

Для закритих зрошувальних мереж швидкість руху води в трубопроводах приймають у таких межах, щоб не виникало надмірних втрат напору та гідравлічних ударів. Занадто мала швидкість призводить до

нераціонального збільшення діаметра труб, а занадто велика — до зростання втрат напору і підвищення енергетичних витрат на подачу води. Тому під час розрахунку діаметр трубопроводу підбирають так, щоб швидкість руху води була технічно й економічно доцільною.

Втрати напору в трубопроводах визначаються залежно від довжини ділянки, діаметра труби, витрати води, швидкості руху потоку та гідравлічного опору матеріалу труб. У системі краплинного зрошення втрати напору мають важливе значення, оскільки від них залежить рівномірність подачі води до емітерів. При значних втратах напору в кінцевих ділянках мережі може знижуватися тиск, що призводить до нерівномірного поливу.

Загальні втрати напору складаються з втрат по довжині трубопроводів і місцевих втрат, які виникають у фасонних частинах, засувках, фільтрах, гідрантах, колінах, трійниках та інших елементах мережі. Місцеві втрати враховують додатково, оскільки вони можуть суттєво впливати на загальний напір, необхідний для роботи системи.

Повний напір насосної станції визначають як суму геодезичної висоти підйому води, втрат напору в трубопроводах, втрат у фільтростанції, місцевих втрат напору та необхідного робочого тиску в поливній мережі. Для нормальної роботи краплинної стрічки необхідно забезпечити робочий тиск, достатній для рівномірного витікання води з емітерів. У даному проєкті робочий тиск у поливній стрічці приймається в межах 0,7–1,0 бар.

Гідравлічний розрахунок тупикової мережі виконують у напрямку від кінцевих ділянок до насосної станції. Спочатку визначають витрати води на ділянкових трубопроводах, потім на розподільчих і магістральному трубопроводі. Для кожної ділянки встановлюють довжину, розрахункову витрату, підбирають діаметр труби, визначають швидкість руху води та втрати напору.

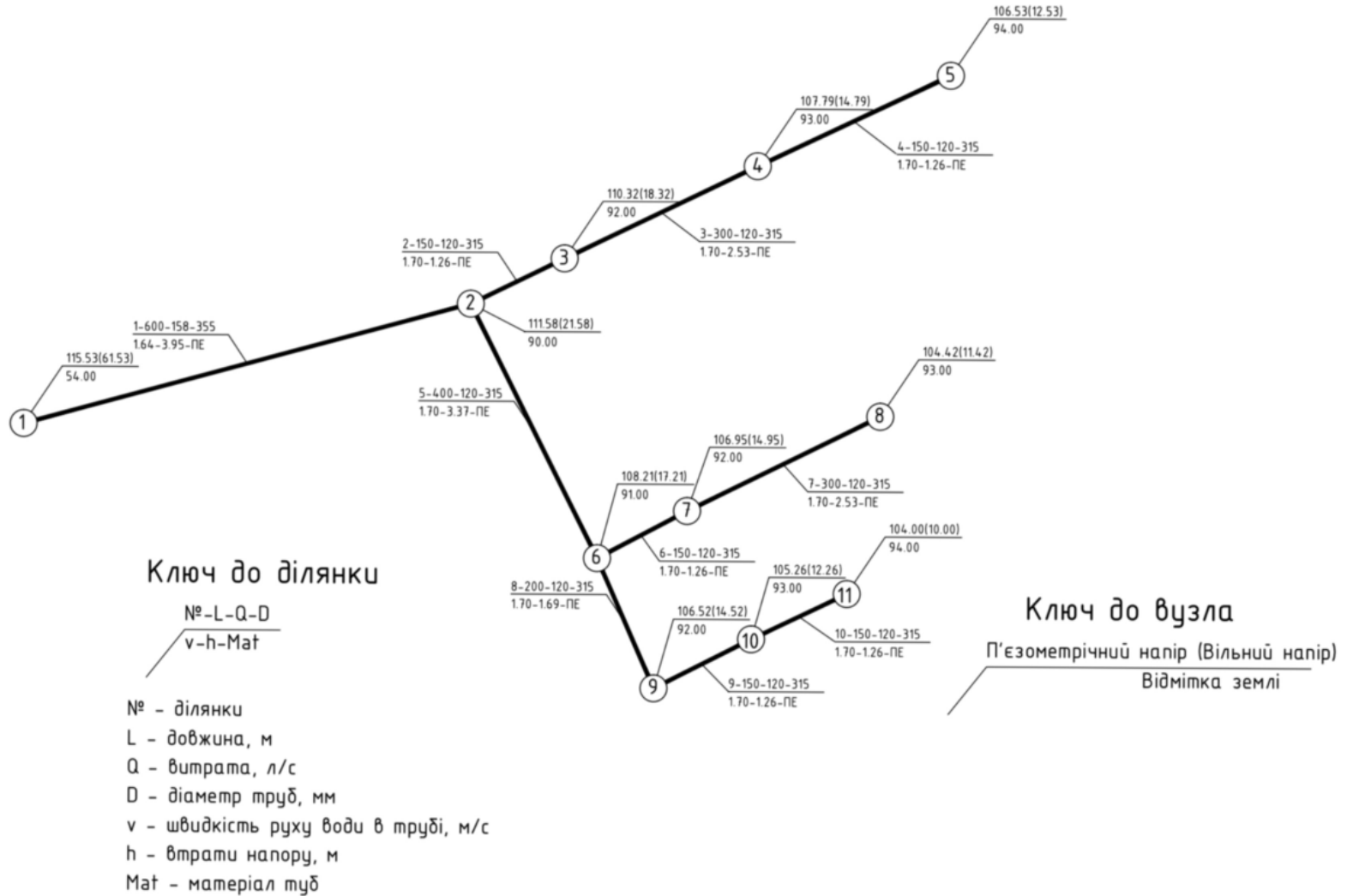
Для магістральних і розподільчих трубопроводів доцільно застосовувати поліетиленові труби, які мають достатню міцність, стійкість до корозії, малу шорсткість внутрішньої поверхні та зручні в монтажі. Поліетиленові труби забезпечують надійну роботу закритої зрошувальної мережі та зменшують втрати напору порівняно з трубами з більш шорсткою внутрішньою поверхнею.

Під час гідравлічного розрахунку необхідно враховувати, що система краплинного зрошення працює з невеликими витратами води, але потребує стабільного тиску. Тому розрахунок трубопроводів повинен забезпечити рівномірний розподіл води між поливними блоками та недопущення різкого зниження тиску в кінцевих частинах мережі. Для цього передбачають регулюючу арматуру, гідранти, фільтри та за потреби розділення масиву на окремі черги поливу.

На основі виконаного гідравлічного розрахунку встановлюють діаметри трубопроводів, визначають втрати напору на кожній ділянці та підбирають насосне обладнання. Насосна установка повинна забезпечувати необхідну подачу води та напір, достатній для подолання всіх втрат у мережі й створення робочого тиску в краплинних стрічках. Методика гідравлічного розрахунку наведена в додатку А.

Отже, гідравлічний розрахунок закритої тупикової зрошувальної мережі є необхідним етапом проєктування системи краплинного зрошення. Його виконання дозволяє обґрунтувати діаметри трубопроводів, визначити швидкості руху води, втрати напору та необхідний напір насосної станції. Прийняті розрахункові параметри повинні забезпечувати рівномірне зволоження овочевих культур, ефективне використання води та надійну роботу системи зрошення у фермерському господарстві «Ратмир».

Схема до гідралічного розрахунку зрошувальної мережі



4.3 Проектування гідротехнічних споруд на зрошувальній мережі

Для забезпечення надійної та безперебійної роботи системи краплинного зрошення овочевої сівозміни у фермерському господарстві «Ратмир» на зрошувальній мережі передбачається влаштування гідротехнічних споруд і допоміжних елементів. До їх складу входять водозабірні споруди, насосний вузол, фільтростанція, гідранти-водовипуски, оглядові колодязі, засувки, вантузи, скидні споруди та інші елементи, необхідні для регулювання подачі води, обслуговування мережі та захисту трубопроводів.

Гідротехнічні споруди на зрошувальній мережі призначені для забору, транспортування, очищення, розподілу та регулювання поливної води. Їх розміщення визначається конструкцією зрошувальної мережі, рельєфом місцевості, розташуванням джерела зрошення, напрямком магістрального трубопроводу та поділом масиву на окремі поливні блоки. Усі споруди повинні забезпечувати зручність експлуатації, можливість контролю за роботою системи та своєчасне проведення ремонтних робіт.

Водозабірні споруди призначені для забору води з джерела зрошення та подачі її до насосного обладнання. Вона повинна забезпечувати надходження необхідної кількості води до системи зрошення у період найбільшого водоспоживання овочевих культур. При влаштуванні водозабору необхідно передбачити захист від потрапляння великих механічних домішок, рослинних решток, мулу та інших забруднень, які можуть порушувати роботу насосів і фільтрів.

Насосний вузол є одним із головних елементів зрошувальної системи. Він забезпечує подачу води від джерела зрошення до фільтростанції, магістрального трубопроводу та поливних блоків. Насосне обладнання повинно створювати необхідну витрату води та напір, достатній для

подолання втрат у трубопроводах, фільтрах, фасонних частинах і для забезпечення робочого тиску в краплинних стрічках. Режим роботи насосної установки узгоджується з графіком поливу культур і черговістю роботи поливних блоків.



Рисунок 4.2 - Гідротехнічні споруди на зрошувальній мережі

Перед подачею води в краплинну мережу обов'язково передбачається фільтростанція. Її основне призначення — очищення води від механічних

домішок, піску, мулу, органічних частинок та інших включень, які можуть спричиняти засмічення емітерів поливної стрічки. Для систем краплинного зрошення фільтрація води має особливо важливе значення, оскільки емітери мають малий прохідний переріз і дуже чутливі до забруднення.

Фільтростанцію доцільно розміщувати після насосного обладнання перед входом води в магістральний трубопровід. Така схема дає змогу подавати в мережу вже очищену воду та захищати всі наступні елементи системи. До складу фільтростанції можуть входити сітчасті, дискові або піщано-гравійні фільтри, запірна арматура, манометри, вузол промивання та, за потреби, обладнання для внесення добрив із поливною водою.

На магістральних і розподільчих трубопроводах передбачаються гідранти-водовипуски. Вони призначені для підключення ділянкових трубопроводів, подачі води до окремих поливних блоків і регулювання роботи зрошувальної мережі. Гідранти встановлюють у місцях відгалуження трубопроводів або в точках підключення поливних ділянок. Їх кількість залежить від площі зрошуваного масиву, кількості блоків і прийнятої схеми розподілу води.

Гідранти повинні забезпечувати можливість окремого вмикання та вимикання поливних блоків. Це дозволяє проводити полив культур по чергово, підтримувати необхідний тиск у мережі та ефективно використовувати продуктивність насосного обладнання. Для зручності експлуатації гідранти розміщують у доступних місцях, поблизу меж поливних ділянок або технологічних проїздів.

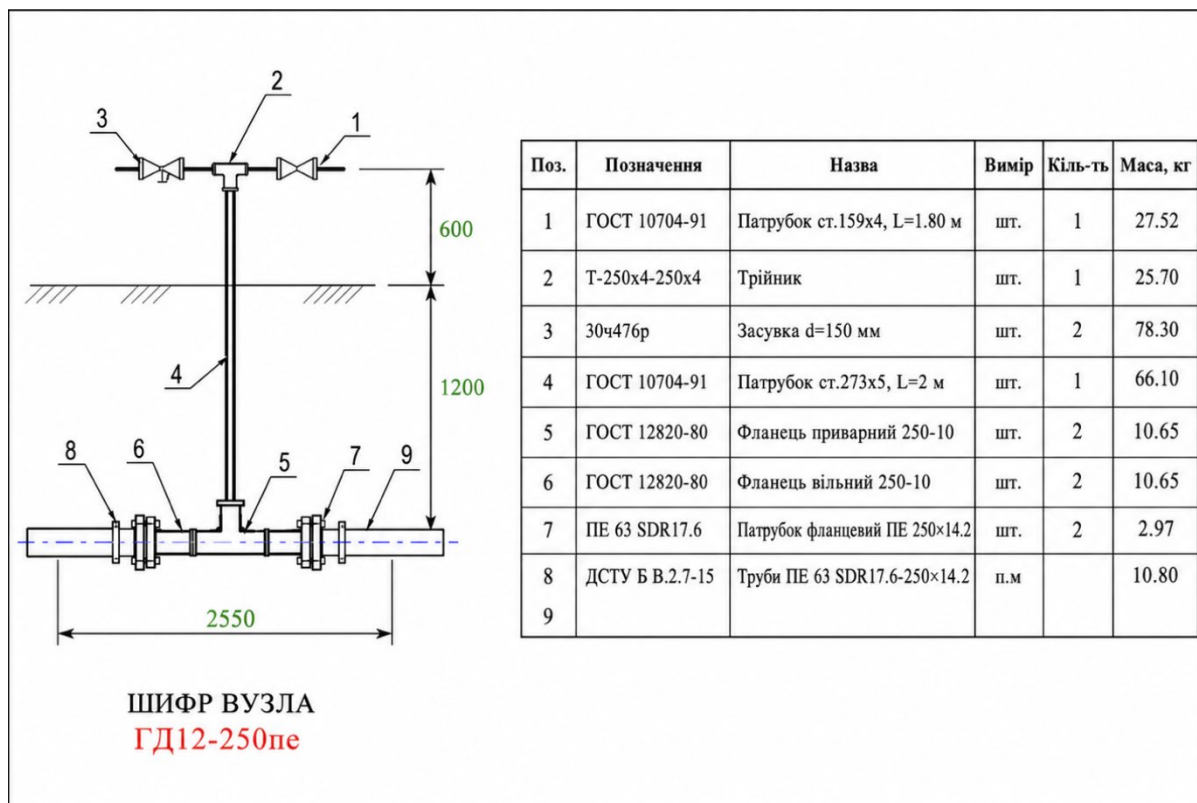


Рисунок 4.4 – Комплектування гідранта на зрошувальній мережі

У найвищих точках трубопроводів передбачається встановлення вантузів. Вони призначені для автоматичного видалення повітря із системи під час її заповнення водою та для впуску повітря під час спорожнення трубопроводів. Накопичення повітря в трубах може призводити до зменшення пропускної здатності, нерівномірної подачі води, гідравлічних ударів і порушення роботи системи, тому встановлення вантузів є необхідним елементом надійної експлуатації мережі.

У понижених точках зрошувальної мережі передбачаються скидні споруди або скидні крани. Вони використовуються для спорожнення трубопроводів після завершення поливного сезону, під час промивання мережі або виконання ремонтних робіт. Скидні пристрої також дають змогу видаляти з трубопроводів осади, які можуть накопичуватися в процесі експлуатації системи.

Для захисту поливних стрічок і ділянкових трубопроводів від засмічення на кінцях ліній передбачаються промивні пристрої. Вони дають змогу періодично промивати поливні лінії та видаляти дрібні частинки, що можуть накопичуватися всередині стрічок. Регулярне промивання є важливою умовою підтримання рівномірності поливу та продовження строку служби поливної мережі.

При проєктуванні гідротехнічних споруд необхідно враховувати умови експлуатації системи краплинного зрошення. Усі споруди повинні бути розміщені так, щоб забезпечити зручний під'їзд техніки, можливість огляду та обслуговування. Особливу увагу слід приділяти герметичності з'єднань, надійності арматури, захисту обладнання від механічних пошкоджень і можливості швидкого відключення окремих ділянок мережі.

Гідротехнічні споруди повинні працювати у взаємозв'язку з усіма елементами зрошувальної системи. Водозабірна споруда забезпечує надходження води до насосного вузла, насосна установка створює необхідний напір, фільтростанція очищує воду, магістральні та розподільчі трубопроводи транспортують її до поливних блоків, а гідранти, засувки та регулятори тиску забезпечують керування подачею води. Така послідовність роботи забезпечує стабільне функціонування системи краплинного зрошення.

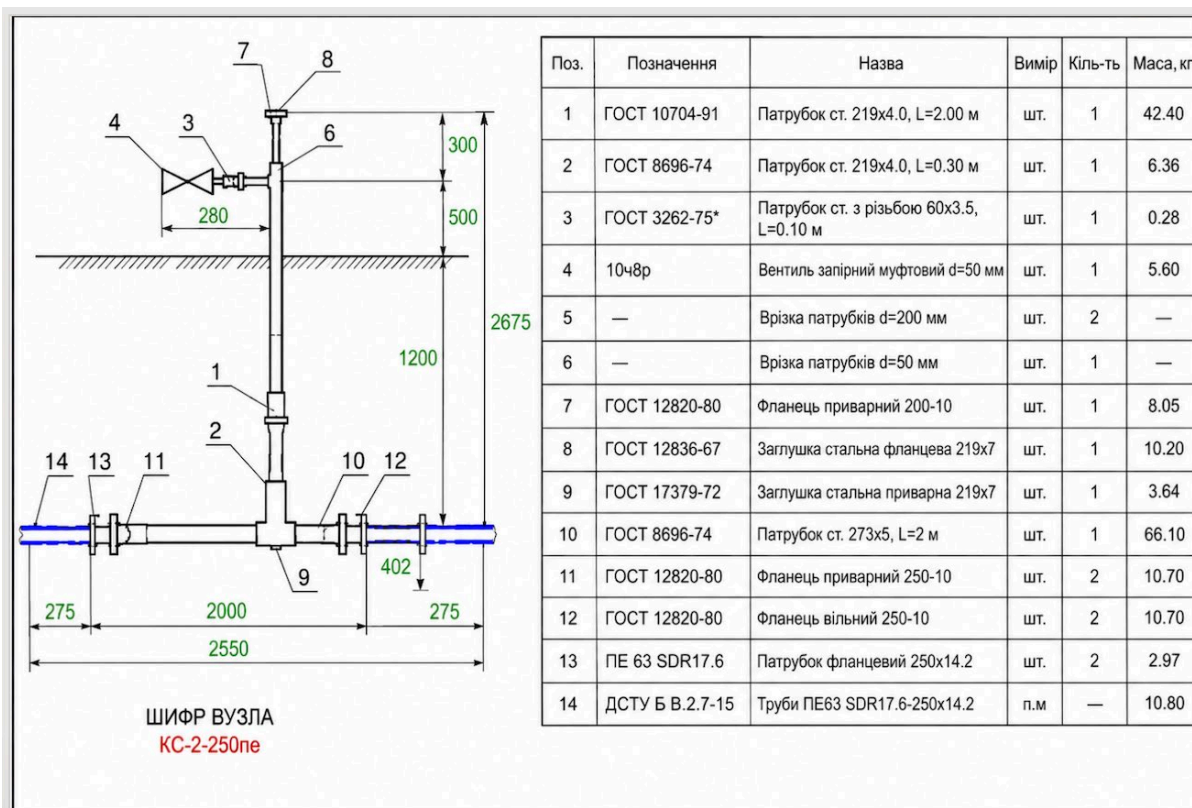


Рисунок 4.5 – Комплектування скидних споруд на зрошувальній мережі

Отже, на зрошувальній мережі фермерського господарства «Ратмир» передбачається влаштування комплексу гідротехнічних споруд, необхідних для забору, очищення, транспортування та розподілу поливної води. До основних споруд належать водозабірна споруда, насосний вузол, фільтростанція, гідранти-водовипуски, оглядові колодязі, засувки, вантузи та скидні пристрої. Їх правильне розміщення та надійна робота забезпечують ефективну експлуатацію системи краплинного зрошення, рівномірне водозабезпечення овочевих культур і раціональне використання водних ресурсів.

4.4 Проектування фільтростанції

Фільтростанція є ключовим технологічним вузлом у системі краплинного зрошення. Її призначення полягає в якісному очищенні води від механічних домішок, піску, мулу, органічних решток та інших завислих частинок, здатних спричинити засмічення емітерів. Враховуючи, що емітери краплинної стрічки *Aqua TraXX ERA 05081245* мають мінімальний прохідний переріз, забезпечення високого ступеня фільтрації є критично важливою умовою для підтримки стабільної роботи всієї системи та рівномірної подачі води (1,14 л/год).

У межах проєкту для ФГ «Ратмир» вузол фільтрації запроєктовано на ділянці після насосної станції перед входом у магістральний трубопровід. Така компоновка гарантує, що вся вода, яка подається до поливних блоків, проходить попереднє очищення, що суттєво мінімізує ризики пошкодження елементів мережі.

Технічна структура та принцип роботи: Склад фільтростанції включає:

Комбінований блок фільтрів (грубого та тонкого очищення);

Запірно-регулюючу арматуру (засувки, крани);

Вимірювальні прилади (манометри);

Систему промивання та скидні пристрої;

Вузол фертигації (для внесення поживних речовин).

Вибір типу фільтрів базується на аналізі якості води з джерела зрошення. З огляду на використання поверхневого джерела води, доцільно застосувати комбіновану схему: фільтр грубого очищення (для затримки великих часток та органіки) та фільтр тонкого очищення (для фінальної підготовки води).

Експлуатаційний контроль: На вході та виході фільтрувального вузла встановлено манометри. Моніторинг перепаду тиску дозволяє оперативно

визначати рівень засмічення фільтрувальних елементів. У разі зростання різниці тисків, система передбачає виконання промивки через спеціальні скидні пристрої. Регулярність технічного обслуговування визначається якістю води та інтенсивністю експлуатації системи.

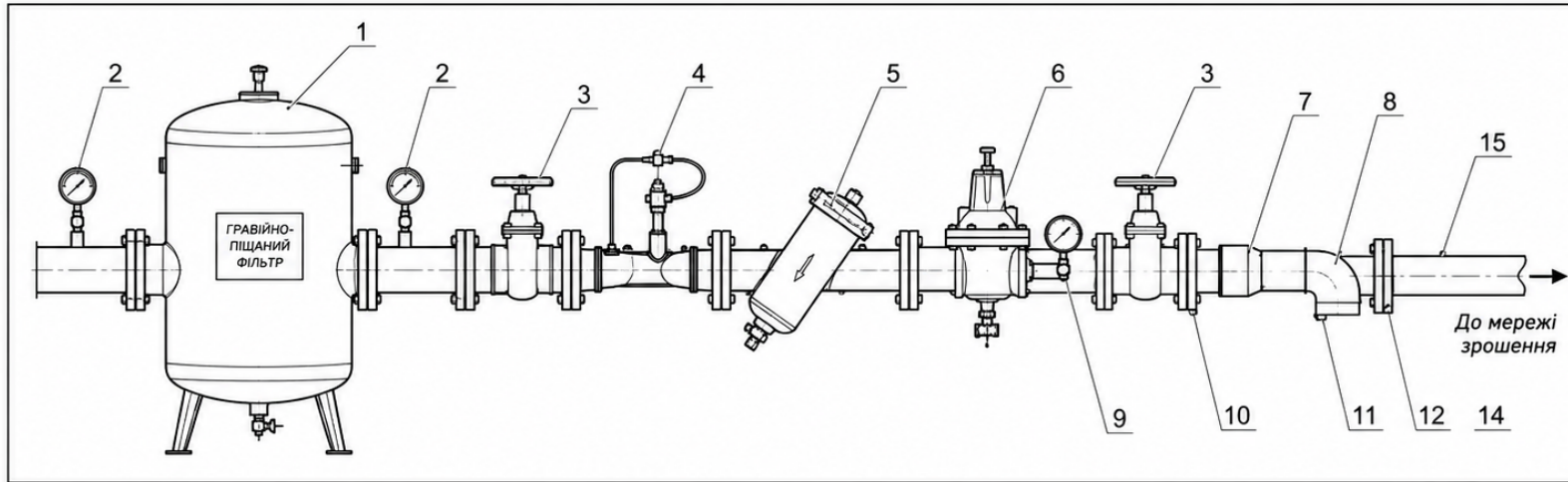
Інженерні аспекти розміщення: При проєктуванні вузла враховано необхідність раціонального розміщення обладнання:

1. **Доступність:** Майданчик облаштовано так, щоб забезпечити вільний підхід для обслуговування, очищення та заміни фільтрів.

2. **Герметичність:** Усі з'єднання трубопроводів розраховані на робочий тиск системи, що виключає витіки.

3. **Ефективність:** Втрати напору у фільтростанції враховано під час гідравлічних розрахунків, що дозволяє насосному обладнанню підтримувати необхідний тиск у поливних стрічках без перевитрат енергії.

Таким чином, запроєктована фільтростанція для ФГ «Ратмир» забезпечує надійний захист системи від засмічення, що сприяє підтримці заданого водного режиму та створює оптимальні умови для вирощування овочевих культур. Інтеграція вузла фертигації додатково підвищує ефективність використання системи, дозволяючи поєднувати полив із внесенням добрив безпосередньо у кореневу зону рослин.



Специфікація

Поз.	Позначення	Назва	Вимір	Кільк.	Маса, кг
1	F-1200	Гравійно-піщаний фільтр	шп.	1	180,0
2	M-100	Манометр, 0–1,6 МПа, Ø100 мм	шп.	2	0,60
3	Z-100	Засувка клинова з обгумованим клином, PN16, DN100	шп.	2	12,5
4	V-1½	Вузол фертигації Venturi 1½" з краном і шлангом	шп.	1	3,0
5	DF-120	Дисковий фільтр, 2", 120 mesh	шп.	1	5,5
6	PRV-2	Регулятор тиску, 2", 0,5–4,0 бар	шп.	1	7,0
7	P-100-90	Перехід редуційний DN100×DN90	шп.	1	1,2
8	EL-90-90	Відвід 90°, DN90	шп.	1	1,4
9	M-100	Манометр, 0–1,6 МПа, Ø100 мм	шп.	1	0,60
10	FP-100	Фланець приварний PN16, DN100	шп.	2	2,10
11	FF-100	Фланець вільний PN16, DN100	шп.	2	1,80
12	G-100	Прокладка гумова, DN100, PN16	шп.	2	0,10
13	SP-90	Патрубок сталевий, DN90, L=500 мм	шп.	1	2,60
14	PE-90	Труба ПНД ПЕ100, PN10, DN90	м	1,0	1,50
15	OUT	Вихід до мережі зрошення	компл.	1	—

Рисунок 4.6 – Монтажна схема фільтростанції

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Організація безпечного виконання робіт під час будівництва та експлуатації системи краплинного зрошення

Охорона праці під час будівництва та експлуатації системи краплинного зрошення у ФГ «Ратмир» є невід'ємною частиною виробничого циклу. Вона спрямована на створення безпечних умов праці, мінімізацію ризиків виробничого травматизму та забезпечення надійності функціонування меліоративної мережі.

Основні організаційні вимоги:

Інструктаж та допуск: До виконання робіт допускаються особи, які пройшли вступний та первинний інструктажі, мають відповідну кваліфікацію та відсутність медичних протипоказань.

Земляні роботи: При розробці траншей суворо дотримуються правил техніки безпеки: враховується глибина закладання, стан ґрунту та наявність комунікацій. Перебування персоналу в зоні роботи землерийної техніки (екскаваторів) заборонено.

Монтажні та вантажно-розвантажувальні операції: Переміщення труб, арматури та обладнання здійснюється з використанням справних такелажних пристроїв. Забороняється знаходження працівників під піднятим вантажем.

Робота у несприятливих умовах: Враховуючи сезонність експлуатації (літній період), для запобігання тепловим ударам впроваджується режим праці та відпочинку, забезпечується питний режим та використання захисного спецодягу.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ): Весь персонал забезпечується спецодягом, захисним взуттям, рукавицями та головними уборами. При роботі з арматурою чи інструментами обов'язковим є дотримання заходів безпеки для запобігання механічним травмам.

Порядок експлуатаційного контролю: Технічне обслуговування (огляд трубопроводів, промивання фільтрів, перевірка роботи насосної станції) проводиться виключно після зупинки відповідного обладнання та перевірки безпечного тиску в системі.

5.2 Вимоги безпеки під час роботи з насосним обладнанням, трубопроводами та фільтростанцією

Надійне функціонування системи краплинного зрошення неможливе без дотримання суворих правил експлуатації її ключових вузлів: насосної станції, блоку фільтрації та трубопровідної мережі. Робота цього обладнання супроводжується підвищеним тиском води, використанням електричних приводів та функціонуванням рухомих механічних частин, що вимагає впровадження комплексних заходів безпеки.

Технічне обслуговування насосного обладнання:

Розміщення: Насосна установка монтується на облаштованому майданчику, який забезпечує вільний доступ для проведення планового обслуговування та ремонтних робіт.

Пусконаладжувальні вимоги: Запуск насоса дозволяється виключно після комплексного тестування електрообладнання, заземлення та герметичності всіх гідравлічних з'єднань.

Заходи безпеки під час роботи: Категорично забороняється проведення будь-якого ремонту, підтягування кріплень або маніпуляцій із вузлами під тиском. При виникненні сторонніх вібрацій, шумів чи перегріву

електродвигуна експлуатація має бути негайно припинена до повного відключення від електромережі та скидання тиску.

Безпека роботи фільтростанції:

Моніторинг: Експлуатація вузла очищення передбачає постійний контроль перепаду тиску за допомогою манометрів (на вході та виході). Критичне зростання цього показника є сигналом для промивання елементів, що фільтрують.

Техніка безпеки: Забороняється розбирання корпусу фільтра або зміна його внутрішніх компонентів, доки система перебуває під робочим тиском. Промивання та обслуговування здійснюються із використанням необхідних засобів індивідуального захисту (рукавиці, окуляри) після повного перекриття подачі води.

Експлуатація трубопровідної мережі та краплинних стрічок:

Дотримання робочого тиску: Система має працювати в чітко визначеному діапазоні тиску. Поступове відкриття засувки під час запуску запобігає виникненню гідравлічних ударів, які можуть зруйнувати фітинги чи краплинні стрічки.

Герметичність: Виявлення витоків вимагає негайного припинення подачі води на відповідну ділянку для виконання ремонтних робіт у безнапірному режимі.

Догляд за стрічками: Поливні стрічки потребують дбайливого ставлення: запобігання перегибам, надмірному натягу та механічним пошкодженням технікою. По закінченню сезону стрічки підлягають обов'язковому промиванню та підготовці до зберігання згідно з технологічним регламентом.

Правила фертигації: При проведенні підживлення рослин шляхом внесення мінеральних добрив через систему зрошення персонал зобов'язаний використовувати засоби індивідуального захисту (захисний одяг, рукавиці). Усі ємності для зберігання поживних розчинів підлягають

обов'язковому маркуванню, а скидання залишків розчинів у невстановлених місцях заборонено.

Безпечна експлуатація технічних вузлів зрошувальної системи досягається через систематичний технічний контроль, дотримання гідравлічних параметрів та високу дисципліну обслуговуючого персоналу. Суворе виконання цих вимог дозволяє мінімізувати ймовірність виникнення аварійних ситуацій та продовжити ресурс експлуатації системи.

5.3 Заходи безпеки в надзвичайних ситуаціях на зрошуваному масиві

Під час будівництва та експлуатації системи краплинного зрошення можливе виникнення надзвичайних ситуацій (НС) природного, техногенного або виробничого характеру.

Основні джерела небезпек:

Природні: грози, сильні вітри, пилові бурі, зливові опади, що можуть призвести до підтоплення ділянок.

Техногенні та виробничі: пожежі, аварійні розриви трубопроводів, вихід з ладу насосного обладнання, ураження електричним струмом або розлив концентрованих розчинів мінеральних добрив.

Алгоритм дій персоналу при виникненні НС:

Технічні аварії (трубопроводи, насоси): У разі витоку води чи механічних пошкоджень необхідно негайно припинити подачу води шляхом зупинки насосної станції або закриття запірної арматури. Ремонтні роботи проводяться лише після скидання тиску в мережі та відключення електроживлення.

Пожежна безпека: Забороняється розведення відкритого вогню поблизу місць зберігання поливних стрічок та паливно-мастильних матеріалів. У разі загоряння персонал використовує первинні засоби

пожежогасіння, знеструмлює обладнання та повідомляє відповідальні служби.

Несприятливі погодні умови: При наближенні грози всі роботи на відкритій місцевості припиняються; працівникам заборонено перебувати поблизу металевих конструкцій та насосного вузла. Аналогічні дії передбачені при виникненні сильного вітру чи пилових бур.

Хімічна небезпека (фертигація): При розливі добрив проводиться локалізація зони забруднення для запобігання потраплянню речовин у відкриті водойми. Персонал при цьому обов'язково використовує засоби індивідуального захисту (ЗІЗ).

Превентивні заходи: Для мінімізації ризиків передбачається систематичний технічний контроль обладнання перед початком поливного сезону. Усі працівники проходять інструктаж щодо розташування засобів пожежогасіння, аптечок першої допомоги та евакуаційних шляхів.

Безпека експлуатації системи досягається через превентивне запобігання аваріям, забезпечення справності технічних вузлів та високий рівень підготовки персоналу. Запропоновані заходи дозволяють суттєво знизити ризики травматизму та мінімізувати екологічну шкоду.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розроблено проект системи краплинного зрошення овочевої сівозміни у фермерському господарстві «Ратмир» Павлоградського району Дніпропетровської області. Необхідність проєктування такої системи зумовлена природно-кліматичними умовами району, зокрема недостатнім і нерівномірним зволоженням, високими літніми температурами, тривалими посушливими періодами та частим проявом суховіїв упродовж вегетаційного періоду.

У першому розділі було охарактеризовано природні умови району зрошення. Встановлено, що територія Павлоградського району належить до степової зони України, для якої характерні рівнинний рельєф, поширення родючих чорноземних ґрунтів, недостатня кількість атмосферних опадів та високий рівень випаровування. Геологічні та гідрогеологічні умови району загалом є сприятливими для влаштування закритої зрошувальної мережі, однак потребують дотримання раціональних поливних норм з метою недопущення перезволоження та вторинного засолення ґрунтів.

Джерелом зрошення для фермерського господарства «Ратмир» прийнято поверхневі води річки Самара, яка є важливим водним об'єктом Павлоградського району. Використання цього джерела для потреб краплинного зрошення є доцільним за умови влаштування насосного обладнання та фільтростанції, що забезпечує очищення води від механічних домішок перед її подачею в поливну мережу.

У роботі наведено характеристику сільськогосподарського виробництва фермерського господарства «Ратмир» та обґрунтовано доцільність упровадження краплинного зрошення для овочевої сівозміни. Запроєктована сівозміна включає вирощування томатів, огірків, цибулі та перцю. Загальна площа зрошуваної овочевої ділянки становить 55,53 га. Таке поєднання культур є доцільним для умов господарства, оскільки вони

мають високу господарську цінність, але водночас потребують стабільного водозабезпечення у критичні фази росту й розвитку.

У процесі обґрунтування меліоративних заходів встановлено, що природне вологозабезпечення не задовольняє потреб овочевих культур протягом вегетаційного періоду. Розрахунок показників випаровуваності, атмосферних опадів та індексу посушливості підтверджує наявність дефіциту вологи, особливо у літні місяці. Це доводить необхідність застосування штучного зволоження ґрунту, а саме системи краплинного зрошення.

Для проєктованої системи прийнято краплинну поливну стрічку Aqua TraXX ERA 05081245 діаметром 16 мм, товщиною стінки 0,20 мм, з відстанню між емітерами 30 см і витратою одного емітера 1,14 л/год. Застосування такої стрічки забезпечує рівномірну подачу води безпосередньо в зону розміщення кореневої системи рослин, зменшує втрати води на випаровування та сприяє формуванню оптимального водного режиму ґрунту.

У розділі проєктування і розрахунку зрошувальної мережі обґрунтовано конструкцію закритої тупикової мережі з використанням поліетиленових трубопроводів, гідрантів, запірно-регулюючої арматури, скидних пристроїв, вантузів та фільтростанції. Така конструкція забезпечує надійне транспортування води від джерела зрошення до поливних блоків, можливість регулювання подачі води та почергового поливу окремих ділянок овочевої сівозміни.

Гідравлічний розрахунок закритої тупикової зрошувальної мережі дозволяє визначити розрахункові витрати води, підібрати діаметри трубопроводів, встановити швидкості руху води та втрати напору в мережі. Це є необхідною умовою для забезпечення стабільного робочого тиску в системі, рівномірного зволоження поливних ділянок і ефективної роботи краплинних стрічок.

У роботі також передбачено проєктування гідротехнічних споруд на зрошувальній мережі. До їх складу входять водозабірні споруди, насосний вузол, фільтростанція, гідранти, оглядові колодязі, засувки, вантузи та скидні пристрої. Їх правильне розміщення забезпечує зручність експлуатації системи, можливість контролю за її роботою, своєчасне обслуговування та запобігання аварійним ситуаціям.

Окрему увагу приділено проєктуванню фільтростанції. Її встановлення є обов'язковим елементом системи краплинного зрошення, оскільки якість поливної води безпосередньо впливає на роботу емітерів. Фільтростанція забезпечує очищення води від піску, мулу, органічних решток та інших домішок, що дозволяє запобігти засміченню краплинних стрічок і підтримувати рівномірність поливу.

У розділі з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях розроблено заходи, спрямовані на безпечне виконання робіт під час будівництва та експлуатації системи краплинного зрошення. Розглянуто вимоги безпеки під час роботи з насосним обладнанням, трубопроводами, фільтростанцією, запірною арматурою та поливними стрічками. Також визначено порядок дій у разі виникнення аварійних ситуацій, пожежі, пошкодження трубопроводів, несправності насосного обладнання або несприятливих погодних умов.

Економічна ефективність проєкту полягає у підвищенні врожайності овочевих культур, зменшенні непродуктивних втрат води, раціональному використанні енергетичних і трудових ресурсів, а також у покращенні якості отриманої продукції. Упровадження краплинного зрошення дозволяє стабілізувати виробництво овочів навіть у посушливі роки, що має важливе значення для підвищення прибутковості фермерського господарства.

Отже, розроблений проєкт системи краплинного зрошення овочевої сівозміни у фермерському господарстві «Ратмир» є технічно обґрунтованим, агрономічно доцільним та економічно ефективним. Його

реалізація дасть змогу забезпечити оптимальний водний режим ґрунту, підвищити врожайність томатів, огірків, цибулі та перцю, покращити якість овочевої продукції, зменшити витрати води та створити умови для стабільного розвитку овочівництва в умовах Павлоградського району Дніпропетровської області.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Водний кодекс України: Закон України від 06.06.1995 р. № 213/95-ВР.
2. Земельний кодекс України: Закон України від 25.10.2001 р. № 2768-III.
3. Закон України «Про меліорацію земель» від 14.01.2000 р. № 1389-XIV.
4. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 р. № 2694-XII.
5. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 р. № 1264-XII.
6. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» від 23.05.2017 р. № 2059-VIII.
7. ДБН В.2.4-1-99. Меліоративні системи та споруди. Київ: Держбуд України, 1999.
8. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Київ: Мінрегіонбуд України, 2012.
9. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. Київ: Мінекономрозвитку України, 2014.
10. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011.
11. ДСТУ Б В.2.7-151:2008. Труби поліетиленові для подачі холодної води. Технічні умови. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009.
12. ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016.
13. ДСТУ ISO 45001:2019. Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2020.
14. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві: НПАОП 01.0-1.01-12. Київ, 2012.
15. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів: НПАОП 40.1-1.21-98. Київ, 1998.

- 16.Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів: ДСП 173-96. Київ, 1996.
- 17.Методика визначення економічної ефективності використання у сільському господарстві результатів науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, нової техніки, винаходів і раціоналізаторських пропозицій. Київ: Урожай, 1986.
- 18.Ромашенко М. І., Балюк С. А. Зрошення земель в Україні: стан та шляхи поліпшення. Київ: Аграрна наука, 2000.
- 19.Ромашенко М. І., Шевченко А. М., Савчук Д. П. Сучасні проблеми водних меліорацій в Україні. Київ: Аграрна наука, 2015.
- 20.Ромашенко М. І., Корюненко В. М., Калєніч П. Є. Краплинне зрошення овочевих культур. Київ: Інститут водних проблем і меліорації НААН, 2012.
- 21.Ромашенко М. І., Яцюк М. В., Шевченко А. М. Водні ресурси та меліорація земель в Україні. Київ: Аграрна наука, 2014.
- 22.Гончарук В. В. Наукові основи технологій підготовки води. Київ: Наукова думка, 2009.
- 23.Айдаров І. П., Голованов О. В., Мамаєв М. Г. Зрошувальні меліорації. Київ: Вища школа, 1990.
- 24.Коваленко П. І., Рокочинський А. М., Волк П. П. Меліорація земель. Рівне: НУВГП, 2015.
- 25.Рокочинський А. М., Турченко В. О., Приходько Н. В. Проектування меліоративних систем. Рівне: НУВГП, 2010.
- 26.Ковальчук П. І., Коваленко П. І. Меліоративне землеробство. Київ: Урожай, 1992.
- 27.Лозовіцький П. С. Меліорація ґрунтів та оптимізація ґрунтових процесів. Київ: Аграрна наука, 2011.

- 28.Балюк С. А., Медведєв В. В., Трускавецький Р. С. Ґрунти України: властивості, генезис, менеджмент родючості. Харків: Міська друкарня, 2012.
- 29.Медведєв В. В. Моніторинг ґрунтів України. Харків: Антіква, 2002.
- 30.Атлас ґрунтів Української РСР / за ред. Н. К. Крупського, М. І. Полупана. Київ: Урожай, 1979.
- 31.Агрокліматичний довідник по Дніпропетровській області. Київ: Гідрометеовидав, 1986.
- 32.Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. Київ: Вид-во Раєвського, 2003.
- 33.Маринич О. М., Шищенко П. Г. Фізична географія України. Київ: Знання, 2005.
- 34.Національний атлас України / гол. ред. Л. Г. Руденко. Київ: ДНВП «Картографія», 2007.
- 35.Третяк А. М. Землевпорядне проєктування. Київ: Аграрна наука, 2013.
- 36.Тараріко О. Г. Агроєкологічні основи ґрунтозахисного землеробства. Київ: Урожай, 1990.
- 37.Бондаренко Г. Л., Яковенко К. І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків: Основа, 2001.
- 38.Барабаш О. Ю. Овочівництво. Київ: Вища школа, 1994.
- 39.Болотських О. С. Овочівництво. Харків: Фоліо, 2002.
- 40.Скрипник О. В., Куц О. В. Технологія вирощування овочевих культур у відкритому ґрунті. Харків: Інститут овочівництва і баштанництва НААН, 2016.
- 41.Довідник з овочівництва / за ред. Г. Л. Бондаренка. Київ: Урожай, 1990.
- 42.Технології вирощування овочевих культур при краплинному зрошенні: методичні рекомендації. Київ: Інститут водних проблем і меліорації НААН, 2014.

43. Aqua TraXX Drip Tape. Product Specification Manual. Toro Micro-Irrigation, 2018.
44. Toro Micro-Irrigation. Design Manual for Drip Irrigation Systems. Toro Company, 2019.
45. Державне агентство водних ресурсів України. Офіційні матеріали щодо водних ресурсів України. Київ, 2024.

ДОДАТКИ

Додаток А

Методика розрахунків

Розрахунок визначення водного дефіциту

Для визначення величини E за місячні періоди можна скористатися формулою М.М.Іванова

$$E_m = 0,18 \cdot (t_m - 25)^2 \left(1 - \frac{a_m}{100}\right),$$

де t_m – температура повітря, $^{\circ}\text{C}$;

a_m – середньомісячна відносна вологість повітря, %.

Методика вибору розрахункового року

В даній кваліфікаційній роботі розрахунок вівся в такій послідовності:

- а) для кожної овочевої культури, що входить в розрахункову сівозмину, знаходили дефіцит водоспоживання за кожен рік спостережень (додаток А, табл. А1);
- б) розраховували за кожен рік середньозважений дефіцит для сівозміни за формулою

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

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

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

$F_1, F_2, \dots, F_n$ – зрошувана площа, що займає кожна культура сівозміни, га;

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

- в) розмістити значення щорічних середньозважених дефіцитів водоспоживання в порядку зростання і знайти забезпеченість кожного значення за формулою (додаток А, табл. А.2)

$$p = \frac{m}{n + 1} \cdot 100\%$$

де p – забезпеченість кожного року, %;

m – порядковий номер в розрахунковому ряду;

n – кількість членів ряду (років спостережень), в даному проекті їх було 71 (1946-2013 рр.).

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

В даній роботі такими роками є 1975, 1954, 1959, 2009, 1986 рр. середні значення метеорологічних факторів за ці роки і будуть роком-моделлю (додаток А.3). Для подальших розрахунків режимів зрошення по кожному з полів сівозміни використовують дані декадних дефіцитів водоспоживання цих полів за розрахований рік.

Методика визначення норм і строків поливу

Розрахункове (як правило, найбільше) значення поливної норми можна визначити за запропонованою О.М. Костяковим формулою [17]

$$m = 10gH(b_{HB} - b_{дон}) \cdot S,$$

де m – розрахункова поливна норма, мм;

H – розрахункова глибина кореневмісного шару ґрунту, м;

g – щільність розрахункового шару ґрунту, т/м³ або г/см³;

$b_{нв}$ та $b_{доп}$ – вологість ґрунту, що відповідає найменшій вологості та допустимому порозу 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. 3.2.

Тривалість поливу при краплинному зрошенні визначають за формулою

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

де η – коефіцієнт використання води, при якісному і своєчасному

проведенні поливу можна прийняти $\eta=1$;

q_0 – витрата крапельниці, л/год.

Методика гідравлічного розрахунку

В якості матеріалів розподільчих трубопроводів прийняті поліетиленові труби типу ПЕ 63 SQR17,6 S 8,3, що розраховані на максимальний тис 0,6 МПа. В якості ділянкових трубопроводів прийняті вінілові лейфлети T-Tape від John Deere Water. Економічно найвигідніші діаметри розподільних трубопроводів (мм) можна визначити за формулою

$$d = 1000 \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}} = 1130 \sqrt{\frac{Q}{v}},$$

де Q – витрати води в трубопроводі, м³/с;

v – оптимальна швидкість руху води, м/с.

$$d = 1000 \sqrt{\frac{4 \cdot Q_m \cdot 0,55}{\pi \cdot v}} = 1130 \sqrt{\frac{Q_m \cdot 0,55}{v}}$$

де Q_m – шляхові витрати на початку ділянки, м³/с;

0,55 – коефіцієнт, що враховує зменшення витрати по довжині.

Як правило, швидкість води в пластмасових трубах приймають рівною 1-2 м/с. В даному проекті приймаємо 2 м/с, а отриманий за формулою діаметр округлено до більшого стандартного.

Для трубопроводів на ділянках під помідорами і огірками застосовані стандартні гнучкі прийняті трубопроводи моделі B-LAYFLAT 100 (внутрішній діаметр 104 мм) і під капусту, цибулю і перець – B-LAYFLAT 150 (внутрішній діаметр 155 мм).

Для трубопроводів розподільчої зрошувальної мережі розташованої під землею на глибині 1,20 м, розрахункова витрата однакова 45,2 л/с, так як згідно графіка поливів одночасно буде полив однієї ділянки під цибулею або дві ділянки під інші культури. Під таку витрату підібрані поліетиленові труби ПЕ 63 SQR17,6 S 8,3 діаметром: зовнішнім – 250 мм, внутрішнім – 222 мм, із товщиною стінки 10,8 мм.

За прийнятим стандартним діаметром труб і витратою уточнюють швидкість руху води за формулою

$$v_{сер} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_{cm}^2},$$

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

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

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

де l – довжина трубопроводу (ділянки), м;

g – швидкість прискорення вільного падіння, м/с²;

λ – гідравлічний коефіцієнт тертя.

Для спрощення розрахунку скористаємось модифікованою емпіричною формулою для пластмасових труб

$$h_l = l \cdot i = l \cdot 0,000685 \frac{v^{1,774}}{d_{cm}^{1,226}}$$

Для ділянкових трубопроводів з розподіленою витратою по довжині

$$h_l = \frac{1}{3} l \cdot i = \frac{1}{3} l \cdot 0,000685 \frac{v^{1,774}}{d_{cm}^{1,226}},$$

Втрати напору на подолання місцевих опорів приймають як для гідравлічно довгих трубопроводів, тобто $h_m = 0,1 \cdot h_l$.

Загальні втрати напору в трубопроводі визначають як суму втрат по довжині та місцевих, тобто

$$h_w = h_l + h_m = 1,1 \cdot h_l.$$

Розрахунок ведуть в два наближення. Перше наближення починають з кінцевих ділянок (гідрантів зрошувальної мережі).

Відмітки п'єзометричної лінії останнього (кінцевого) гідранта польового трубопроводу визначають за формулою

$$\nabla_{плк} = \nabla_{пз} + h_0 + \Delta h_{маш} + \Delta h_{гидр},$$

де $\nabla_{пз}$ – відмітка поверхні землі біля гідранта, м;

h_0 – необхідний вільний напір для рівномірного розподілу води у всі водовипуски, м;

$\Delta h_{\text{маш}}$ – втрати напору в машині за рахунок нерівностей поля, м;

$\Delta h_{\text{гидр}}$ – втрати напору на гідранті, м.

Необхідний вільний напір для роботи краплинної стрічки Aqua TraXX ERA5081245 прийнятий 10 м або 1,0 бар [21].

Відмітка п'езометричної лінії в голові (початку) трубопроводу буде рівною відмітці п'езометричної лінії кінця ділянки додати загальні втрати напору в цьому трубопроводі

$$\nabla_{\text{плп}} = \nabla_{\text{плк}} + h_w.$$

Якщо від якогось вузла розподільного трубопроводу відходить два або більше трубопроводів меншого порядку то відмітку п'езометричної лінії для вузла приймають як найбільшу в головах цих трубопроводів.

В другому наближенні розрахунок ведуть послідовно від початку мережі (насосної станції) до кінцевих гідрантів. Отже, перше наближення необхідне для визначення потрібної відмітки п'езометричного рівня на початку всієї мережі, а друге наближення служить для безпосереднього підбору діаметрів трубопроводів і визначення напору на кожній ділянці і на кожному вузлі зрошувальної мережі [19].

Повний напір насосної станції розраховують за формулою

$$H = \nabla_{\text{пл.гол}} - \nabla_{\text{рвнс}},$$

де $\nabla_{\text{пл.гол}}$ – відмітка п'езометричної лінії в голові магістрального трубопроводі (насосній станції), м;

$\nabla_{\text{рвнс}}$ – мінімальна відмітка рівня води в джерелі зрошення, в місці забору води насосною станцією, м.

Всі розрахунки наведені в додатку В та рис. 4.1.

В даній роботі потрібний напір насосної станції складе 22,09 м.

Потрібну потужність насосної станції можна визначити за формулою

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H \cdot 1,03}{1000 \cdot \eta_n \cdot \eta_{ds}},$$

де ρ – густина води, $\rho=1000$ кг/м³;

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

Q – розрахункова витрата насосної станції, м³/с;

H – напір насосної станції, м;

η_n – ККД насоса

Додаток А1

Розрахунок ведеться за даними метеостанції Павлоград

Вибір року здійснюється за дефіцитами водоспоживання
сільськогосподарських культур

Задіяно в розрахунку 4 культур

Помідори безрозсадні 8.00, Огірки 4.00, Перець 4.00,
Цибуля 4.00

Всього 20.00

Дефіцит водоспоживання культур за багаторічний період

Рік	k1	k2	k3	k4	Сер.
1937	305	188	281	223	260
1938	310	196	271	213	260
1939	368	198	323	258	303
1946	322	231	322	223	284
1947	481	340	475	341	423
1948	253	100	242	151	200
1949	250	93	218	155	193
1950	262	139	262	163	218
1951	404	257	395	276	347
1952	270	157	270	184	230
1953	337	204	331	234	289
1954	399	220	368	264	330
1955	328	211	328	225	284
1956	184	112	184	98	152
1957	450	277	432	326	387
1958	174	109	173	90	144
1959	353	270	353	252	316
1960	231	164	231	140	199
1961	312	169	292	212	260
1962	318	173	299	215	265
1963	354	204	332	246	298
1964	258	139	242	153	210
1965	276	164	254	172	228
1966	277	148	232	182	223
1967	295	196	272	199	251
1968	407	256	373	290	347
1969	229	128	229	134	190
1970	271	163	259	176	228
1971	326	188	313	222	275
1972	439	243	394	311	365
1973	137	60	137	60	
106					
1974	200	108	196	122	165
1975	404	255	377	287	346
1976	61	22	61	23	
46					
1977	0				

Продовження додатку А1

1978	110	62	110	43	87
1979	421	287	407	281	364
1980	136	90	136	73	
114					
1981	305	200	305	209	265
1982	236	126	221	157	195
1983	307	177	275	205	
254					
1984	251	162	238	153	
211					
1985	186	90	179	91	
146					
1986	391	213	364	271	
326					
1987	199	99	194	117	
162					
1988	131	81	131	65	
107					
1989	221	162	221	147	
194					
1990	180	123	180	99	
1991	256	181	256	169	
224					
1992	263	147	246	175	
219					
1993	189	94	189	112	
154					
1994	329	178	286	229	
270					
1995	281	179	273	182	
239					
1996	345	212	345	248	
299					
1997	25	14	25	13	
20					
1998	281	146	261	188	
231					
1999	259	174	247	148	
217					
2000	196	110	196	118	
163					
2001	266	159	252	177	
224					
2002	300	214	280	198	
259					
2003	282	180	260	162	
233					
2004	20	6	20	3	
14					
2005	232	115	207	144	
186					

2006	261	167	261	187
227				
2007	429	240	389	295
356				
2008	348	161	308	240
281				
2009	355	243	355	251
312				
2010	271	89	225	171
205				
2011	203	84	178	109
155				
2012	383	231	333	262
318				
2013	317	200	273	223
266				
2014	173	58	168	77
130				
2015	302	157	265	199
245				
2016	280	145	246	189
228				
2017	341	223	329	240
295				
2018	290	175	248	185
238				
2019	242	148	205	152
198				

Вибір року			
№	Год	SD, мм	p, %
1	1977	0	1.3
2	2004	14	2.6
3	1997	20	3.8
4	1976	46	5.1
5	1978	87	6.4
6	1973	106	7.7
7	1988	107	9.0
8	1980	114	10.3
9	2014	130	11.5
10	1958	144	12.8
11	1985	146	14.1
12	1956	152	15.4
13	1990	153	16.7
14	1993	154	17.9
15	2011	155	19.2
16	1987	162	20.5
17	2000	163	21.8
18	1974	165	23.1
19	2005	186	24.4
20	1969	190	25.6
21	1949	193	26.9
22	1989	194	28.2
23	1982	195	29.5
24	2019	198	30.8

25	1960	199	32.1
26	1948	200	33.3
27	2010	205	34.6
28	1964	210	35.9
29	1984	211	37.2
30	1999	217	38.5
31	1950	218	39.7
32	1992	219	41.0
33	1966	223	42.3
34	1991	224	43.6
35	2001	224	44.9
36	2006	227	46.2
37	1965	228	47.4
38	1970	228	48.7
39	2016	228	50.0
40	1952	230	51.3
41	1998	231	52.6
42	2003	233	53.8
43	2018	238	55.1
44	1995	239	56.4
45	2015	245	57.7
46	1967	251	59.0
47	1983	254	60.3
48	2002	259	61.5
49	1937	260	62.8
50	1938	260	64.1
51	1961	260	65.4
52	1962	265	66.7
53	1981	265	67.9
54	2013	266	69.2
55	1994	270	70.5
56	1971	275	71.8
57	2008	281	73.1
58	1946	284	74.4
59	1955	284	75.6
60	1953	289	76.9
61	2017	295	78.2
62	1963	298	79.5
63	1996	299	80.8
64	1939	303	82.1
65	2009	312	83.3
66	1959	316	84.6
67	2012	318	85.9
68	1986	326	87.2
69	1954	330	88.5
70	1975	346	89.7
71	1951	347	91.0
72	1968	347	92.3
73	2007	356	93.6
74	1979	364	94.9
75	1972	365	96.2
76	1957	387	97.4
77	1947	423	98.7

Всього спостереження проведені за 77років

Додаток А2

МЕТЕОРОЛОГІЧНІ ДАНІ РОКУ-МОДЕЛІ

Розрахунок ведеться за дефіцитами водоспоживання

Найближча метеостанція - Павлоград

Ймовірнісна забезпеченість розрахункового року - 75 %

Вибрані роки

2017

1953

1955

1946

2008

0

Декада	h, мм	d, мм	t, °C	b	km
1 березень	1.6	0.8	2.0	0.95	1.00
2 березень	10.8	1.3	2.2	1.00	1.00
3 березень	5.6	2.7	5.0	1.05	1.00
1 квітень	10.3	3.1	7.6	1.09	1.00
2 квітень	26.8	3.8	7.9	1.13	1.00
3 квітень	24.6	4.6	10.5	1.18	0.99
1 травень	7.8	7.3	14.5	1.23	0.97
2 травень	17.3	7.3	15.4	1.26	0.95
3 травень	19.0	6.4	16.7	1.30	0.94
1 червень	9.5	11.5	19.7	1.32	0.94
2 червень	15.2	10.0	20.3	1.33	0.93
3 червень	13.5	12.9	22.4	1.33	0.92
1 липень	13.1	11.9	21.3	1.32	0.91
2 липень	14.7	12.8	22.3	1.30	0.91
3 липень	13.1	14.3	23.5	1.29	0.91
1 серпень	4.3	10.4	22.9	1.24	0.90
2 серпень	3.9	14.7	24.7	1.20	0.90
3 серпень	14.4	10.4	22.8	1.15	0.90
1 вересень	3.9	9.1	19.5	1.11	0.92
2 вересень	12.0	7.8	16.9	1.06	0.93
3 вересень	21.1	5.1	13.3	1.01	0.94
1 жовтень	5.2	1.6	4.9	0.97	0.98
2 жовтень	3.8	1.0	4.3	0.92	0.99
3 жовтень	5.2	0.8	2.8	0.88	1.00

Продовження додатку А2

Найближча метеостанція - Павлоград
 Розрахунок дефіциту водоспоживання
 Помідори безрозсадні

Декада	E	P	dW	Wg	D	SD	bm	h	mm	mk
тр										
2 травень	13.2	17.3	19.8	0.0	-18.8	-19	75	0.4	30	14.4
6.1										
3 травень	22.9	19.0	0.0	0.0	9.6	-9	75	0.4	30	14.4
6.1										
1 червень	47.2	9.5	0.0	0.0	40.6	31	75	0.4	30	14.4
6.1										
2 червень	49.5	15.2	5.0	0.0	33.9	65	75	0.5	40	19.2
6.1										
3 червень	53.4	13.5	5.0	0.0	39.0	104	75	0.6	45	21.6
6.1										
1 липень	40.0	13.1	0.0	0.0	30.8	135	75	0.6	45	21.6
6.1										
2 липень	37.6	14.7	16.5	0.0	10.8	146	70	0.7	65	31.3
6.1										
3 липень	40.9	13.1	0.0	0.0	31.8	178	70	0.7	65	31.3
6.1										
1 серпень	28.6	4.3	0.0	0.0	25.6	203	70	0.7	65	31.3
6.1										
2 серпень	40.5	3.9	0.0	0.0	37.8	241	70	0.7	65	31.3
6.1										
3 серпень	28.6	14.4	11.6	0.0	7.0	248	65	0.7	80	38.5
6.1										
1 вересень	25.6	3.9	0.0	0.0	22.9	271	65	0.7	80	38.5
6.1										

Режим зрошення		
Ірригація	Дата	т, м3 / га
1	1.06	61.4
2	5.06	61.4
3	8.06	61.4
4	10.06	61.4
5	14.06	61.4
6	18.06	61.4
7	21.06	61.4
8	24.06	61.4
9	27.06	61.4
10	2.07	61.4
11	7.07	61.4
12	15.07	61.4
13	24.07	61.4
14	28.07	61.4
15	5.08	61.4
16	10.08	61.4
17	13.08	61.4
18	16.08	61.4
19	20.08	61.4
20	28.08	61.4

21 1.09 61.4
 22 7.09 61.4
 M=281 мм
 Mk=1351 м3/га
 Sf=48.1 %
 nk=23810 шт.
 qk=0.86 л/с
 tk= 3.0 год.

Декада	E	Осиржи			Wg	D	SD	bm	h	mm	mk
		P	dW								
2 травень	13.9	17.3	10.0		0.0	-8.3	-8	80	0.3	20	6.7
4.3											
3 травень	17.4	19.0	0.0		0.0	4.1	-4	80	0.3	20	6.7
4.3											
1 червень	33.9	9.5	3.3		0.0	23.9	20	80	0.4	25	8.4
4.3											
2 червень	32.7	15.2	0.0		0.0	22.0	42	80	0.4	25	8.4
4.3											
3 червень	44.9	13.5	3.3		0.0	32.1	74	80	0.5	30	10.1
4.3											
1 липень	39.0	13.1	3.3		0.0	26.5	100	80	0.6	40	13.5
4.3											
2 липень	34.7	14.7	0.0		0.0	24.4	125	80	0.6	40	13.5
4.3											
3 липень	35.4	13.1	20.0		0.0	6.2	131	70	0.6	60	20.2
4.3											
1 серпень	22.3	4.3	0.0		0.0	19.3	150	70	0.6	60	20.2
4.3											
2 серпень											

Режим зрошення

№полива	Дата	m, м3/га
1	3.06	43.0
2	8.06	43.0
3	12.06	43.0
4	17.06	43.0
5	23.06	43.0
6	27.06	43.0
7	4.07	43.0
8	9.07	43.0
9	14.07	43.0
10	19.07	43.0
11	25.07	43.0
12	5.08	43.0

M=153 мм
 Mk= 516 м3/га
 Sf=33.7 %
 nk=16666 шт.
 qk=0.86 л/с
 tk= 3.0 год.

Продовження додатку А2

Режим зрошення

№полиса	Дата	m, м3/га
1	1.06	61.4
2	3.06	61.4
3	7.06	61.4
4	13.06	61.4
5	17.06	61.4
6	20.06	61.4
7	23.06	61.4
8	26.06	61.4
9	29.06	61.4
10	1.07	61.4
11	6.07	61.4
12	13.07	61.4
13	22.07	61.4
14	27.07	61.4
15	2.08	61.4
16	7.08	61.4
17	11.08	61.4
18	15.08	61.4
19	18.08	61.4

W=243 mm

$$M_k = 1167 \text{ kg/ra}$$

3f=40.1 0

nk=23810 100.

 $\alpha k = 0.86 \pi/c$
$$\tau_k = 3.0 \text{ roH.}$$

Декада	Цибуля									
	E	P	dW	Wg	D	SD	km	h	mm	mk
2 травень 9.3	13.2	17.3	20.0	0.0	-19.0	-19	75	0.4	30	10.1
3 травень 9.3	16.2	19.0	0.0	0.0	2.9	-16	75	0.4	30	10.1
1 червень 9.3	29.8	9.5	5.0	0.0	18.1	2	75	0.5	40	13.5
2 червень 9.3	27.4	15.2	0.0	0.0	16.7	19	75	0.5	40	13.5
3 червень 9.3	34.2	13.5	0.0	0.0	24.7	44	75	0.5	40	13.5
1 липень 9.3	34.1	13.1	0.0	0.0	24.9	69	75	0.5	40	13.5
2 липень 9.3	33.7	14.7	0.0	0.0	23.4	92	75	0.5	40	13.5
3 липень 9.3	35.4	13.1	15.0	0.0	11.2	103	70	0.6	60	20.2
1 серпень 9.3	24.7	4.3	10.0	0.0	11.6	115	65	0.6	70	23.6
2 серпень 9.3	33.7	3.9	0.0	0.0	31.0	146	65	0.6	70	23.6
3 серпень 9.3	23.9	14.4	10.0	0.0	3.8	149	60	0.6	80	27.0

1 вересень 19.2 3.9 0.0 0.0 16.5 166 60 0.6 80 27.0
9.3

Режим зрошення

№полива	Дата	m, м ³ /га
1	1.06	93.5
2	26.06	93.5
3	5.07	93.5
4	14.07	93.5
5	3.08	93.5
6	12.08	93.5
M=166 мм		
Mk= 561 м ³ /га		
Sf=33.7 %		
nk=36232 шт.		
qk=0.86 л/с		
tk= 3.0 год.		

ПРИМІТКА: E - сумарне водоспоживання сільськогосподарською культурою, мм;

P - атмосферні опади, мм;

dW - використання весняних запасів вологоти, 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 - частка площі живлення рослин, %

nk - кількість крапельниць на 1 га, шт.

qk - витрата крапельниці, л/год

tk - тривалість одного поливу на ділянці, год

Средньозважена зрошувальна норма 225 мм

Середня норма краплинного зрошення 989 м³/га

Додаток В

ЕЛЕМЕНТИ ТЕХНІКИ КРАПЛИННОГО ПОЛИВУ

Помідори та перець

Витрата крапельниці - 0.86 л/год;
Відстань між крапельницями в рядку - 30 см;
Ширина між рядами зрошувальних трубок - 1.40 м;
Сумарна довжина смуг зволоження на 1 га - 7143 м;
Глибина зволоження - 0.50 м;
Механічний склад ґрунту - важкі суглинки;
Ширина смуги зволоження - 0.81 м;
Зволожена площа на 1 га - 4813 м²;
Частка площі живлення рослин 48.1 %
Об'єм ґрунту, що зволожується на 1 га - 1604 м³;
Частка об'єму живлення рослин - 32.1 %
Кількість крапельниць на 1 га - 23810

ПРОДУКТИВНІСТЬ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

m	mk	Qk	tk
50	16.0	0.7	0.78
100	32.1	1.3	1.57
150	48.1	2.0	2.35
200	64.2	2.7	3.13
250	80.2	3.4	3.92
300	96.3	4.0	4.70
350	112	4.7	5.48
400	128	5.4	6.27
450	144	6.1	7.05
500	160	6.7	7.83
550	176	7.4	8.62
600	193	8.1	9.40
650	209	8.8	10.2
700	225	9.4	11.0
750	241	10	11.8
800	257	11	12.5

ПРИМІТКА. m - розрахункова поливна норма, м³/га;
mk - перерахована поливна норма під краплинне зрошення, м³/га;
Qk - об'єм водоподачі однією крапельницею, л;
tk - тривалість поливу, год.

Продовження додатку Б

ЕЛЕМЕНТИ ТЕХНІКИ КРАПЛИННОГО ПОЛИВУ

Огірки

Витрата крапельниці - 0.86 л/год;
 Відстань між крапельницями в рядку - 30 см;
 Ширина між рядами зрошувальних трубок - 2.00 м;
 Сумарна довжина смуг зволоження на 1 га - 5000 м;
 Глибина зволоження - 0.50 м;
 Механічний склад ґрунту - важкі суглинки;
 Ширина смуги зволоження - 0.81 м;
 Зволожена площа на 1 га - 3369 м²;
 Частка площі живлення рослин 33.7 %
 Об'єм ґрунту, що зволожується на 1 га - 1123 м³;
 Частка об'єму живлення рослин - 22.5 %
 Кількість крапельниць на 1 га - 16667

ПРОДУКТИВНІСТЬ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

m	mk	Qk	tk
50	11.2	0.7	0.78
100	22.5	1.3	1.57
150	33.7	2.0	2.35
200	44.9	2.7	3.13
250	56.1	3.4	3.92
300	67.4	4.0	4.70
350	78.6	4.7	5.48
400	89.8	5.4	6.27
450	101	6.1	7.05
500	112	6.7	7.83
550	124	7.4	8.62
600	135	8.1	9.40
650	146	8.8	10.2
700	157	9.4	11.0
750	168	10	11.8
800	180	11	12.5

ПРИМІТКА. m - розрахункова поливна норма, м³/га;
 mk - перерахована поливна норма під краплинне зрошення, м³/га;
 Qk - об'єм водоподачі однією крапельницею, л;
 tk - тривалість поливу, год.

Продовження додатку Б

ЕЛЕМЕНТИ ТЕХНІКИ КРАПЛИННОГО ПОЛИВУ

Цибуля

Витрата крапельниці - 0.86 л/год;
 Відстань між крапельницями в рядку - 30 см;
 Ширина між рядами зрошувальних трубок - 0.92 м;
 Сумарна довжина смуг зволоження на 1 га - 10870 м;
 Глибина зволоження - 0.50 м;
 Механічний склад ґрунту - важкі суглинки;
 Ширина смуги зволоження - 0.81 м;
 Зволожувана площа на 1 га - 3369 м²;
 Частка площі живлення рослин 33.7 %
 Об'єм ґрунту, що зволожується на 1 га - 1123 м³;
 Частка об'єму живлення рослин - 22.5 %
 Кількість крапельниць на 1 га - 36232

ПРОДУКТИВНІСТЬ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

m	mk	Qk	tk
50	11.2	0.3	0.36
100	22.5	0.6	0.72
150	33.7	0.9	1.08
200	44.9	1.2	1.44
250	56.1	1.5	1.80
300	67.4	1.9	2.16
350	78.6	2.2	2.52
400	89.8	2.5	2.88
450	101	2.8	3.24
500	112	3.1	3.60
550	124	3.4	3.96
600	135	3.7	4.32
650	146	4.0	4.69
700	157	4.3	5.05
750	168	4.6	5.41
800	180	5.0	5.77

ПРИМІТКА. m - розрахункова поливна норма, м³/га;
 mk - перерахована поливна норма під краплинне зрошення, м³/га;
 Qk - об'єм водоподачі однією крапельницею, л;
 tk - тривалість поливу, год.

Додаток В

Відомість подачі води на масив краплинного зрошення
Подача розрахована на забезпеченість року 85 %

Сільськогосподарська культура - Помідори

К-ть ділянок 8

Площа ділянки - 22.2 га

всього - 178 га

К-сть крапельниць - 23810 шт.

Місяць, декада	Об'єм подачі води на га діл.всього крап.	Тр-ть поливу діл. всього поливів	Кількість
травень 1			
2			
3			
червень 1	61 1354 **** 2.56 2.98 23.8	1	
2	61 1354 **** 2.56 2.98 23.8	1	
3	183 4063 **** 7.69 8.94 71.5	3	
липень 1	122 2708 **** 5.12 5.96 47.7	2	
2	61 1354 **** 2.56 2.98 23.8	1	
3	122 2708 **** 5.12 5.96 47.7	2	
серпень 1	122 2708 **** 5.12 5.96 47.7	2	
2	183 4063 **** 7.69 8.94 71.5	3	
3	61 1354 **** 2.56 2.98 23.8	1	
вересень 1	122 2708 **** 5.12 5.96 47.7	2	
2			
3			
Разом	1098 ** *** 46.1 53.6 429	18	

Витрата води - 126 л/с

Сільськогосподарська культура - Огірки

К-ть ділянок 4

Площа ділянки - 11.5 га

всього - 46.0 га

К-сть крапельниць - 16666 шт.

Місяць, декада	Об'єм подачі води на га діл.всього крап.	Тр-ть поливу діл. всього поливів	Кількість
травень 1			
2			
3			
червень 1	86 989 3956 5.16 6.00 24.0	2	
2	86 989 3956 5.16 6.00 24.0	2	
3	86 989 3956 5.16 6.00 24.0	2	
липень 1	86 989 3956 5.16 6.00 24.0	2	
2	86 989 3956 5.16 6.00 24.0	2	
3	43 495 1978 2.58 3.00 12.0	1	
серпень 1	43 495 1978 2.58 3.00 12.0	1	
2			
3			
вересень 1			

2
3
Разом 516 5934 23736 31.0 36.0 144 12
Витрата води - 45.8 л/с

Сільськогосподарська культура - Цибуля

К-ть ділянок 4
Площа ділянки - 11.5 га
всього - 46.0 га
К-сть крапельниць - 36232 шт.
Місяць, Об'єм подачі води Тр-ть поливу Кількість
декада на га діл.всього крап. діл. всього поливів
травень 1
2
3
червень 1 93 1070 4278 2.57 2.98 11.9 1
2
3 93 1070 4278 2.57 2.98 11.9 1
липень 1 93 1070 4278 2.57 2.98 11.9 1
2 93 1070 4278 2.57 2.98 11.9 1
3
серпень 1 93 1070 4278 2.57 2.98 11.9 1
2 93 1070 4278 2.57 2.98 11.9 1
3
вересень 1
2
3
Разом 558 6417 25668 15.4 17.9 71.6 6
Витрата води - 99.5 л/с

Сільськогосподарська культура - Перець

К-ть ділянок 4
Площа ділянки - 10.3 га
всього - 41.2 га
К-сть крапельниць - 23810 шт.
Місяць, Об'єм подачі води Тр-ть поливу Кількість
декада на га діл.всього крап. діл. всього поливів
травень 1
2
3
червень 1 183 1885 7540 7.69 8.94 35.7 3
2 183 1885 7540 7.69 8.94 35.7 3
3 183 1885 7540 7.69 8.94 35.7 3
липень 1 122 1257 5026 5.12 5.96 23.8 2
2 61 628 2513 2.56 2.98 11.9 1
3 122 1257 5026 5.12 5.96 23.8 2
серпень 1 122 1257 5026 5.12 5.96 23.8 2
2 183 1885 7540 7.69 8.94 35.7 3
3
вересень 1
2
3
Разом 1159 11551 47751 48.7 56.6 226 19

Витрата води - 58.6 л/с

ВЗАГАЛІ

К-ть ділянок 20
 Площа ділянки - 10.3 га
 всього - 206 га

Місяць, декада	Об'єм подачі води, м3	Тривалість поливу, год
травень 1		
2		
3		
червень 1	26607	96
2	22329	84
3	48274	143
липень 1	34928	107
2	21581	72
3	28672	83
серпень 1	32950	95
2	44318	119
3	10834	24
вересень 1	21667	48
2		
3		
Разом	*****	871