

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри цивільної інженерії,
технологій будівництва і захисту довкілля,
професор _____ Вікторія ВОЛКОВА
«___» грудня 2025 р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему: **Проект масиву зрошення у товаристві з обмеженою
відповідальністю «Геолан-Агро» Нікопольського району
Дніпропетровської області**

Виконав: здобувач вищої освіти, групи
МГГТБ-1-24
Спеціальності: 194 «Гідротехнічне
будівництво, водна інженерія та водні
технології»
Освітньої програми: «Гідромеліорація»

Віталій ДЮЖНИК

(прізвище та ініціали)

Керівник : доц. Тетяна МАКАРОВА

(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____

(прізвище та ініціали)

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля
другий (магістерський) рівень вищої освіти
Спеціальність – 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології»
Освітня програма «Гідромеліорація»

ЗАТВЕРДЖУЮ :

Зав. кафедрою цивільної інженерії,
технологій будівництва і захисту довкілля
проф. _____ Вікторія ВОЛКОВА
«__» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувачу вищої освіти
Дюжнику Віталію Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: Проєкт масиву зрошення у товаристві з обмеженою відповідальністю «Геолан-Агро» Нікопольського району Дніпропетровської області

керівник роботи _____ Макарова Тетяна Костянтинівна, к. с.-г. н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по ДДАЕУ від «10» жовтня 2025 р. № 3035

1. Термін здачі закінченої роботи : «10» грудня 2025 р.
2. Вихідні дані до роботи
Топографічні вишукування ділянки проектування.
3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити) :
Вступ. 1. Природно-кліматичні фактори. 2. Специфіка аграрно-виробничої діяльності. 3. Параметри поливу. 4. Проектування та інженерний розрахунок системи зрошення. 5. Заходи з охорони. Висновки. Перелік джерел посилання. Додатки
4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Презентація в середовищі Power Point: постановча частина кваліфікаційної роботи; природно кліматичні умови, результати досліджень, креслення, висновки.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання: «10» жовтня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ ФАКТОРИ	25.10.2025 р.	
2	СПЕЦИФІКА АГРАРНО-ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	12.11.2025 р.	
3	ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОЛИВУ	26.11.2025 р.	
4	ПРОЄКТУВАННЯ ТА ІНЖЕНЕРНИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЗРОШЕННЯ	03.12.2025 р.	
5	ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ	08.12.2025 р.	
6	ВИСНОВКИ ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	10.12.2025 р.	

Здобувач вищої освіти _____ Віталій ДЮЖНИК
(підпис)Керівник роботи _____ Тетяна МАКАРОВА
(підпис)

ЗМІСТ

ЗВЕДЕНІ ДАННІ ПРОЄКТУ	6
ВСТУП	7
1 ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ ФАКТОРИ	11
1.1 Розташування та геоморфологічна характеристика району зрошення	11
1.2 Гідрогеологічна характеристика	13
1.3 Аналіз кліматичних особливостей	15
1.4 Особливості ґрунтів району будівництва	22
1.5 Джерело зрошення	24
2 СПЕЦИФІКА АГРАРНО-ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	27
2.1 Доцільність впровадження гідромеліорації	27
2.2 Проектна схема ротації сівозміни	30
3 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОЛИВУ	40
3.1 Аргументація вибору технології поливу	40
3.2 Специфікація емітерів та трубопроводів	43
3.3 Оцінка зволоженої ділянки живлення рослин при використанні краплинного зрошення	43
3.4 Визначення базового року для розрахунків	45
3.5 Обґрунтування поливних норм та термінів зрошення	48
3.6 Календарний план зрошення запроєктованої овочевої сівозміни	50
4 ПРОЄКТУВАННЯ ТА ІНЖЕНЕРНИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЗРОШЕННЯ	55
4.1 Вибір конструктивної схеми	55
4.2 Гідравлічне обґрунтування закритої мережі	56
4.3 Розроблення гідротехнічних об'єктів у складі об'єкту зрошення	65
4.4 Проектне рішення фільтраційної станції	70
5 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ	73
ВИСНОВКИ	77

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	80
ДОДАТКИ	82

ЗВЕДЕНІ ДАННІ ПРОЄКТУ

Показник	Одиниця виміру	Кількість
Зрошувана площа: брутто	га	68,65
<u>нетто</u>		63,26
Коефіцієнт земельного використання		0,96
Коефіцієнт корисної дії зрошувальної мережі		0,96
Джерело зрошення – річка Бик відмітка рівня води у джерелі	м	126,0
Сівозміна – польова:		
кількість культур;	шт.	6
кількість зрошуваних полів	шт.	6
Спосіб поливу – краплинний <u>Aqua TraXX ERA 5061245:</u>	м	75000
Поливні вегетаційні норми	м ³ /га	82-108
Середньозважена зрошувальна норма <u>нетто</u>	м ³ /га	2820
Розрахункова ордината гідромодуля	л/(с·га)	0,59
Загальне водоспоживання за зрошувальний сезон	тис. м ³	191
Спосіб водозабору – механічний (насосна станція)		
витрата	л/с (м ³ /год.)	42,0
напір	м	25,39
потужність	кВт	19
Зрошувальна мережа. Труби пластмасові ПЕ 63 SDR 17,6- 250×14,2 технічна 6,0 бар ДСТУ Б В.2.7-151-2008	м	1745
Гідротехнічні споруди на зрошувальній мережі:		
гідранти	шт.	10
оглядові колодязі	шт.	2
вантузи	шт.	2
скидні споруди	шт.	2
Кошторисна вартість	тис. грн.	11241,8
Собівартість 1 м ³ зрошувальної води	грн/м ³	5,47
Строк окупності капітальних затрат	років	1

ВСТУП

Аграрна сфера посідає ключове місце в економічному розвитку України, оскільки забезпечує вагомий внесок у формування валового внутрішнього продукту, гарантує продовольчу безпеку країни, створює робочі місця для сільського населення та формує суттєві валютні надходження за рахунок експорту аграрної продукції. За умов сучасних кліматичних трансформацій, що супроводжуються збільшенням тривалості й повторюваності посух, а також нерівномірністю випадання атмосферних опадів протягом вегетаційного періоду, досягнення стабільно високих показників урожайності неможливе без застосування науково обґрунтованих систем зрошення.

Нікопольський район Дніпропетровської області належить до посушливої зони Степу України, де природна вологозабезпеченість є нестійкою, а ризик втрати врожаю через ґрунтову та атмосферну посуху залишається високим. У таких умовах проектування й упровадження сучасних зрошувальних систем є ключовою передумовою підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь, розширення площ під інтенсивними культурами та підвищення ефективності використання земельних і водних ресурсів.

Особливої актуальності набуває впровадження водо- та ресурсоефективних технологій поливу, зокрема краплинного зрошення, яке передбачає цілеспрямовану подачу води безпосередньо в прикореневу зону рослин. Такий спосіб поливу дає змогу суттєво скоротити втрати вологи внаслідок фільтрації та випаровування, підвищити ефективність використання водних ресурсів і мінеральних добрив. Для сільськогосподарських підприємств, зокрема товариства з обмеженою відповідальністю «Геолан-Агро» Нікопольського району Дніпропетровської області, впровадження сучасних зрошувальних систем є важливою передумовою забезпечення

конкурентоспроможності виробництва, оптимізації структури посівних площ та досягнення стабільних фінансово-економічних показників.

Водночас проектування масиву зрошення вимагає комплексного підходу: урахування природно-кліматичних умов території, характеристик ґрунтового покриву, наявних і потенційних джерел водопостачання, особливостей виробничої структури господарства, вимог екологічної безпеки, енергозбереження та охорони праці. Саме поєднання інженерних розрахунків, агроеліоративних вимог та економічного обґрунтування дає змогу створити проєкт, придатний до практичного впровадження.

Об'єктом дослідження у кваліфікаційній роботі є масив зрошення на землях ТОВ «Геолан-Агро» Нікопольського району Дніпропетровської області.

Предметом дослідження є параметри режиму зрошення сільськогосподарських культур, схема та гідравлічні характеристики зрошувальної мережі, а також техніко-економічні показники функціонування проєктованої системи краплинного зрошення.

Мета роботи полягає у розробленні інженерно обґрунтованого проєкту масиву зрошення на землях ТОВ «Геолан-Агро» з використанням сучасної системи краплинного зрошення, який забезпечує раціональне використання водних ресурсів, підвищення урожайності сільськогосподарських культур та дотримання вимог екологічної безпеки.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно вирішити такі основні завдання:

- проаналізувати природно-кліматичні, гідрогеологічні та ґрунтові умови району зрошення;
- охарактеризувати структуру сільськогосподарського виробництва ТОВ «Геолан-Агро» та обґрунтувати доцільність упровадження зрошення;
- сформулювати та обґрунтувати сівозміну, що проєктується на масиві зрошення, визначити зрошувальну площу та потребу культур у волозі;

- розрахувати режим зрошення сільськогосподарських культур із вибором способу та техніки поливу, параметрів краплинних ліній і поливних норм;
- виконати проєктування та гідравлічний розрахунок внутрішньогосподарської зрошувальної мережі з визначенням діаметрів труб, напорів та витрат;
- підібрати основні елементи гідромеліоративної інфраструктури (насосне обладнання, гідротехнічні споруди, фільтростанцію, арматуру), забезпечивши їхню узгоджену роботу в системі;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки при надзвичайних ситуаціях у процесі будівництва й експлуатації зрошувальної системи;
- оцінити економічну ефективність проєкту масиву зрошення та його вплив на показники господарської діяльності підприємства.

Методами дослідження є аналіз і узагальнення науково-технічної літератури та нормативно-методичних документів у галузі гідромеліорації; використання довідкових та метеорологічних даних для розрахунку водоспоживання культур; інженерні розрахунки режиму зрошення та параметрів зрошувальної мережі; графоаналітичні методи при побудові схем поливу й розподілу витрат; економічний аналіз для оцінки ефективності проєкту. Інформаційною базою роботи слугують матеріали ТОВ «Геолан-Агро», дані гідрометеорологічних спостережень, діючі державні стандарти, будівельні норми та методичні рекомендації профільних наукових установ.

Наукова новизна роботи полягає в адаптації сучасних технічних рішень із краплинного зрошення до конкретних природних і виробничих умов ТОВ «Геолан-Агро», у поєднанні розрахунків режиму зрошення з оптимізацією параметрів зрошувальної мережі з урахуванням енергозбереження та підвищення коефіцієнта корисної дії системи.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що розроблений проєкт масиву зрошення може бути використаний як основа для

будівництва або модернізації зрошувальної системи на землях ТОВ «Геолан-Агро» та інших господарств Нікопольського району зі схожими природно-виробничими умовами. Запропоновані технічні рішення та розрахунки можуть бути впроваджені в практику агровиробництва, сприяючи підвищенню урожайності, стабілізації виробництва та раціональному використанню водних ресурсів.

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків, у яких послідовно викладено результати аналізу природних умов, характеристику сільськогосподарського виробництва, обґрунтування режиму зрошення, проєктні та розрахункові рішення зрошувальної мережі, заходи з охорони праці та економічну оцінку ефективності запроєктованого масиву зрошення.

1 ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ ФАКТОРИ

1.1 Розташування та геоморфологічна характеристика району зрошення

Ділянка зрошення розташована на землях ТОВ «Геолан-Агро» в межах Нікопольського району Дніпропетровської області. Територія господарства належить до південної частини степової зони України й приурочена до правобережжя річки Дніпро. Таке положення забезпечує зручні транспортно-географічні зв'язки та відносну доступність водних ресурсів для організації зрошуваного землеробства.

У геоморфологічному відношенні район робіт належить до рівнинних територій Причорноморської низовини. Поверхня слабо розчленована, переважають вододільні та межирічні рівнини із незначною хвилястістю. Перепади висот у межах масиву зрошення невеликі, що свідчить про спокійний рельєф без різких уступів і зсувонебезпечних схилів.

Основна частина орних земель ТОВ «Геолан-Агро» розміщена на пологих схилах і вирівняних майданах, складених лесоподібними суглинками. Саме на цих елементах рельєфу сформувалися родючі чорноземні ґрунти, що є сприятливою основою для інтенсивного сільськогосподарського використання та впровадження зрошення. Конфігурація полів здебільшого правильна, витягнута, що полегшує трасування магістральних і розподільчих трубопроводів та розміщення поливних ліній.

Схили в межах ділянки переважно пологі, з ухілами до кількох градусів. Вони плавно знижуються у напрямку до локальних понижень та тальвегів балок. Така морфологія поверхні вважається оптимальною для систем краплинного зрошення, оскільки забезпечує рівномірний розподіл тиску в

мережі за умови правильного підбору діаметрів трубопроводів і напорів, а ризик розвитку водної ерозії є відносно невисоким.

Рельєф урізноманітнюють балки та невеликі ерозійні врізи, що виконують роль природного дренажу території. Найкрутіші ділянки схилів, як правило, не залучені до ріллі або використовуються під полежахисні лісосмуги та інші довготривалі насадження. Це сприяє зменшенню ерозійних процесів, стабілізації ґрунтового покриву та формуванню сприятливих умов для експлуатації меліоративної мережі.

Поблизу долини Дніпра сформовані пологі надзаплавні тераси, поверхня яких відносно вирівняна й має невеликі ухили. Саме на таких геоморфологічних елементах доцільно розміщувати найбільш відповідальні й інтенсивно зрошувані ділянки, оскільки вони забезпечують добрі ґрунтові умови, зручність прокладання трубопроводів і зменшені енерговитрати на подачу води.

Загалом геоморфологічні умови території є сприятливими для створення системи краплинного зрошення. Слабка розчленованість рельєфу, невеликі ухили поверхні та відсутність значних перепадів висот дозволяють спростити гідравлічні схеми мережі, оптимізувати розміщення насосних станцій і забезпечити рівномірність зволоження ґрунту на полях. На окремих ділянках із дещо більшими ухилами необхідно передбачити поперечне розміщення поливних ліній, використання протиерозійних агротехнічних прийомів та, за потреби, елементів терасування.

Таким чином, місцезнаходження ділянки зрошення в межах слабо хвилястої рівнини з незначними ухилами створює сприятливі передумови для проектування й ефективної експлуатації зрошувальної системи на землях ТОВ «Геолан-Агро».

1.2 Гідрогеологічна характеристика

Територія ділянки зрошення розташована в межах південної частини Українського щита, у зоні його перекриття потужною товщею осадових порід. Безпосередню інженерну та меліоративну значущість мають відклади четвертинного й неогенового віку, які залягають на кристалічному фундаменті на значній глибині та в межах проєкту не розглядаються.

Поверхневий шар представлений ґрунтово-рослинною товщею потужністю близько 0,8–1,2 м, складеною чорноземами різної ступені змитості. Підґрунтям слугують лесові та лесоподібні суглинки жовто-бурого кольору, карбонатні, переважно середньої щільності, з хорошими водоутримувальними властивостями та помірною водопроникністю. В окремих пониженнях можливе залягання більш потужних прошарків алювіальних і делювіальних суглинків і супісків, які формують локальні зміни фільтраційних властивостей порід.

З інженерно-геологічної точки зору лесоподібні суглинки характеризуються відносно сприятливими умовами для будівництва гідротехнічних споруд малої поверхневої дії (поливна мережа, резервуари, фільтростанція). Вони забезпечують достатню несучу здатність основи, не схильні до інтенсивного розмиву за умови дотримання проєктних ухилів і захисту відкритих ділянок від концентрованого стоку. Разом із тим, при тривалому перезволоженні можливі явища просідання та зниження міцності ґрунтів, що необхідно враховувати при проєктуванні фундаментів будівель, колодязів і камер напірних трубопроводів.

Гідрогеологічні умови ділянки зрошення визначаються наявністю декількох водоносних горизонтів. Найбільш верхній приурочений до четвертинних відкладів (суглинки, супіски, піски) й представлений ґрунтовими водами безнапірного типу. Глибина їхнього залягання на

вододільних і слабо хвилястих ділянках, як правило, становить кілька метрів від поверхні землі; у пониженнях рельєфу та балках рівень ґрунтових вод може підходити ближче до поверхні. Живлення горизонту здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, таліх вод, а в умовах зрошення – також за рахунок фільтраційних втрат із каналів та поливної мережі.

За хімічним складом ґрунтові води переважно гідрокарбонатно-кальцієво-магнієві з мінералізацією від свіжої до слабкомінералізованої. У пониженнях рельєфу можливе збільшення вмісту сульфатів і загальної жорсткості. Для використання цих вод безпосередньо на зрошення зазвичай потрібні додаткові дослідження щодо небезпеки засолення та осолонцювання ґрунтів. У межах даного проєкту основним джерелом водопостачання розглядається поверхнєве джерело, а ґрунтові води відіграють переважно роль фактора, що впливає на водно-сольовий режим ґрунтів.

Нижче залягають водоносні горизонти в піщаних та піщано-глинистих відкладах неогенового віку. Води цих горизонтів, як правило, мають напірний (артезіанський) характер, перекриті потужною товщею суглинків і глин, тому їхній гідрогеологічний режим слабо пов'язаний з поверхневими процесами. Вони можуть використовуватися для господарсько-питного водопостачання населених пунктів і виробничих потреб, однак у розрахунках режиму зрошення та роботи поливної мережі враховуються опосередковано.

З огляду на перспективу розвитку зрошення, важливим є контроль можливого підняття рівня ґрунтових вод. За умов збільшення площі поливів та інтенсивного надходження фільтраційних вод може відбуватися поступове зменшення глибини до дзеркала ґрунтових вод, що спричинить ризик вторинного засолення, осолонцювання або заболочування окремих ділянок. Для запобігання цим явищам передбачається раціональна організація поливного режиму, мінімізація втрат води з мережі, використання герметичних напірних трубопроводів, а при необхідності – улаштування локального дренажу у зонах можливого підтоплення.

В цілому геологічні та гідрогеологічні умови території можна вважати сприятливими для будівництва й експлуатації системи краплинного зрошення. Склад і властивості ґрунто- та породоутворюючих порід забезпечують достатню фільтраційну здатність і водоутримувальну ємність ґрунтів, а існуючий гідрогеологічний режим дозволяє за умови правильного проєктування підтримувати безпечну глибину ґрунтових вод і уникати негативних меліоративних наслідків.

1.3 Аналіз кліматичних особливостей

Ділянка зрошення на землях ТОВ «Геолан-Агро» розташована в південній частині Дніпропетровської області, у степовій зоні України. Клімат району помірно континентальний із жарким посушливим літом, відносно м'якою малосніжною зимою та значними коливаннями погодних умов за роками. Висока повторюваність посух, суховіїв та тривалих бездощових періодів зумовлює нестійкість природної вологозабезпеченості та потребу в організації штучного зрошення.

Середні багаторічні значення температури повітря впродовж року становлять приблизно $+9...+10$ °С. Найнижчі середньомісячні температури спостерігаються у січні та коливаються в межах $-3...-5$ °С, тоді як найвищі температурні показники характерні для липня і становлять $+21...+23$ °С. У певні роки фіксуються екстремальні відхилення температурного режиму: у зимовий період можливі морози до -25 °С і нижче, а влітку — підвищення температури повітря до $+38...+40$ °С. Стабільний перехід середньодобових температурних значень через позначку 0 °С, як правило, припадає на другу половину березня, тоді як встановлення температур вище $+10$ °С відбувається переважно в середині квітня. Середня тривалість безморозного періоду

становить 170–190 днів, а періоду з температурами понад +10 °С — близько 200–220 діб, що забезпечує сприятливі кліматичні передумови для вирощування різноманітних теплолюбних сільськогосподарських культур за умови належного водозабезпечення.

Таблиця 1.1 – Середньомісячні та середньо декадні температури повітря

Декада	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
1	-3,6	-5,3	-1,2	6,7	13,1	17,8	19,6	20,0	16,1	11,1	4,1	-3,3	
2	-6,0	-3,6	-0,2	8,8	16,1	18,9	21,2	20,4	14,3	8,3	2,1	-2,7	
3	-6,7	-4,1	3,3	11,6	16,7	20,8	21,9	18,1	12,2	5,3	0,4	-3,5	
Середнє	-6,6	-5,7	0,8	9,9	15,1	19,2	21,3	20,4	14,5	7,6	2,7	-2,8	8,9

Таблиця 1.2 – Середнє значення мінімальних показників температури повітря за спостереженнями метеостанції Нікополь

Станція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Нікополь	-9,1	-9,2	-4,3	2,5	8,4	12,6	14,7	12,8	8,9	2,1	-1,2	-6,3	2,5

Таблиця 1.3 – Середнє значення максимальних показників температури атмосферного повітря за матеріалами метеостанції Нікополь

Станція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Нікополь	-3,1	-2,2	3,4	14,5	22,6	25,7	27,9	26,1	21,2	13,3	4,4	-1,6	12,7

Таблиця 1.4 – Найнижчі температурні значення повітря відповідно до спостережень метеостанції Нікополь

Станція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Нікополь	-31	-32	-23	-14	-6	-4	5	0	-7	-22	-23	28	-38

Таблиця 1.5 – Найвищі зареєстровані показники температури атмосферного повітря за даними метеостанції Нікополь

Станція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Нікополь	12	14	25	31	32	38	41	42	37	32	24	15	41

Таблиця 1.6 – Дати середньодобових температурних показників повітря вище або нижче встановлених порогових значень, а також тривалість періодів із температурами, що перевищують зазначені межі

Станція	Температура					
	-5	0	5	10	15	20
Нікополь	24.02	18.03	05.04	21.04	12.05	30.06
	25.12	25.11	24.10	09.10	14.09	19.08
	304	247	206	167	125	50

Зима в районі проектування зазвичай м'яка, зі слабкими морозами та частими відлигами. Стійкий сніговий покрив формується нерегулярно, його висота невелика, а тривалість залягання рідко перевищує 60–80 діб. Такі умови сприяють промерзанню ґрунту на помірну глибину, однак не забезпечують значних запасів вологи до початку вегетації.

Опади протягом року розподіляються нерівномірно. Їх середньорічна кількість, як правило, не перевищує 350–450 мм, причому до 70 % річної суми припадає на теплий період (квітень–жовтень). Частими є роки з дефіцитом опадів, коли за вегетаційний період випадає лише 150–200 мм атмосферної вологи. Для району характерні як ґрунтові, так і атмосферні посухи, що спостерігаються зі значною повторюваністю і часто збігаються з критичними фазами росту сільськогосподарських культур.

Випаровуваність та сумарне випаровування в літній період істотно перевищують кількість опадів, унаслідок чого формується стійкий дефіцит вологи. Гідротермічний коефіцієнт за вегетаційний період, як правило, менший одиниці (0,6–0,8), що вказує на недостачу природного зволоження для більшості культур інтенсивного землеробства. Це зумовлює необхідність

застосування зрошення як основного засобу стабілізації та підвищення врожайності.

Таблиця 1.7 – Період заморозків

Станція	Дата заморозку					
	Останнього			Першого		
	Середня	Сама рання	Сама пізня	Середня	Сама рання	Сама пізня
Нікополь	26.04	08.04.1936	13.05.1945	05.10	18.09.1952	25.10.1944

Таблиця 1.8 – Температура на ґрунті

Метеостанція (Нікополь)	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
Середня	-5	-5	0	8	17	22	25	23	17	7	0	-3	8
Середня максимальна	-1	0	7	26	35	42	46	42	36	21	8	0	23
Абсолютна максимальна	13	19	36	51	62	63	68	69	55	44	27	16	68
Середня мінімальна	-10	-10	-5	0	7	12	13	13	7	2	-4	-9	2
Абсолютна мінімальна	32	-38	-27	-11	-8	-2	5	-2	-7	-15	-31	-31	-40

Таблиця 1.9 – Усереднені місячні показники температурного режиму поверхневих шарів ґрунту, визначені за колінчастими термометрами

Глибина, м	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,05					17,5	22,3	24,8	23,8	17,6	8,8			
0,10					16,8	21,4	24,4	23,4	17,9	9,5			
0,15					15,2	20,8	23,8	22,8	18,1	9,9			
0,20					15,5	20,1	23,2	22,8	18,2	10,4			

Таблиця 1.10 – Місячні усереднені показники температурного режиму ґрунту, визначені за даними витяжних термометрів під природним покривом

Глибина, м	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,40	0,4	-0,2	0,6	6,3	14,2	18,5	21,8	21,8	18,1	12,1	6,3	1,8	10,2
0,80	2,3	1,5	1,4	4,8	11,3	15,7	19,2	20,1	17,9	13,3	8,7	4,5	10,1
1,60	5,5	4,2	3,5	4,6	8,4	12,2	15,3	16,8	16,9	14,3	11,3	7,8	10,1
3,20	9,8	8,6	7,7	7,1	7,5	8,9	10,3	11,8	13,1	13,2	12,5	11,3	10,2

Таблиця 1.11 – Середня декадна та місячна сума атмосферних опадів, мм

Декада	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік	04-10	11-03
1	18	13	13	14	12	19	18	13	12	9	13	20			
2	14	18	12	15	15	22	18	13	11	11	15	21			
3	16	9	14	17	18	28	23	16	19	11	21	17			
Сума	48	38	36	44	43	67	57	40	40	29	47	56	534	314	221

Таблиця 1.12 – Найбільша кількість опадів

	Забезпеченість, %			Абсолютний максимум	
	10	5	2	мм	рік
01	58	69	81	77	1954
02	55	66	80	83	1942
03	54	62	71	69	1945
04	73	89	111	122	1937
05	89	102	116	106	1898
06	123	145	172	170	1946
07	110	133	163	187	1926
08	102	123	148	191	1895
09	58	87	127	131	1960
10	75	89	108	114	1951
11	62	70	83	89	1926
12	69	82	104	131	1963
Рік	566	601	647	655	1941

Таблиця 1.13 – Найменша кількість опадів

1	Забезпеченість, %			Абсолютний мінімум	
	2	3	4	5	6
	10	5	2	мм	рік
01	60	69	81	77	1954
02	55	66	80	83	1942
03	54	62	71	69	1945
04	73	89	111	122	1937
05	89	102	116	106	1898
06	123	145	172	170	1946
07	110	133	163	187	1926
08	102	123	148	191	1895
09	60	87	127	131	1960
10	75	89	108	114	1951
11	61	70	83	89	1926
12	69	83	104	131	1963
Рік	566	601	648	655	1941

Таблиця 1.14 - Тривалість періодів з атмосферними опадами різної інтенсивності

	Атмосферні опади, мм ²							
	<0,1	>0,1	>0,5	>1,0	>5,0	>10	>20	>30
01	4,2	13,3	9,8	7,4	2,4	0,8	0,3	0,03
02	2,9	13,9	10,1	7,5	1,9	0,7	0,2	0,01
03	3,1	11,4	8,4	6,3	1,9	0,8	0,3	0,03
04	1,9	9,2	7,5	6,8	2,7	1,1	0,3	0,01
05	1,8	9,3	7,7	6,4	2,8	1,2	0,4	0,06
06	1,2	8,8	7,8	6,9	3,5	1,9	0,7	0,21
07	1,3	8,4	7,9	6,7	3,4	1,8	0,8	0,51
08	1,5	7,1	5,8	5,2	2,5	1,3	0,5	0,21
09	1,3	6,1	4,9	4,1	1,9	0,9	0,4	0,11
10	2,1	8,9	6,7	5,7	2,5	1,3	0,4	0,11
11	2,9	10,6	8,6	6,8	2,9	1,2	0,3	0,01
12	3,8	13,2	9,5	7,4	2,9	1,3	0,2	0,01
Рік	27,1	119,0	93,1	76,1	30,1	13,1	4,1	1,01

Таблиця 1.15 - Усереднені абсолютні значення вологості атмосферного повітря, мб

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
4,1	4,2	4,8	7,3	10,2	13,7	15,1	14,1	10,8	8,1	6,3	4,8	8,6

Таблиця 1.16 – Середні показники відносної насиченості повітря вологою, %

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
88	87	84	68	59	63	61	61	65	77	86	89	74

Таблиця 1.17 – Усереднений рівень дефіциту вологості в атмосфері, мб

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
0,6	0,7	1,2	4,6	8,9	10,5	12,5	11,6	7,6	2,9	1,2	0,7	5,3

Для району досліджень типовою є перевага вітрів східного, південно-східного та північно-західного напрямків. Середні багаторічні показники швидкості вітру становлять близько 3–5 м/с, водночас у окремі періоди можливе її зростання до значень, що наближаються до штормових. У теплий сезон досить часто виникають суховії — гарячі й сухі повітряні потоки, які поєднуються з високими температурами та низькою відотною вологістю повітря, що призводить до інтенсивного випаровування вологи з поверхні

грунту і рослинного покриву. У зимовий період спостерігаються хуртовини та заметілі, однак їх тривалість зазвичай є нетривалою.

Таблиця 1.18 – Повторюваність напрямків вітру і штилю, %

Напрямок	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
Пн	6	45	8	9	10	11	16	12	12	8	5	5	7,8
ПнС	18	16	13	17	19	22	22	26	18	22	15	16	18,1
С	17	19	16	21	22	17	15	19	16	22	24	27	18,7
ПдС	22	23	19	20	12	11	8	11	14	14	23	21	15,6
Пд	10	9	13	8	8	7	4	7	8	7	10	9	7,9
ПнЗ	12	14	14	11	15	13	11	10	11	12	14	13	11,4
З	11	11	14	9	10	11	13	11	13	11	9	10	10,2
ПнЗ	8	9	11	11	10	16	19	12	14	12	13	7	10,5
Штиль	15	12	13	19	18	21	29	29	31	20	15	14	18,4

Таблиця 1.19 – Середні значення швидкості повітряних потоків у місячному та річному розрізах, м/с

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
4,8	5,2	4,9	4,3	4,2	3,4	3,3	2,8	2,7	3,8	4,9	5,2	4,1

Таблиця 1.20 - Усереднені параметри швидкості вітру залежно від часу доби, м/с

Години	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
1	4,7	5,1	4,8	3,6	3,3	2,1	1,9	1,8	1,7	3,2	4,7	5,3	3,5
7	4,7	4,9	4,4	4,9	3,8	3,1	2,8	2,6	2,3	3,2	4,7	5,2	3,9
13	5,2	5,8	5,7	5,1	5,9	5,1	4,8	2,1	4,8	5,5	5,8	5,4	5,1
19	4,7	5,1	4,6	3,8	3,9	3,2	3,4	2,4	1,8	3,3	4,7	4,8	3,8

Таблиця 1.21 - Ймовірна оцінка швидкісних характеристик вітру за окремими градаціями у відсотковому співвідношенні до загальної кількості спостережень

Місяць	Швидкість, м/с										
	0-1	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-20	більше 20
01	20,5	24,7	17,7	13,4	7,2	3,4	3,7	2,9	4,6	2,8	
02	20,7	23,2	17,1	11,7	7,4	2,8	3,9	2,6	7,2	4,4	
03	20,7	22,8	17,1	11,4	8,1	2,8	3,7	2,6	7,3	4,2	0,2
04	23,8	24,4	16,1	11,8	6,8	2,7	3,4	1,8	5,9	5,7	
05	27,1	24,8	17,3	12,2	6,8	1,8	2,4	1,8	4,3	1,8	0,04
06	30,2	28,5	19,6	11,3	4,9	1,6	1,9	0,8	1,6	0,4	0,06
07	32,9	27,5	18,4	10,6	4,2	1,9	2,2	0,9	1,8	0,4	
08	35,4	27,9	17,5	9,4	3,9	1,7	1,7	0,8	2,2	0,3	
09	37,4	26,1	17,9	8,8	4,2	2,1	1,3	1,1	1,3	0,6	
10	32,6	24,7	17,8	9,9	5,6	2,6	2,2	1,2	3,2	1,2	0,06
11	23,6	23,1	18,1	11,8	7,8	3,4	2,7	2,5	5,3	2,4	0,12
12	23,3	23,8	17,3	11,7	6,9	3,1	3,2	1,9	5,7	3,9	
Рік	27,4	25,3	17,7	11,2	6,05	2,42	2,60	1,72	4,14	2,27	0,029

Сумарна сонячна радіація та тривалість сонячного сяйва в районі проєктування досить високі. Вегетаційний період забезпечений достатньою кількістю тепла й світла для формування високих урожаїв зернових, технічних та овочевих культур. Обмежувальним фактором виступає саме вологозабезпеченість ґрунту, що ще раз підкреслює доцільність створення ефективної системи зрошення.

Таким чином, кліматичні умови Нікопольського району характеризуються значним тепловим забезпеченням, високим рівнем сонячної радіації та недостатньою кількістю атмосферних опадів при значній випаровуваності. У сукупності це визначає посушливий характер клімату, підвищену ймовірність посух та робить зрошення необхідною передумовою стабільного й інтенсивного сільськогосподарського виробництва на землях ТОВ «Геолан-Агро».

1.4 Особливості ґрунтів району будівництва

Ґрунтовий покрив ділянки зрошення на землях ТОВ «Геолан-Агро» досить однорідний за будовою та генетичними особливостями й представлений переважно чорноземами різного ступеня змитості, сформованими на лесових і лесоподібних суглинках. Чорноземи мають добре виражений гумусовий горизонт потужністю близько 30–40 см, плавний перехід до материнської породи та сприятливі агрофізичні властивості, що зумовлює їхню високу природну родючість.

За гранулометричним складом ґрунти переважно суглинкові – від легкосуглинкових до середньосуглинкових. Такий склад вважається оптимальним для більшості сільськогосподарських культур, оскільки поєднує задовільну водопроникність із достатньою водоутримувальною здатністю.

Структура орного шару переважно грудкувато-зерниста, з наявністю водостійких агрегатів, що забезпечує хорошу аерацію, розвинену пористість і сприяє формуванню сприятливого повітряно-водного режиму.

Вміст гумусу в орному горизонті чорноземів зазвичай становить 3–4 % і більше, що характеризує їх як високородючі. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної або слабколужної. Насиченість основами висока, що забезпечує достатню забезпеченість поживними елементами та добру буферність ґрунтів. Разом із тим, при інтенсивному використанні без належної системи удобрення відмічається поступове зниження вмісту гумусу та погіршення структури, що необхідно враховувати при проектуванні системи удобрення на зрошуваних землях.

Водночас у межах масиву трапляються ділянки зі змитими й слабкозмитими чорноземами, де потужність гумусового горизонту зменшена, а щільність складення дещо підвищена. Такі ґрунти потребують посиленних агротехнічних заходів, спрямованих на відновлення структури та підвищення вмісту органічної речовини (внесення органічних добрив, сидерація, протиерозійні сівозміни).

Основні водно-фізичні властивості ґрунтів у цілому сприятливі для зрошення. Польова вологомісткість суглинкових чорноземів дозволяє акумулювати значні запаси продуктивної вологи, а капілярна підйомна здатність забезпечує підживлення кореневмісного шару за рахунок глибших горизонтів. Водночас надмірне ущільнення орного шару, яке може виникати під дією важкої сільськогосподарської техніки, призводить до зменшення загальної пористості та погіршення інфільтраційної здатності, тому необхідно передбачити періодичне проведення глибокого розпушування.

Схиліві процеси на території зрошуваних полів проявляються переважно у вигляді слабо вираженої водної ерозії. На пологих схилах можливе змивання верхнього шару під час інтенсивних зливових опадів або при неправильній організації поливу. Для зменшення цих ризиків доцільно застосовувати

протиерозійні прийоми обробітку ґрунту, поперечне розміщення поливних ліній відносно напрямку ухилу, збереження захисних лісосмуг і трав'яних смуг у понижених елементах рельєфу.

Окремі понижені ділянки можуть відрізнятися дещо гіршим дренажем і періодичним перезволоженням, особливо при значних опадах або перевищенні поливних норм. У таких умовах можливий розвиток оглеєння та погіршення повітряного режиму ґрунту. Це вимагає коригування режиму зрошення (зменшення разових поливних норм, збільшення інтервалів між поливами) та, за потреби, організації локального дренажу.

В цілому ґрунтовий покрив ділянки зрошення можна охарактеризувати як сприятливий для створення системи краплинного зрошення та інтенсивного землеробства. Висока природна родючість чорноземів, їхні добрі агрофізичні властивості та значна водоутримувальна здатність створюють передумови для отримання високих і стабільних урожаїв сільськогосподарських культур. За умови раціонального режиму зрошення, збалансованого удобрення, протиерозійних заходів і дотримання вимог агротехніки можна зберегти й підвищити продуктивний потенціал ґрунтів на землях ТОВ «Геолан-Агро».

1.5 Джерело зрошення

Джерелом водопостачання для проєктованого масиву зрошення на землях ТОВ «Геолан-Агро» є поверхнєве джерело – вода річки Дніпро (Дніпровського водосховища) в районі м. Нікополь. Забір води здійснюється через насосну станцію, розташовану поблизу берега, з подальшою подачею води по напірному трубопроводу до головної споруди системи краплинного зрошення та фільтростанції. Таке розміщення забезпечує достатній напір і надійність водопостачання при відносно невеликих енерговитратах на перекачування.

Річка Дніпро в межах району проектування є багатоводним водотоком із переважно зарегульованим стоком. Характерний рівномірний розподіл витрат протягом року з весняним підвищенням рівнів води та літньо-осіннім спадом. Запаси поверхневих вод є достатніми для забезпечення потреб зрошення навіть у маловодні роки, що створює високий ступінь надійності водопостачання. Проектний водозбір масиву зрошення становить лише незначну частку від наявних водних ресурсів і не викликає помітного впливу на водний режим річки.

За хімічним складом вода Дніпра в цьому районі, як правило, належить до гідрокарбонатного або гідрокарбонатно-сульфатного типу з переважанням кальцію та магнію. Мінералізація знаходиться в межах, допустимих для використання в зрошенні, а показники жорсткості й лужності не створюють загрози засолення чи осолонцювання ґрунтів за умови раціонального режиму поливу та належної організації дренажу. Вміст токсичних для рослин і ґрунту компонентів, як правило, не перевищує санітарно-нормативних вимог.

Разом із тим, вода річки містить певну кількість завислих речовин, колоїдних частинок та органічних домішок, вміст яких зростає у період паводків і під час інтенсивних дощів у басейні. Для систем краплинного зрошення це може призводити до замулення та забивання емітерів, тому передбачено багатоступеневу систему механічного очищення: сітчасті або гідроциклонні фільтри грубого очищення, а також дискові чи піщані фільтри тонкого очищення безпосередньо перед подачею води в краплинні лінії.

Важливим показником є температура води, яка у вегетаційний період здебільшого відповідає оптимальним значенням для поливу сільськогосподарських культур. Відсутність різких контрастів між температурою поливної води та температурою ґрунту дає змогу уникати стресових умов для рослин.

З екологічної точки зору використання поверхневих вод Дніпра для зрошення за дотримання лімітів водозбору та нормативів скиду зворотних

вод не має істотного негативного впливу на стан водного об'єкта. При проєктуванні системи передбачено мінімізацію втрат води шляхом використання напірних трубопроводів, герметичних з'єднань та краплинної технології подачі води безпосередньо в кореневмісний шар ґрунту. Це підвищує коефіцієнт корисного використання зрошувальної води й зменшує обсяги фільтраційних втрат у ґрунтовий масив.

Отже, поверхнєве джерело зрошення – вода річки Дніпро – за своїми кількісними та якісними характеристиками є надійним і придатним для використання в системі краплинного зрошення на землях ТОВ «Геолан-Агро». Застосування сучасних засобів механічного очищення та раціональної схеми подачі води забезпечує стабільну роботу поливної мережі, захист ґрунтів від вторинного засолення та ефективне використання водних ресурсів.

2 СПЕЦИФІКА АГРАРНО-ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

2.1 Доцільність впровадження гідромеліорації

Необхідність упровадження меліоративних заходів на землях ТОВ «Геолан-Агро» зумовлена сукупністю природних і господарських факторів. До головних обмежувальних чинників належать посушливий клімат із недостатньою та нестійкою кількістю атмосферних опадів, висока випаровуваність у вегетаційний період, нерівномірний розподіл вологи за часом, а також наявність схилових земель, схильних до проявів водної ерозії. За таких умов традиційні безрошувальні технології не забезпечують реалізації продуктивного потенціалу чорноземних ґрунтів і стабільного отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур.

Метою меліоративних заходів є формування керованого водного режиму ґрунтів на масиві зрошення, збереження та підвищення їхньої родючості, попередження деградаційних процесів (ерозії, оглеєння, засолення) та створення умов для інтенсивного і водночас екологічно збалансованого землеробства. Центральним елементом системи меліорації виступає зрошення, яке дозволяє компенсувати дефіцит природної вологи, синхронізувати надходження води з критичними фазами росту культур та забезпечити гнучке реагування на погодні аномалії.

Вибір саме краплинного зрошення як основного водного меліоративного заходу обумовлений низкою переваг порівняно з традиційними способами поливу. Локальна подача води безпосередньо в зону розміщення кореневої системи рослин зменшує непродуктивні втрати на фільтрацію й випаровування, підвищує коефіцієнт використання зрошувальної води та добрив, дає змогу підтримувати оптимальну вологість ґрунту в межах

кореневмісного шару. Крім того, краплинне зрошення добре узгоджується з рельєфом масиву: пологі схили й слабо хвиляста поверхня дозволяють забезпечити рівномірність поливу без суттєвих планувальних робіт.

Важливим завданням є також запобігання можливим негативним наслідкам зрошення. Підвищення надходження води в ґрунтовий масив за відсутності контролю за поливними нормами та дренажем може призвести до підняття рівня ґрунтових вод, вторинного засолення й оглеєння ґрунтів. Тому одним із напрямів меліоративних заходів є раціональний режим зрошення, що передбачає оптимізацію поливних норм і строків поливів, застосування багатоступеневої фільтрації поливної води, використання напірної трубчастої мережі з мінімальними фільтраційними втратами, а за необхідності — організацію локального дренажу у понижених, потенційно підтоплюваних зонах.

До системи меліорації входять і агротехнічні заходи, спрямовані на збереження структури ґрунту, підвищення вмісту органічної речовини та зменшення ерозійних втрат. До них належать застосування науково обґрунтованих сівозмін з чергуванням культур різної кореневої системи, використання сидеральних парів, органічних і органо-мінеральних добрив, протиерозійні способи обробітку ґрунту, підтримання оптимальної щільності складення та пористості орного шару. Такі заходи підсилюють ефективність зрошення, забезпечують кращу інфільтрацію й акумуляцію вологи та сприяють сталому підвищенню родючості чорноземів.

Лісомеліоративні та протиерозійні заходи передбачають збереження й, за потреби, реконструкцію наявних полезахисних лісосмуг, закладання захисних смуг у найбільш ерозійно небезпечних місцях, заліснення крутосхилів, непридатних для ріллі. Ці елементи формують просторовий каркас території, який зменшує швидкість вітру, сприяє накопиченню снігу, зменшує поверхневий стік і тим самим знижує ризики деградації ґрунтового покриву.

Організаційно-господарські заходи пов'язані з оптимізацією структури посівних площ, концентрацією найбільш водомістких і високопродуктивних культур на зрошуваних землях, впровадженням системи моніторингу вологості ґрунту, солонісного режиму та рівня ґрунтових вод. Важливою складовою є створення належної експлуатаційної служби, що забезпечуватиме своєчасне технічне обслуговування елементів зрошувальної мережі, контроль якості поливної води, ведення обліку води та енергоресурсів.

Таким чином, меліоративні заходи на масиві зрошення ТОВ «Геолан-Агро» обґрунтовуються необхідністю подолання природного дефіциту вологи, підвищення стабільності та результативності сільськогосподарського виробництва, збереження родючості чорноземних ґрунтів і попередження їх деградації. Комплексне поєднання водогосподарських, агротехнічних, лісомеліоративних та організаційно-господарських заходів дозволяє сформувати ефективну й екологічно безпечну систему зрошення, адаптовану до конкретних природно-виробничих умов господарства.

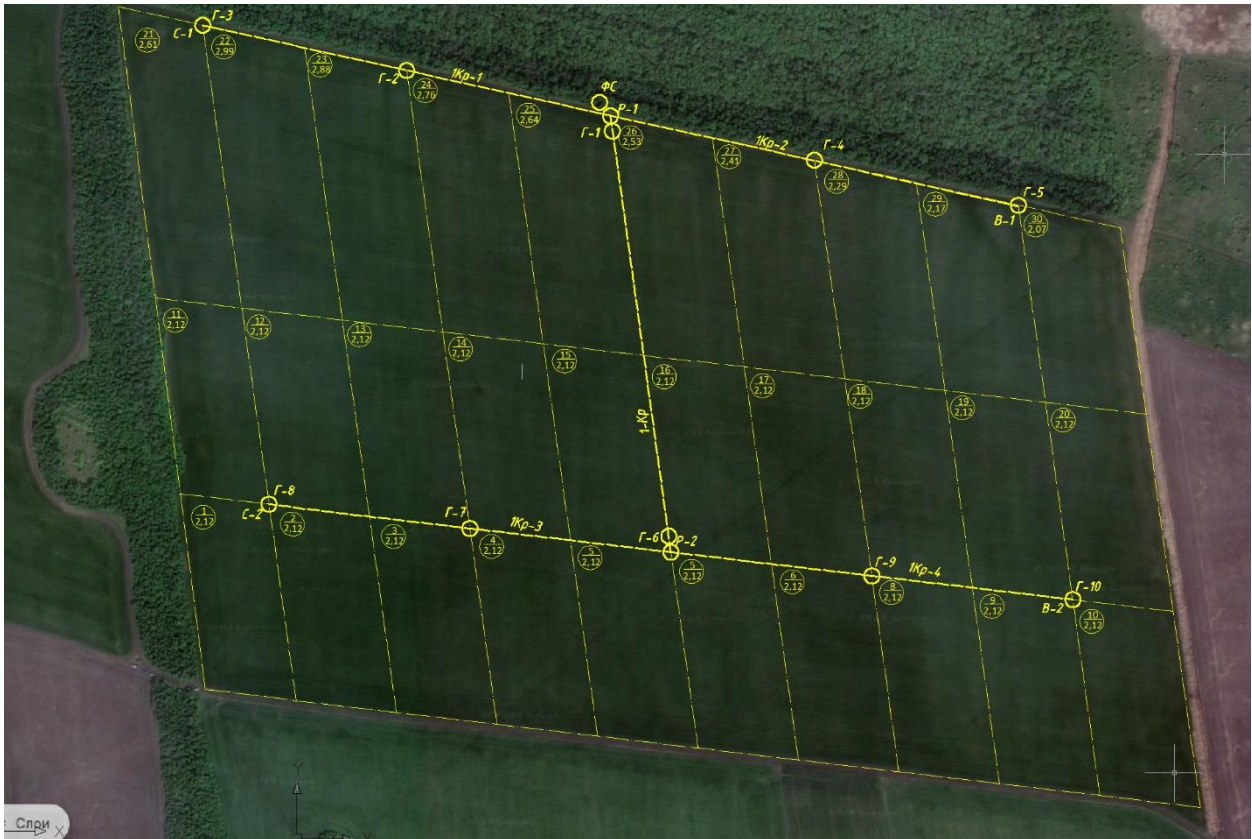


Рисунок 2.2 - Зрошувальна мережа на ділянці краплинного зрошення

2.2 Проектна схема ротації сівозміни

На проєктованому масиві зрошення передбачається спеціалізована овочева сівозміна з шести культур, що вирощуються за інтенсивною технологією краплинного зрошення. Структура сівозміни наведена в таблиці 2.1 і включає 30 ділянок, які розподілені між культурами таким чином:

- помідори безрозсадні (пізні) – 6 ділянок;
- помідори розсадні (ранні) – 6 ділянок;
- капуста білоголова рання – 6 ділянок;
- огірки – 4 ділянки;

цибуля ріпчаста – 4 ділянки;

баклажани – 4 ділянки.

Такий розподіл площ забезпечує поєднання ранньої та пізньої продукції, що дає змогу рівномірніше завантажувати зрошувальну систему протягом усього вегетаційного періоду та одержувати стабільний потік товарної продукції. Помідори, капуста й огірки формують основну частку високорентабельної продукції, баклажани й цибуля доповнюють асортимент і дозволяють краще використовувати теплові ресурси району.

Культури розміщуються з урахуванням їхніх біологічних особливостей, вимог до тепла та вологи, а також потреби у фітосанітарному розриві. Ранні розсадні помідори та капуста займають ділянки, що першими вводяться в полив, забезпечуючи ранню реалізацію продукції. Безрозсадні помідори, огірки та баклажани розміщуються після ранніх культур або по кращих попередниках, що сприяє ефективному використанню ґрунтової вологи й поживних речовин. Цибуля ріпчаста чергується з пасльоновими та гарбузовими культурами, що значно зменшує ураженість хворобами та шкодочинність бур'янів.

Проектом передбачено використання спеціальних схем посадки, адаптованих до краплинного зрошення:

для безрозсадних помідорів – схема $120+60 \times 30$ см, що відповідає стрічковому дворядковому розміщенню з міжстрічковою відстанню 120 см, відстанню між рядами в стрічці 60 см та 30 см між рослинами в рядку;

для розсадних помідорів – схема $90+50 \times 60$ см, яка забезпечує дещо ущільнені посіви за рахунок меншої міжрядної відстані та більшої відстані в рядку, що важливо для формування потужного куща;

для ранньої білоголової капусти – $90+50 \times 30$ см, що створює оптимальне поєднання площі живлення та щільності стояння рослин;

для огірків – $160+50 \times 30$ см, із збільшеною міжстрічковою відстанню (160 см) для зручності догляду за рослинами та розміщення батогів;

для цибулі ріпчастої – $60+15+15+15 \times 7$ см, що відповідає багаторядковій схемі посіву з вузькими міжряддями та відстанню 7 см між рослинами;

для баклажанів – $90+50 \times 30$ см, подібно до капусти, з урахуванням більшої крони рослин.

Таке просторове розміщення культур забезпечує:

раціональне використання зволоженої площі при краплинному поливі;

можливість укладання однієї або двох краплинних ліній по осі стрічки з рівномірним зволоженням кореневмісного шару;

зручність механізованого обробітку ґрунту та міжрядь;

оптимальну щільність стояння рослин, що сприяє формуванню високого врожаю належної якості.

У межах сівозміни передбачається щорічна зміна культур на ділянках відповідно до затвердженого плану ротації. При цьому дотримуються такі принципи:

повернення томатів і баклажанів на попереднє місце не раніше ніж через 3–4 роки для зменшення ураження хворобами пасльонових;

розміщення капусти та огірків після культур, що залишають добре структурований ґрунт із достатніми запасами органічної речовини;

розміщення цибулі після культур, які не сприяють накопиченню специфічних шкідників і збудників хвороб;

чергування культур із різною глибиною проникнення кореневої системи для кращого використання вологи й поживних речовин із різних горизонтів.

Запропонована сівозміна дозволяє підтримувати високий рівень родючості ґрунту, зменшити небезпеку ерозії завдяки рівномірному покриттю ґрунту рослинністю впродовж сезону, а також забезпечити найбільш повне й економічно доцільне використання зрошувальної води. Вона орієнтована на інтенсивне овочеве виробництво з високим виходом товарної продукції при одночасному збереженні екологічної стійкості агроландшафту.

Таблиця 2.1 – Структура сівозміни

Культура	Кількість ділянок	Схема посадки (см)
Помідори безрозсадні (пізні)	6	120+60×30 (180)
Помідори розсадні (ранні)	6	90+50×60 (140)
Капуста білоголова (рання)	6	90+50×30 (140)
Огірки	4	160+50×30 (210)
Цибуля ріпчаста	4	60+15+15+15×7 (105)
Баклажани	4	90+50×30 (140)
Разом	30	

Помідори безрозсадні (пізні)

Вирощуються безрозсадним способом, прямим висівом насіння у відкритий ґрунт після його достатнього прогрівання. Кущі, як правило, середньорослі, детермінантного або напівдетермінантного типу. Плід — соковита багатонасінна ягода округлої чи округло-плескатої форми, червоного або рожевого забарвлення, призначена переважно для свіжого споживання та переробки (соки, пасти, консервування).

Схема посадки 120+60×30 см (приблизно 180 тис. рослин/га) передбачає дворядкове розміщення в стрічці з міжстрічковою відстанню 120 см, відстанню між рядами в стрічці 60 см і 30 см між рослинами в рядку. Така схема забезпечує достатню площу живлення й зручність догляду за кущами при використанні краплинних ліній. За умов краплинного зрошення та повноцінного удобрення очікувана урожайність безрозсадних пізніх помідорів може становити орієнтовно 50–70 т/га.

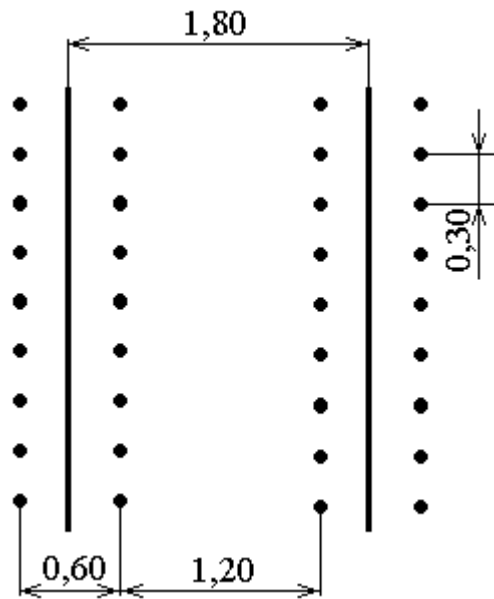


Рисунок 2.1 – Схема посадки помідорів безрозсадних (пізніх)

Помідори розсадні (ранні)

Вирощуються розсадним способом: насіння висівають у теплиці або парники, а загартовану розсаду висаджують у відкритий ґрунт, що дає змогу отримувати ранню продукцію. Рослини, як правило, середньорослі, іноді індетермінантні, формуються в 1–2 стебла. Плоди — багатонасінні ягоди різної маси (зазвичай 80–120 г), високої товарності, орієнтовані на ранню реалізацію у свіжому вигляді.

Схема посадки $90+50 \times 60$ см (близько 140 тис. рослин/га) забезпечує дещо ущільнені посіви з меншими міжряддями та більшою відстанню між рослинами, що сприяє формуванню потужних кущів і доброму провітрюванню. За інтенсивної технології краплинного зрошення та якісної розсади ранні помідори здатні забезпечувати врожайність на рівні 60–80 т/га і більше.

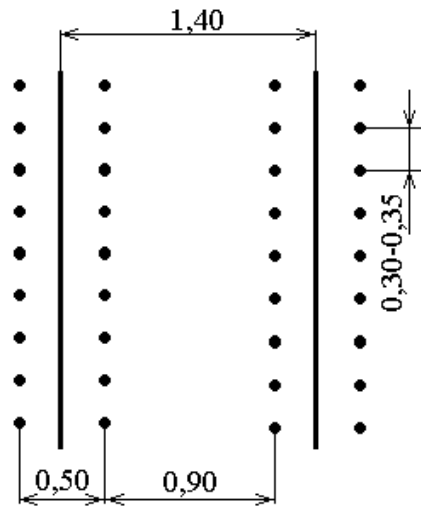


Рисунок 2.2 – Схема посадки помідорів розсадних (ранніх)

Капуста білоголова (рання)

Холодостійка розсадна культура, добре переносить пониження температури, висаджується на поле однією з перших. Формує компактну щільну головку масою переважно 1,2–2,0 кг, призначену для раннього споживання у свіжому вигляді.

Схема посадки 90+50×30 см (приблизно 140 тис. рослин/га) передбачає дворядкове розміщення з відносно невеликою відстанню між рослинами в рядку, що дозволяє одержувати вирівняні головки середнього розміру. Для капусти критичним є забезпечення вологою у період зав'язування і наливу головок, тому краплинне зрошення значно підвищує стабільність врожаю. За правильно підібраними поливними нормами та живленням урожайність ранньої капусти може досягати 40–60 т/га.

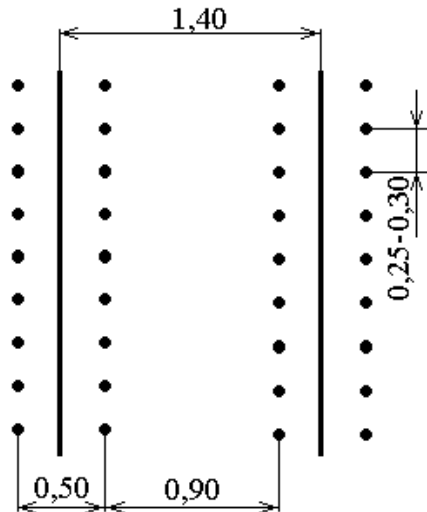


Рисунок 2.3 – Схема посадки капусти білоголової (ранньої)

Огірки

Тепло- і вологолюбна культура з поверхневою кореневою системою. Стебла сланкі або напівплетисті, придатні до формування на шпалері або встельну. Плід — подовжена багатонасінна ягода (зеленаць) масою 80–120 г, використовується у свіжому вигляді та для консервування. Схема посадки 160+50×30 см (близько 210 тис. рослин/га) дає змогу розмістити рослини в двох рядах на стрічці з широкими міжстрічковими проходами для механізованого догляду та зручного збирання. Постійно помірно вологий ґрунт при краплинному поливі забезпечує безперервне плодоношення. За інтенсивної технології під краплинним зрошенням огірки здатні формувати 40–60 т/га товарної продукції й більше.

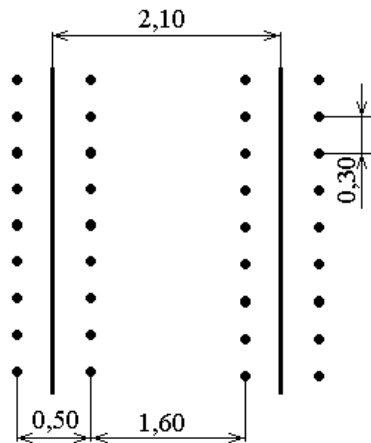


Рисунок 2.4 – Схема посадки огірків

Цибуля ріпчаста

У виробничій практиці вирощується як однорічна або дворічна культура, формує цибулини округлої чи овальної форми масою переважно 60–80 г. Цінується за високі смакові якості та можливість тривалого зберігання. Найбільш вимоглива до вологи в період інтенсивного наростання листкової маси; у фазу дозрівання цибулин поливи обмежують. Схема посіву $60+15+15+15 \times 7$ см (близько 105 тис. рослин/га) відповідає багаторядковому розміщенню на вузьких грядках: одна стрічка цибулі складається з чотирьох паралельних рядків із міжряддями 15 см та міжстрічковою відстанню 60 см, відстань між рослинами в рядку — 7 см. Така схема забезпечує раціональне використання площі, добру аерацію та зручність міжрядного обробітку. За краплинного поливу й збалансованого удобрення врожайність цибулі ріпчастої може становити орієнтовно 25–40 т/га.

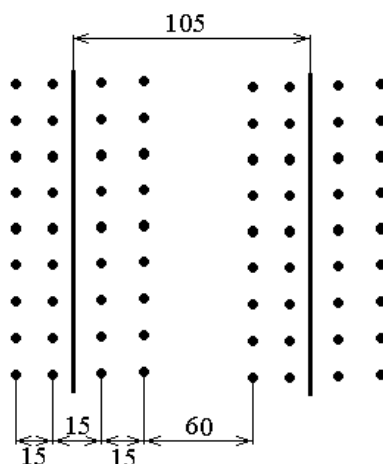


Рисунок 2.5 – Схема посадки цибулі ріпчатої

Баклажани

Теплолюбна пасльонова культура, вирощується переважно через розсаду. Рослини середньо- або високорослі, з потужною надземною масою. Плід - велика ягода подовжено-овальної, грушоподібної або циліндричної форми, частіше фіолетового, іноді білого чи смугастого забарвлення, масою 200–400 г і більше.

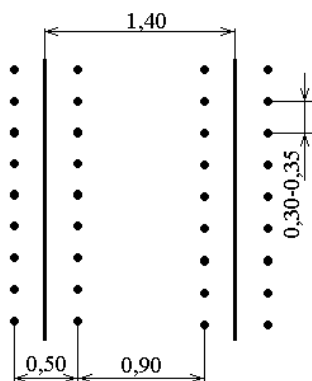


Рисунок 2.6 – Схема посадки баклажанів

Схема посадки $90+50 \times 30$ см (приблизно 140 тис. рослин/га) забезпечує достатню площу живлення для формування потужних кущів та великого плоду, при цьому зберігається можливість механізованого догляду за міжряддями. Баклажани дуже чутливі до посухи, особливо у фазу цвітіння

та масового плодоутворення, тому стабільний краплинний полив є вирішальним фактором урожайності. За інтенсивної технології можливо отримувати 30–40 т/га і більше товарних плодів.

3 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОЛИВУ

3.1 Аргументація вибору технології поливу

Вибір способу поливу на масиві зрошення має спиратися на поєднання природних умов території, біологічних особливостей культур та реальних можливостей господарства. Для ділянки ТОВ «Геолан-Агро» характерні посушливий клімат із нестійкими опадами, слабо хвилястий рельєф з невеликими ухилами, суглинкові чорноземи та спеціалізована овочева сівозміна (томати, капуста, огірки, цибуля, баклажани). У таких умовах спосіб поливу має забезпечувати максимально економне використання води, не руйнувати структуру ґрунту й дозволяти отримувати високоякісну продукцію протягом усього вегетаційного періоду.

Поверхневі способи поливу – по борознах, смугах чи затопленням – для овочевих культур є малоефективними. Вони пов'язані з великими втратами води на фільтрацію та поверхневий стік, потребують ретельного планування поверхні поля й часто спричиняють руйнування ґрунтової структури, утворення кірки, посилення ерозії на схилах. Для культур із неглибокою кореневою системою, таких як огірки чи цибуля, досить складно забезпечити рівномірне зволоження кореневмісного шару, а міжполивні перерви супроводжуються різкими коливаннями вологості, що знижує врожайність та якість продукції.

Дощування частково розв'язує проблему рівномірного розподілу води, однак має свої обмеження. Значна частина поливної води втрачається в повітрі та на поверхні листя, ефективність поливу сильно залежить від швидкості вітру, а постійне зволоження рослин створює сприятливі умови для розвитку грибних і бактеріальних хвороб. Для інтенсивного овочівництва це означає

збільшення витрат на засоби захисту рослин та ускладнення дотримання санітарних вимог. Крім того, дощувальні машини енергоємні та незручні на полях, де проводиться багато механізованих і ручних операцій з догляду за рослинами.

За сукупністю факторів найбільш доцільним для даного масиву є краплинне зрошення. Його суть полягає в тому, що вода подається безпосередньо в прикореневу зону невеликими дозами через крапельниці, вмонтовані у тонкостінні поліетиленові трубки. У результаті зволожується саме кореневмісний шар, поверхня міжрядь залишається відносно сухою, а втрати на випаровування та глибинну фільтрацію зводяться до мінімуму. Для овочевих культур це особливо важливо: ґрунт навколо коренів підтримується у стабільно вологому стані, рослини не відчувають стресу від пересихання, а бур'яни у міжряддях розвиваються значно слабше.

Ще однією суттєвою перевагою краплинного поливу є можливість фертигації – подачі розчинених мінеральних добрив разом із поливною водою. Це дозволяє «доставляти» живлення прямо до коренів, оперативно змінювати дози залежно від фази розвитку рослин, уникати надмірного засолення ґрунту і водночас підвищувати коефіцієнт використання добрив. Відсутність зволоження листової поверхні знижує ризик ураження більшістю грибних хвороб, що особливо відчутно для томатів, огірків і баклажанів.

Обраний спосіб зрошення визначає й технічне рішення системи. На масиві планується створити стаціонарну краплинну мережу. До її складу входить головна насосна станція, яка забирає воду з джерела й забезпечуватиме необхідний напір; блок фільтрації з гідроциклонними, сітчастими чи дисковими фільтрами для очищення поливної води; магістральні та розподільчі поліетиленові трубопроводи, що транспортуватимуть воду до окремих полів; запірно-регулююча арматура для зонального керування поливом та підтримання розрахункового тиску; система

фертигації з дозуючими пристроями; а також власне краплинні лінії, які укладатимуться вздовж рядків культур.

Розміщення краплинних ліній буде узгоджено зі схемами посадки: для дворядкових стрічок томатів, капусти, баклажанів та огірків передбачається одна або дві лінії на стрічку, а для багаторядкових посівів цибулі – така кількість ліній, щоб зволожена зона охоплювала всі рядки. Витрата окремої крапельниці й відстань між ними добиратимуться так, щоб забезпечити рівномірне зволоження ґрунту по довжині рядка та відповідати розрахунковим поливним нормам.

Для зручності експлуатації масив буде поділений на поливні блоки. Кожен блок включатиметься в роботу послідовно, що дозволить рівномірно завантажувати насосне обладнання, підтримувати необхідний тиск у мережі й організувати полив культур у найбільш відповідні для них години доби. Керування системою може здійснюватися як вручну, так і з використанням автоматизованих пристроїв – таймерів, регуляторів тиску, а за потреби й датчиків вологості ґрунту.

Отже, застосування краплинного способу поливу на овочевому масиві ТОВ «Геолан-Агро» є логічним і технічно обґрунтованим рішенням. Він поєднує високу водозберігаючу ефективність, можливість точного керування водним і поживним режимами ґрунту, зниження фітосанітарних ризиків та мінімальний негативний вплив на ґрунтове середовище, що в комплексі створює умови для отримання стабільно високих і якісних урожаїв. В даній кваліфікаційній роботі прийнята краплинна стрічка Aqua TraXX ERA 5061245.

3.2 Специфікація емітерів та трубопроводів

Для реалізації проєктованого способу зрошення на масиві овочевих культур прийнято до використання тонкостінну краплинну стрічку Aqua TraXX ERA 5061245 фірми *Toro*. Це безшовна поліетиленова трубка з вмонтованими емітерами турбулентного типу, які екструдуються разом зі стінкою стрічки. Такий спосіб виготовлення забезпечує цілісність конструкції, відсутність поздовжнього шва, підвищує стійкість до механічних пошкоджень і зменшує ризик проникнення коренів у водовипускні отвори.

Стрічка має внутрішній діаметр 5/8" (приблизно 16 мм) і товщину стінки 6 міл, що відповідає орієнтовно 0,15 мм. Вбудовані крапельниці розміщені через кожні 30 см, тобто стандартний крок емітера становить 0,3 м по довжині стрічки. Такий інтервал є оптимальним для більшості овочевих культур, що входять до сівозміни (томати, капуста, огірки, цибуля, баклажани), і забезпечує рівномірне зволоження кореневмісного шару при схемах посадки, прийнятих у проєкті. Номінальна витрата однієї крапельниці становить близько 1,0 л·год⁻¹ (0,27 гал·год⁻¹) при робочому тиску, рекомендованому виробником.

3.3 Оцінка зволоженої ділянки живлення рослин при використанні краплинного зрошення

Під час встановлення режиму зрошення та визначення параметрів поливу в умовах локального зволоження необхідно обов'язково враховувати особливості способу подачі води. У разі використання смугового зволоження, коли відстань між окремими крапельницями (водовипусками) не потребує

детального врахування, площу зволоження визначають за відповідною розрахунковою формулою.

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

де l_k – ширина зони зволоження, сформованої поливною стрічкою, м;

a – відстань між поливними краплинними стрічками, м;

Сумарна протяжність поливних трубок у розрахунку на 1 га становить

$$L_k = \frac{10000}{a}, \text{ м} \quad (3.2)$$

Кількість крапельниць у розрахунку на 1 га визначають за формулою

$$N_k = \frac{10000}{a \cdot b}, \text{ шт} \quad (3.3)$$

де b – відстань між крапельницями (емітерами) у поливній стрічці, м.

Усі отримані результати розрахунків подають у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахунок елементів техніки краплинного поливу

Елементи техніки краплинного поливу	Помідори розсадні (ранні)	Помідори безрозсадні (пізні) Капуста білоголова (рання) Баклажани	Огірки	Цибуля
Витрата крапельниці	1,10 л/год;	1,10 л/год;	1,10 л/год;	1,10 л/год;
Відстань між крапельницями в рядку	31 см	31 см	31 см	31 см
Ширина між рядами зрошувальних трубок	1,75 м	1,45 м	2,05 м	1,00 м
Сумарна довжина смуг зволоження на 1 га	5600 м	7050 м	4820 м	9450 м
Глибина зволоження	0,51 м	0,51 м	0,51 м	0,51 м
Механічний склад ґрунту	глинистий	глинистий	важкі суглинки	важкі суглинки
Ширина смуги зволоження	1,25 м	1,25 м	1,00 м	0,96 м
Зволожувана площа на 1 га	5920 м ²	7480 м ²	3950 м ²	7700 м ²
Частка площі живлення рослин	59,0 %	74,8 %	39,5 %	77,0 %
Об'єм ґрунту, що зволожується на 1 га	2010 м ³	2460 м ³	1330 м ³	2550 м ³
Частка об'єму живлення рослин	39,5 %	49,8 %	26,5 %	51,0 %
Кількість крапельниць на 1 га	18300	24050	16020	31400

3.4 Визначення базового року для розрахунків

Режим зрошення сільськогосподарських культур охоплює як строки проведення поливів, так і їхні поливні норми. Його проєктування здійснюють на стадії розробки зрошувальної системи з метою виконання водогосподарських розрахунків і визначення витратних параметрів зрошувальної мережі. Розрахункові показники проєктного режиму встановлюють з урахуванням обраних методів, технічних засобів та технологій поливу, щоб забезпечити економічно доцільний рівень

водозабезпечення системи та раціональне, водозберігаюче використання ресурсів.

У даній кваліфікаційній роботі розрахунок режиму зрошення запроєктованих сільськогосподарських культур планується виконувати з використанням програмного комплексу WATER, створеного на кафедрі водогосподарської інженерії.

Оскільки універсального підходу до визначення метеорологічних показників для виділення року певної забезпеченості не існує, у програмі передбачено кілька варіантів вибору такого року. Він може бути заданий за:

- величиною атмосферних опадів;
- комплексним кліматичним індексом;
- водоспоживанням фактичного (реального) року;
- водоспоживанням, отриманим за компоновкою.

Вибір потрібного методу здійснюється безпосередньо у відповідному вікні програми під час запуску алгоритму розрахунку режиму зрошення.

З метою зменшення впливу специфічних особливостей окремих років доцільно аналізувати не один, а кілька років, що належать до вибраної групи забезпеченості. Кількість років, які використовуються для усереднення показників, може визначатися за різними методичними підходами.

Нестачу зрошувальної води для прийнятої сівозміни визначають індивідуально для кожного року, за який наявні дані метеорологічних спостережень, із застосуванням одного з методів розрахунку режиму зрошення. Водночас тривалість ряду спостережень має бути не меншою ніж 20 років.

В даній кваліфікаційній роботі розрахунок вівся в такій послідовності:

- а) для кожної овочевої культури, що входить в розрахункову сівозміну, знаходили дефіцит водоспоживання за кожен рік спостережень (додаток А, табл. А1);

б) розраховували за кожен рік середньозважений дефіцит для сівозміни за формулою

$$D_{\text{сiв}} = \frac{D_1 F_1 + D_2 F_2 + \dots + D_n F_n}{F_{\text{сiв}}} \quad (3.4)$$

де $D_{\text{сiв}}$ - середньозважений дефіцит для розрахункової сівозміни за конкретний рік, мм;

D_1, D_2, \dots, D_n - дефіцити водоспоживання для 1-ї, 2-ї, ..., n-ї культури сівозміни, мм;

F_1, F_2, \dots, F_n - площа зрошуваних угідь, зайнята кожною культурою сівозміни, га;

$F_{\text{сiв}}$ - загальна зрошувана площа сівозміни, га.

в) Значення щорічних середньозважених дефіцитів водоспоживання було впорядковано за зростанням, після чого для кожного з них визначено забезпеченість відповідно до розрахункової формули (додаток А, табл. А.2).

$$p = \frac{m}{n + 1} \cdot 100\%, \quad (3.5)$$

де p - забезпеченість для кожного року, %;

m - порядковий номер у розрахунковому ряді;

n - кількість елементів розрахункового ряду (років спостережень); у межах даної кваліфікаційної роботи вона становить 22.

г) Рік-модель визначали на основі років, для яких значення середньозважених дефіцитів водоспоживання мали забезпеченість, максимально наближену до розрахункової — у даному випадку 75-відсоткової (додаток А, табл. А.2).

У межах цієї кваліфікаційної роботи до таких років віднесено 1968, 1970, 1975, 1981 та 1984 роки. Усереднені значення метеорологічних показників за вказаний період прийнято як рік-модель (додаток А.3).

Для виконання подальших розрахунків режимів зрошення окремих полів сівозміни необхідно мати дані щодо декадних дефіцитів водозабезпечення цих полів у межах розрахункового року.

3.5 Обґрунтування поливних норм та термінів зрошення

У межах даної кваліфікаційної роботи встановлено календарні терміни проведення поливів, а також розраховано поливні та зрошувальні норми для кожної культури, що входить до складу овочевої сівозміни.

Полівна норма характеризує кількість води, що подається на одиницю площі посівів протягом одного поливу або за визначений період часу з метою створення оптимальних умов для росту та розвитку рослин. Її значення зумовлюється рівнем водоспоживання сільськогосподарської культури, кліматичними умовами, фізичними властивостями ґрунту, а також дією інших чинників.

Розрахункове, зазвичай максимальне, значення поливної норми визначають за формулою, запропонованою О.М. Костяковим.

$$m = 10\gamma H(\beta_{\text{нв}} - \beta_{\text{доп}}) \cdot S \quad (3.6)$$

де m - розрахункове значення поливної норми, мм;

H - розрахункова глибина кореневмісного шару ґрунту, м;

γ - щільність ґрунту розрахункового шару, т/м³ або г/см³;

$\beta_{\text{нв}}$ та $\beta_{\text{доп}}$ - вологість ґрунту, що відповідає найменшій вологості та допустимому порогу висушування, %

S - частка площі живлення рослин.

Відповідно до наведеної формули поливну норму визначають, виходячи з необхідності доведення вологості ґрунту в межах розрахункового шару до рівня найменшої вологості. Розрахункові значення для кожної групи прийнятих культур подано в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Поливні норми

Група культур	Формула О.М. Костякова						Тривалість поливу, год.	
	γ , г/см ³	Н, м	$\beta_{\text{НВ}}$, %	$\beta_{\text{доп}}$		S		m, м ³ /га
				% від НВ	%			
Помідори безрозсадні (пізні)	1,30	0,5	25,5	81	20,7	0,33	109	5,18
Помідори розсадні (ранні)	1,30	0,5	25,5	88	23,0	0,32	52	2,60
Капуста білоголова (рання)	1,30	0,5	25,5	90	23,0	0,43	70	2,57
Огірки	1,30	0,5	25,5	90	23,0	0,43	70	2,57
Цибуля ріпчаста	1,30	0,5	25,5	75	19,1	0,74	308	6,52
Баклажани	1,30	0,5	25,5	90	23,0	0,32	52	2,60

Тривалість поливу за умов краплинного зрошення визначають за формулою:

$$t = \frac{1000 \cdot m}{\eta \cdot q_0 \cdot N_k}, \text{ год} \quad (3.7)$$

де η – коефіцієнт використання води, який за умови якісного та своєчасного проведення поливу може бути прийнятий $\eta = 1$;

q_0 - витрата води однієї крапельниці, л/год.

Календарні строки проведення поливів встановлюють за результатами аналізу інтегральних кривих дефіциту водоспоживання з урахуванням початкових запасів ґрунтової вологи та розрахованих поливних норм.

У межах цієї кваліфікаційної роботи строки проведення поливів і відповідні поливні норми визначено з використанням програмного комплексу WATER для персональних комп'ютерів, розробленого на кафедрі

водогосподарської інженерії. Результати виконаних розрахунків подано в додатку Б.

3.6 Календарний план зрошення запроєктованої овочевої сівозміни

Режим зрошення для всієї сівозміни, визначений у пункті 3.5, доцільно представити у формі графіка поливів, який відображає календарні дати їх проведення, кількість поливів, а також обсяги води, що підлягають подачі впродовж поливного періоду.

Графік подачі води для зрошуваної овочевої сівозміни наведено на рисунку 3.1, на якому відображено обсяги води, що необхідно подавати в кожен декаду протягом поливного періоду.

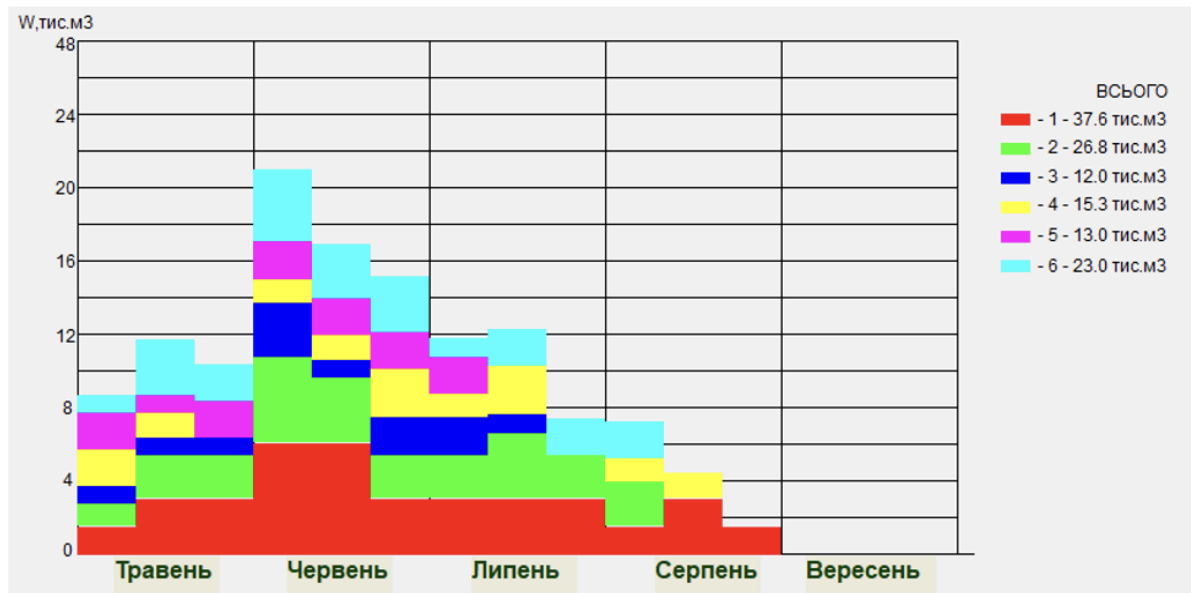


Рисунок 3.1 - Графік подачі води на сівозміну

Графік розподілу поливів відображає календарний розподіл поливних заходів за днями протягом усього вегетаційного періоду. Він дає змогу визначити конкретні дати проведення поливів, загальну кількість поливів за період вегетації, а також обсяги води, які необхідно подати на кожне окреме поле. Використання такого графіка забезпечує раціональне планування процесу зрошення з урахуванням водних потреб сільськогосподарських культур, фаз їх розвитку та поточних погодних умов, що сприяє підвищенню ефективності використання водних ресурсів.

На першому етапі формується неукомплектований графік поливів, після чого здійснюється його укомплектування. Аналіз неукомплектованого графіка свідчить, що він не придатний для практичного застосування, оскільки характеризується значними коливаннями сумарних поливних витрат, наявністю періодів надмірного навантаження поливами та інтервалів повної відсутності подачі води.

З метою усунення виявлених недоліків такий графік підлягає перебудові (укомплектуванню) таким чином, щоб значення ординат упродовж усього поливного періоду були рівномірними або максимально наближеними одне до одного. При цьому величину гідромодуля доцільно, за можливості, обмежити значенням не більше 0,7 л/(с·га), а період дії максимальних витрат має тривати не менше 10 діб.

Гідромодуль — це витрата води, яку необхідно подати на 1 га зрошуваної площі; його величину визначають за відповідною формулою.

$$q = \frac{Q_{\text{сiв}}^{\text{max}}}{F_{\text{сiв}}} \quad (3.8)$$

де $Q_{\text{сiв}}^{\text{max}}$ - максимальна витрата води, яку необхідно подати на сівозміну, л/с;

$F_{\text{сiв}}$ - зрошувана площа сівозміни, га.

У даному випадку неукомплектований графік поливів свідчить про максимальні витрати води в липні, коли наприкінці першої декади виникає потреба у проведенні поливу майже на всіх зрошуваних ділянках.

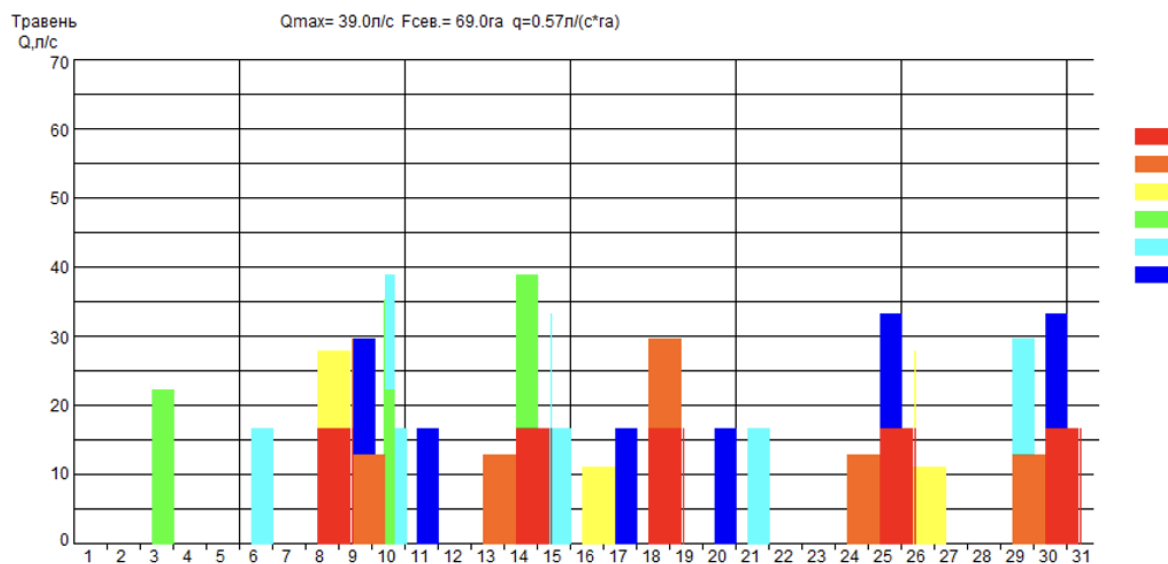


Рисунок 3.2 - Укомплектований графік поливу зрошуваної сівозміни за травень

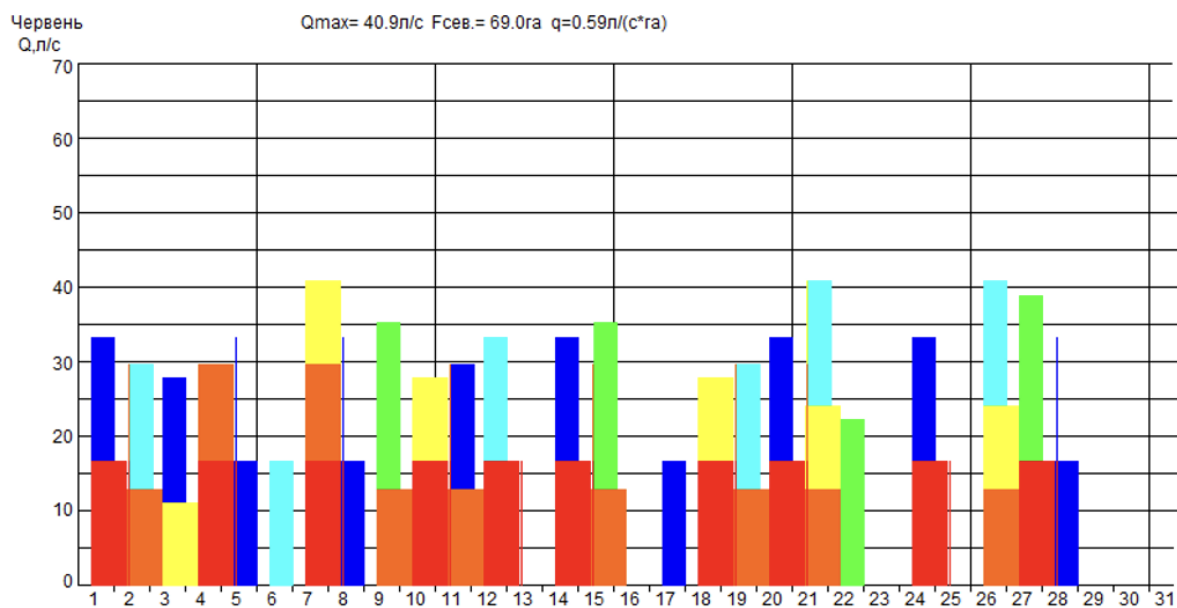


Рисунок 3.3 - Укомплектований графік поливу зрошуваної сівозміни за червень

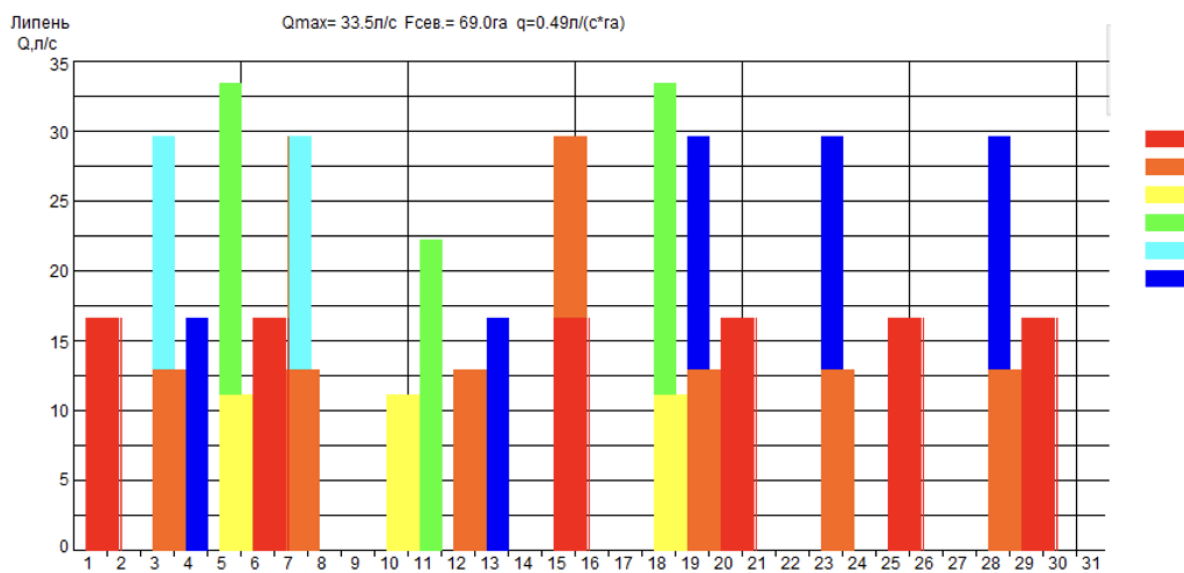


Рисунок 3.4 - Укомплектований графік поливу зрошуваної сівозміни за липень

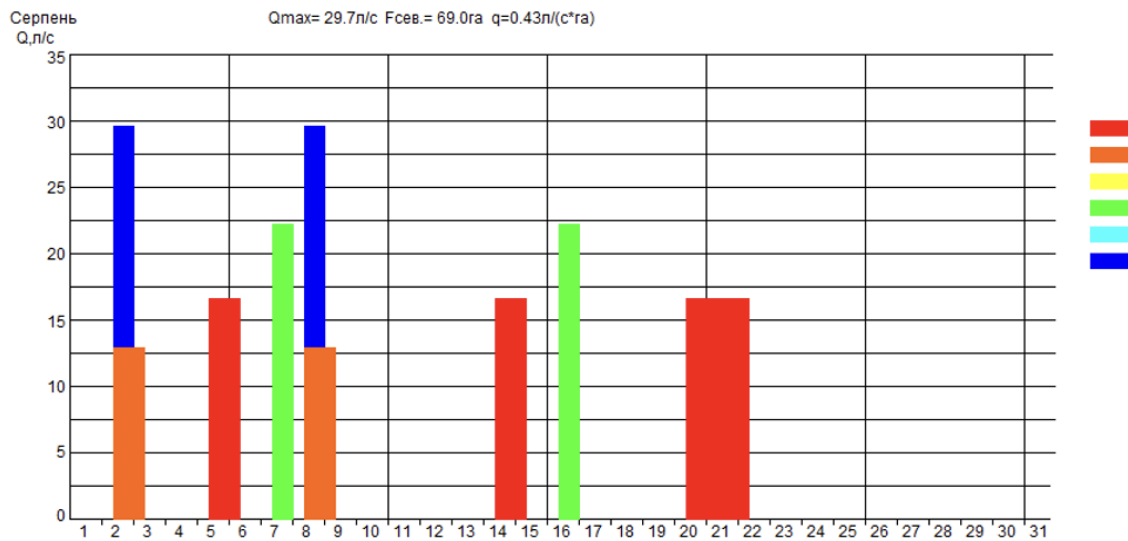


Рисунок 3.4 - Укомплектований графік поливу зрошуваної сівозміни за серпень

Укомплектування графіка поливів здійснюють шляхом коригування строків проведення поливів, зазвичай зі зміщенням дат на 2–5 діб. За наявності значної кількості поливів і зрошуваних ділянок укомплектування, як правило, виконують у помісячному розрізі.

В укомплектованому графіку поливів максимальна витрата складає 29,7 л/с, при зрошуваній площі 69,0 га, $q=0,43$ л/(с·га).

4 ПРОЄКТУВАННЯ ТА ІНЖЕНЕРНИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЗРОШЕННЯ

4.1 Вибір конструктивної схеми

Краплинне зрошення є однією з найбільш ефективних сучасних технологій управління водними ресурсами в сільському господарстві, що забезпечує раціональне використання води, енергозбереження та підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Проєктування зрошувальної мережі при краплинному зрошенні потребує комплексного підходу з урахуванням джерела водопостачання, гідравлічних властивостей ґрунтів, кліматичних умов регіону та біологічних особливостей вирощуваних культур.

Конструкція зрошувальної мережі формується як сукупність взаємопов'язаних елементів, які забезпечують безперервну подачу очищеної води з необхідними параметрами тиску та витрати безпосередньо до кореневої зони рослин. Основними складовими краплинної зрошувальної системи є водозабірний вузол, система фільтрації, трубопровідна мережа, краплинні випуски (емітери) та насосне обладнання.

Водозабір і фільтрація є початковим та одним із найважливіших етапів функціонування зрошувальної мережі. Якість води безпосередньо впливає на надійність та довговічність системи, тому перед подачею в трубопроводи вода проходить очищення від механічних домішок. Фільтрувальні елементи призначені для затримання дрібних часток, які можуть спричиняти засмічення емітерів та нерівномірність поливу.

Трубопровідна мережа системи краплинного зрошення складається з головного трубопроводу, який транспортує воду від джерела до розподільних ліній, а також розподільних трубопроводів і краплинних труб, що

забезпечують рівномірний розподіл води по зрошувальній ділянці. При виборі конфігурації трубопроводів враховуються геометричні параметри ділянки, рельєф місцевості, довжина ліній та допустимі гідравлічні втрати напору.

Краплинні випуски (емітери) є ключовими елементами системи, оскільки саме вони забезпечують точну подачу води безпосередньо до кореневої зони рослин. Конструкція та продуктивність емітерів підбираються залежно від типу ґрунту, водопроникності, культури та розрахункової норми поливу. Правильно підібрані емітери дозволяють підтримувати оптимальний водний режим ґрунту та запобігати його перезволоженню або пересиханню.

Насосне обладнання призначене для створення та підтримання необхідного тиску в системі зрошення, що забезпечує рівномірний розподіл води по всій мережі. Параметри насосів визначаються на основі гідравлічного розрахунку з урахуванням витрат води, довжини трубопроводів, втрат напору та необхідного робочого тиску емітерів.

Таким чином, конструкція зрошувальної мережі при краплинному зрошенні являє собою цілісну інженерну систему, елементи якої взаємодіють між собою та забезпечують ефективне, економічно доцільне і екологічно безпечне використання водних ресурсів. Визначення оптимальної конструкції зрошувальної мережі є основою для подальших гідравлічних розрахунків та проектування насосної станції.

4.2 Гідравлічне обґрунтування закритої мережі

Гідравлічний розрахунок закритої тупикової зрошувальної мережі є необхідним етапом проектування системи краплинного зрошення та виконується з метою визначення параметрів руху води в трубопроводах, обґрунтування діаметрів труб, втрат напору та забезпечення рівномірної

подачі води до всіх емітерів. Від правильності виконання гідравлічного розрахунку залежить ефективність функціонування зрошувальної мережі, стабільність робочого тиску та надійність експлуатації системи в цілому.

Закрита тупикова зрошувальна мережа характеризується тим, що вода подається від насосної станції по головному трубопроводу до розподільних ліній, які закінчуються глухими кінцями без кільцевого резервування. У таких мережах витрати води зменшуються вздовж трубопроводів у напрямку руху потоку внаслідок відбору води через краплинні емітери, що необхідно враховувати при розрахунках.

Гідравлічний розрахунок мережі починається з визначення розрахункової витрати води. Загальна витрата системи визначається як сума витрат усіх емітерів, що одночасно працюють у межах зрошувальної ділянки. При цьому враховується схема поливу, кількість краплинних ліній, відстань між емітерами та їх номінальна витрата. Отримане значення є вихідним параметром для розрахунку головного трубопроводу та насосного обладнання.

Наступним етапом є визначення швидкостей руху води в трубопроводах. Швидкість потоку повинна знаходитись у допустимих межах, що забезпечують мінімальні втрати напору та запобігають гідравлічним ударам і надмірному зносу труб. Для головних та розподільних трубопроводів, як правило, приймають швидкість руху води в межах допустимих значень, рекомендованих нормативними та методичними матеріалами.

Втрати напору в трубопроводах визначаються з урахуванням довжини труб, їх діаметра, матеріалу, режиму течії води та місцевих опорів. Загальні втрати напору в системі складаються з лінійних втрат на тертя вздовж трубопроводів і місцевих втрат у фасонних частинах, фільтрах, засувках, трійниках та інших елементах мережі. У тупикових мережах особливу увагу приділяють перевірці втрат напору на найдовшій і найбільш навантаженій гілці системи, яка визначає необхідний напір насосної станції.

При гідравлічному розрахунку краплинних ліній враховується поступове зменшення витрати води вздовж трубопроводу внаслідок роботи емітерів. Для забезпечення рівномірності поливу допускається обмеження різниці тиску між початком і кінцем краплинної лінії в межах допустимих значень, що гарантує стабільну роботу емітерів і рівномірний розподіл води по ділянці.

На завершальному етапі гідравлічного розрахунку визначається необхідний повний напір насосної станції, який включає геодезичну різницю відміток, сумарні втрати напору в трубопроводах і фільтраційних елементах, а також робочий тиск, необхідний для стабільної роботи краплинних емітерів. Отримані результати використовуються для підбору насосного обладнання та подальшого уточнення параметрів зрошувальної мережі.

Таким чином, гідравлічний розрахунок закритої тупикової зрошувальної мережі забезпечує технічно обґрунтований вибір основних параметрів системи та створює умови для її ефективної, надійної та економічно доцільної експлуатації.

Таблиця 4.1 – Гідравлічний розрахунок закритої зрошувальної мережі

розрахунок по ділянках

№ ділянки	Витрата, л/с	Довжина, м	Діаметр, мм	Швидкість, м/с	Втрати напору, м	Матеріал труб
1	42	295	222	1,09	1,63	ПЕ
2	42	110	222	1,09	0,61	ПЕ
3	42	110	222	1,09	0,61	ПЕ
4	42	110	222	1,09	0,61	ПЕ
5	42	110	222	1,09	0,61	ПЕ

Продовження таблиці 4.1

6	42	460	222	1,09	2,54	ПЕ
7	42	110	222	1,09	0,61	ПЕ
8	42	110	222	1,09	0,61	ПЕ
9	42	110	222	1,09	0,61	ПЕ
10	42	110	222	1,09	0,61	ПЕ

Таблиця 4.2 – Напір по ділянках

№ ділянки	Вузли		П'єзометричний напір		Вільний напір	
	початковий	кінцевий	початок	кінець	початок	кінець
1	1	2	150,39	148,76	25,39	18,76
2	2	3	148,76	148,15	18,76	19,15
3	3	4	148,15	147,54	19,15	19,54
4	2	5	148,76	148,15	18,76	17,15
5	5	6	148,15	147,54	17,15	15,54
6	2	7	148,76	146,22	18,76	14,22
7	7	8	146,22	145,61	14,22	14,61
8	8	9	145,61	145,00	14,61	15,00
9	7	10	146,22	145,61	14,22	11,61
10	10	11	145,61	145,00	11,61	10,00

Гідравлічний розрахунок зрошувальної мережі виконують з метою визначення оптимальних діаметрів трубопроводів, параметрів швидкості руху води, величин втрат напору в системі, а також необхідного повного напору насосної станції.

Як матеріал розподільчих трубопроводів у проекті прийнято поліетиленові труби типу ПЕ 63 SDR 17,6 S 8,3, розраховані на робочий тиск до 0,6 МПа. Для ділянкових трубопроводів використано вінілові лейфлети Т-Таре виробництва John Deere Water. Економічно доцільні діаметри розподільчих трубопроводів (мм) визначають за відповідною розрахунковою формулою:

$$d = 1000 \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}} = 1130 \sqrt{\frac{Q}{v}}, \quad (4.1)$$

де Q - витрата води в трубопроводі, м³/с;

v - оптимальна швидкість руху води, м/с;

Діаметри ділянкових трубопроводів визначають за розрахунковою формулою

$$d = 1000 \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{ш}} \cdot 0,55}{\pi \cdot v}} = 1130 \sqrt{\frac{Q_{\text{ш}} \cdot 0,55}{v}} \quad (4.2)$$

де $Q_{\text{ш}}$ – шляхова витрата води на початку ділянки, м³/с;

0,55 – коефіцієнт, який ураховує зменшення витрати вздовж довжини трубопроводу.

Зазвичай швидкість руху води в пластмасових трубопроводах приймають у межах 1–2 м/с. У цій роботі для розрахунків прийнято значення 2 м/с, а діаметр, отриманий за розрахунковою формулою, округлено до найближчого більшого стандартного значення.

За прийнятим стандартним діаметром трубопроводу та відповідною витратою води уточнюють фактичну швидкість руху потоку за розрахунковою формулою:

$$v_{\text{сер}} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_{\text{ст}}^2}, \quad (4.3)$$

де $d_{\text{ст}}$ - стандартний внутрішній діаметр трубопроводу, м.

Втрати напору вздовж трубопроводу визначають за рівнянням Дарсі—Вейсбаха.

$$h_l = \lambda \frac{v_{\text{сер}}^2 \cdot l}{2 \cdot g \cdot d_{\text{ст}}}, \quad (4.4)$$

де l - довжина трубопроводу (ділянки), м;

g - швидкість прискорення вільного падіння, м/с²;

λ - гідравлічний коефіцієнт тертя.

З метою спрощення розрахункової процедури використаємо модифіковану емпіричну формулу, адаптовану для пластмасових труб

$$h_l = l \cdot i = l \cdot 0,000685 \frac{v^{1,774}}{d_{\text{ст}}^{1,226}}, \quad (4.5)$$

Для ділянкових трубопроводів з розподіленої витратою по довжині

$$h_l = \frac{1}{3} l \cdot i = \frac{1}{3} l \cdot 0,000685 \frac{v^{1,774}}{d_{\text{ст}}^{1,226}} \quad (4.6)$$

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

Загальні втрати напору в трубопроводі визначають шляхом підсумовування втрат напору по довжині та втрат на місцеві опори, тобто

$$h_w = h_l + h_m = 1,1 \cdot h_l \quad (4.7)$$

Розрахунок виконують у два етапи (наближення). Перше наближення розпочинають з кінцевих елементів зрошувальної мережі — гідрантів. П'езометричні відмітки для останнього (кінцевого) гідранта польового трубопроводу визначають за відповідною розрахунковою формулою.

$$\Delta_{плк} = \Delta_{пз} + h_0 + \Delta h_{маш} + \Delta h_{гдр} \quad (4.7)$$

де $\Delta_{пз}$ - відмітка поверхні ґрунту в районі розташування гідранта, м;

h_0 - необхідний вільний напір, що забезпечує рівномірний розподіл води між усіма водовипусками, м;

$\Delta h_{маш}$ – втрати напору в машині, зумовлені нерівностями поверхні поля, м;

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

Необхідний вільний напір для забезпечення роботи краплинної стрічки Aqua TraXX ERA5XX1245 прийнято на рівні 60 м, що відповідає тиску 6,0 бар. Відмітку п'езометричної лінії на початку (в голові) трубопроводу визначають як суму відмітки п'езометричної лінії в кінці ділянки та загальних втрат напору в даному трубопроводі

$$\Delta_{плп} = \Delta_{плк} + h_w \quad (4.8)$$

У разі, коли від певного вузла розподільного трубопроводу відгалужуються два або більше трубопроводів нижчого порядку, відмітку п'езометричної лінії для цього вузла приймають рівною максимальному значенню відміток у головах відповідних трубопроводів.

Друге наближення розрахунку виконують послідовно у напрямку від початку зрошувальної мережі, тобто від насосної станції, до кінцевих гідрантів. Таким чином, перше наближення використовують для визначення необхідної відмітки п'езометричного рівня на вході в мережу в цілому, тоді як друге наближення призначене для безпосереднього вибору діаметрів

трубопроводів, а також для визначення напору на кожній окремій ділянці та в кожному вузлі зрошувальної мережі.

Повний напір насосної станції розраховують за формулою

$$H = \Delta_{\text{пл.гол}} - \Delta_{\text{рвнс}} \quad (4.9)$$

де $\Delta_{\text{пл.гол}}$ - відмітка п'єзометричної лінії на початку магістрального трубопроводу (на насосній станції), м;

$\Delta_{\text{рвнс}}$ - мінімальна відмітка рівня води в джерелі зрошення в місці водозабору насосною станцією, м.

Всі розрахунки зведені в таблицю 4.1 та рис. 4.1.

В даній кваліфікаційній роботі приймаємо:

Зовнішній діаметр – 250 мм

Товщина стінки – 14,2 мм

Внутрішній діаметр – 221,6 мм

Розрахунковий тиск – 6 бар, 60 м, 0,6 МПа

Гідравлічний розрахунок ділянкового трубопроводу (LFT)

Визначаємо швидкість води в трубопроводі:

$$v_{\phi} = \frac{4 \cdot Q_i}{\pi \cdot D_{\text{ст}}^2 \cdot 3600} = \frac{Q_i}{900 \cdot \pi \cdot D_{\text{ст}}^2}$$

$$v_{\phi} = \frac{22,3}{900 \cdot \pi \cdot 0,1^2} = 0,79 \text{ м/с}$$

Діаметр – 150 мм.

Максимальна витрата – 22,3 л/с, 0,0223 м³/с.

Довжина трубопроводу – 200 м.

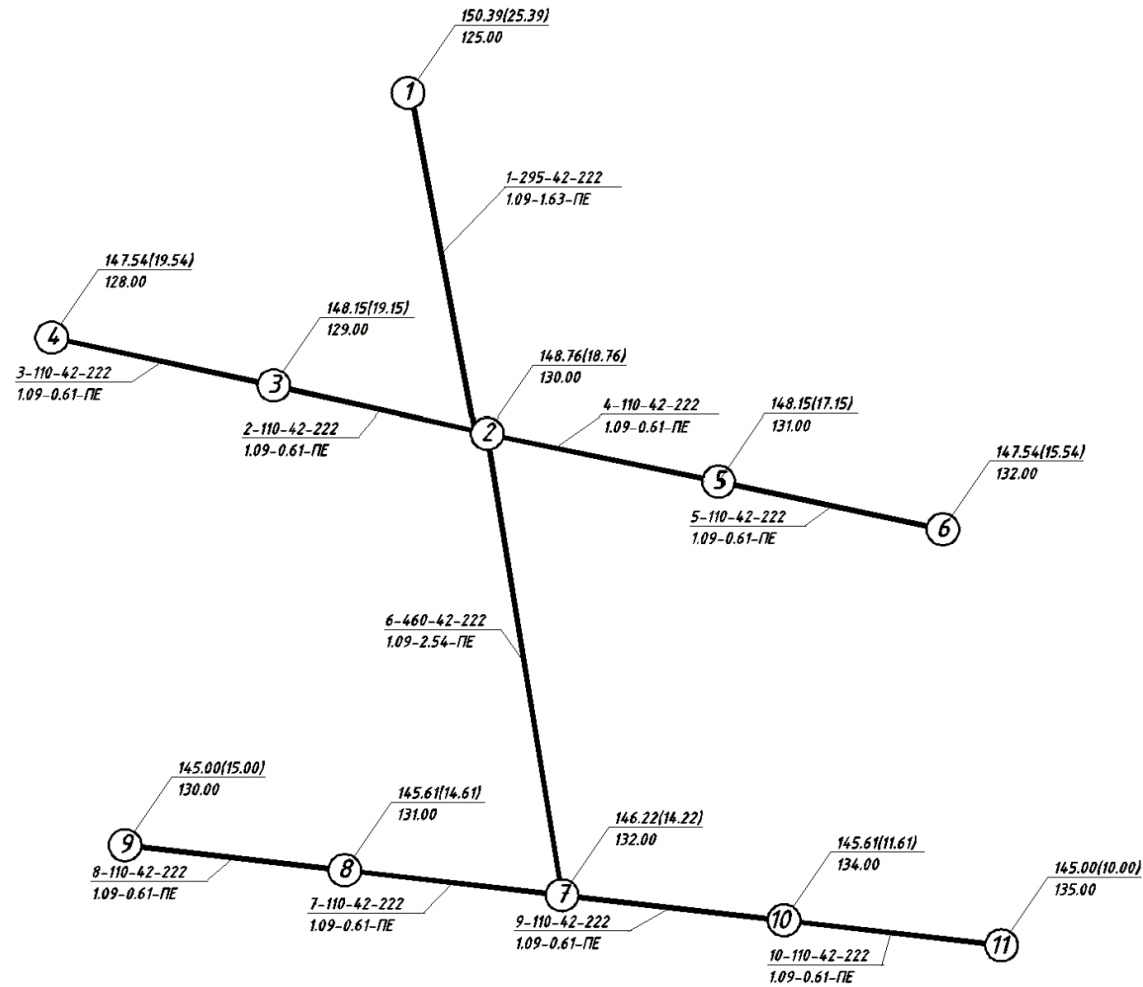
Питомий опір – 185 см²м⁶.

Втрати напору по довжині $h_w = \frac{1}{3} \cdot S_0 \cdot L_m \cdot Q_i^2$

$$h_w = \frac{1}{3} \cdot 185 \cdot 200 \cdot 0.0223^2 = 6,1 \text{ м}$$

В даній кваліфікаційній роботі потрібний напір насосної станції складе 25,39 м, напір – 42,0 л/с, Орієнтовна потужність – 19 кВт.

Схема до гідравлічного розрахунку зрошувальної мережі



Ключ до ділянки

№-L-Q-D

v-h-Mat

№ - ділянки

L - довжина, м

Q - витрата, л/с

D - діаметр труб, мм

v - швидкість руху води в трубі, м/с

h - втрати напору, м

Mat - матеріал труб

Рисунок 4.1 – Схема до гідравлічного розрахунку зрошувальної мережі

4.3 Розроблення гідротехнічних об'єктів у складі об'єкту зрошення

Проектування гідротехнічних споруд на зрошувальній мережі є важливим етапом створення системи краплинного зрошення, оскільки саме ці елементи забезпечують надійність, керованість та безпечну експлуатацію мережі в різних режимах роботи. Гідротехнічні споруди виконують функції регулювання подачі води, захисту системи від аварійних ситуацій, очищення води та підтримання необхідних гідравлічних параметрів у трубопроводах.

До основних гідротехнічних споруд зрошувальної мережі належать водозабірні вузли, фільтраційні установки, насосні станції, регулювальна та запірна арматура, а також контрольно-вимірювальні пристрої. Їх розміщення та конструктивні рішення приймаються з урахуванням гідравлічних розрахунків, рельєфу місцевості, режиму роботи системи та вимог до експлуатаційної надійності.

Водозабірні споруди проектуються з метою забезпечення стабільного та безпечного забору води з джерела зрошення. При цьому враховуються коливання рівнів води, якість водного середовища та можливість потрапляння механічних домішок у систему. Конструкція водозабору повинна забезпечувати безперебійну роботу зрошувальної мережі та створювати умови для ефективної роботи фільтраційних елементів.

Фільтраційні споруди є обов'язковим елементом краплинних систем зрошення, оскільки забезпечують очищення води від зважених часток і запобігають засміченню краплинних емітерів. Проектування фільтраційних установок передбачає вибір типу фільтрів залежно від якості води, розрахункової витрати та допустимих втрат напору. Фільтраційний вузол, як правило, розміщується безпосередньо після водозабору або насосної станції та оснащується засобами для промивання і контролю перепаду тиску.

Насосна станція є ключовою гідротехнічною спорудою, яка забезпечує

подачу води в систему з необхідним напором і витратою. При проектуванні насосної станції враховуються результати гідравлічного розрахунку зрошувальної мережі, умови експлуатації, можливість регулювання режимів роботи та резервування обладнання. Конструкція насосної станції повинна забезпечувати енергоефективну роботу та простоту технічного обслуговування.

Регулювальні та запірні споруди призначені для керування потоками води в зрошувальній мережі, поділу системи на окремі зони поливу та захисту трубопроводів від перевантажень. До них належать засувки, вентилі, редуктори тиску та автоматичні клапани. Їх встановлення дозволяє підтримувати оптимальний тиск у різних ділянках мережі та оперативно реагувати на зміну режимів поливу.

Контрольно-вимірювальні прилади, зокрема манометри, витратоміри та датчики тиску, є невід'ємною частиною гідротехнічних споруд зрошувальної системи. Вони забезпечують контроль за роботою мережі, дозволяють виявляти відхилення від розрахункових параметрів та сприяють підвищенню надійності експлуатації системи (рис.4.3).

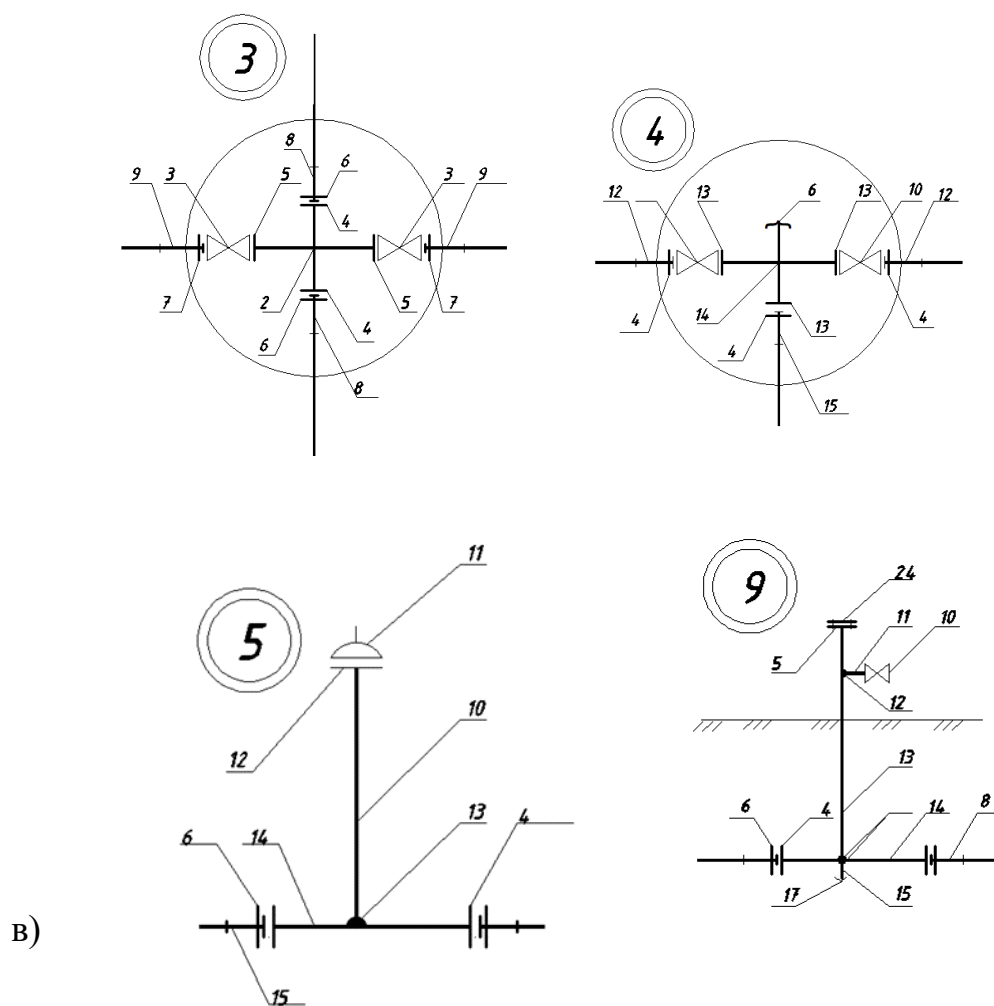


Рисунок 4.3 – Елементи вузлової схеми

а) загальна вузлова схема; б) специфікація вузлової схеми; в) деталізація вузлів

СПЕЦИФІКАЦІЯ

Номер позиції	Позначення	Назва	Вимір	Кількість	Маса, кг
1	ДСТУ Б В.2.7-151:2008	Труби ПЕ 63 SDR17.6- 250x14.2	п.м	1663	10.8
2	K-250-200	Хрест	шт.	2	65.1
3	30ч47δр	Засувка d=200 мм	шт.	6	132.8
4	ГОСТ 12820-80	Фланець приварний 250-10	шт.	27	10.7
5	ГОСТ 12820-80	Фланець приварний 200-10	шт.	6	8.1
6	ГОСТ 12820-80	Фланець вільний 250-10	шт.	27	10.7
7	ГОСТ 12820-80	Фланець вільний 200-10	шт.	4	8.1
8	ПЕ 63 SDR17.6	Патрубок фланцевий 250x 9.6	шт.	3	3.0
9	ПЕ 63 SDR17.6	Патрубок фланцевий 200x 7.7	шт.	2	2.2
10	ГОСТ 10704-91	Патрубок ст.159x4, L=1.80 м	шт.	8	27.5
11		Гідрант-водовипуск під ДМ Дніпро	шт.	8	
12	ГОСТ 12820-80	Фланець приварний 150-10	шт.	8	6.9
13		Врізка патрубків d=150 мм	шт.	8	
14	ГОСТ 10704-91	Патрубок ст.273x5, L=2 м	шт.	12	66.1
15	ПЕ 63 SDR17.6	Патрубок фланцевий 250x14.2	шт.	24	3.0
16	ПЕ 63 SDR17.6	Патрубок фланцевий 200x 7.7	шт.	2	1.4
17	ГОСТ 17379-2001	Заглушка І-273x11.4	шт.	1	7.6
18	ГОСТ 10704-91	Патрубок ст.219x4.0, L=1.80 м	шт.	2	38.2
19	ГОСТ 10704-91	Патрубок ст.219x4.0, L=0.30 м	шт.	2	6.4
20	ГОСТ 3262-75*	Патрубок ст. з різьбою 60x3.5, L=0.1м	шт.	2	0.3
21	10ч8р	Вентель запірний муфтовий d=50 мм	шт.	2	5.6
22		Врізка патрубків d=200 мм	шт.	4	
23		Врізка патрубків d=50 мм	шт.	2	
24	ГОСТ 12836-67	Заглушка стальна фланцева 219x7	шт.	2	10.2
25	ГОСТ 17379-2001	Заглушка стальна приварна 219x7	шт.	2	3.6
26	ГОСТ 10704-91	Патрубок ст. 57x3.5, L=1.80 м	шт.	1	7.2
27	З1ч6нж	Засувка d= 50 мм	шт.	2	15.9
28	ГОСТ 12820-80	Фланець приварний 50-10	шт.	2	2.1
29	ВМТ-50	Кульовий вантуз d= 50 мм	шт.	2	34.0
30		Врізка патрубків d= 50 мм	шт.	2	
31		Кільце стінове	шт.	2	
32	ГОСТ 10704-91	Патрубок ст. 57x3.5, L=0.60 м	шт.	1	2.4

Таким чином, проектування гідротехнічних споруд зрошувальної мережі має здійснюватися на основі комплексного підходу з урахуванням гідравлічних, експлуатаційних та екологічних чинників. Обґрунтоване планування розміщення споруд і технічно виважений вибір конструктивних рішень сприяють підвищенню ефективності функціонування зрошувальної системи, скороченню втрат водних ресурсів і забезпеченню її надійної та тривалої експлуатації.

4.4 Проектне рішення фільтраційної станції

Проектування фільтростанції є одним із ключових етапів створення системи краплинного зрошення, оскільки ефективність та довговічність роботи всієї зрошувальної мережі значною мірою залежать від якості очищення води. Фільтростанція призначена для видалення з води механічних домішок, органічних часток і завислих речовин, які можуть призводити до засмічення краплинних емітерів і порушення рівномірності поливу.

Під час проектування фільтростанції насамперед враховуються джерело водопостачання, фізико-хімічні показники води, розрахункова витрата зрошувальної мережі та допустимі втрати напору в системі. Тип і склад фільтраційного обладнання обираються залежно від ступеня забруднення води та вимог до надійності роботи системи краплинного зрошення.

Фільтростанція, як правило, розміщується після водозабірної споруди або насосної станції та включає один або декілька ступенів очищення. Первинне очищення забезпечує затримання грубих механічних домішок, що запобігає перевантаженню основних фільтраційних елементів. Наступні ступені фільтрації призначені для видалення дрібнодисперсних часток, небезпечних для нормальної роботи емітерів.

При проектуванні фільтростанції особливу увагу приділяють вибору фільтраційних елементів, які повинні забезпечувати необхідну тонкість очищення води відповідно до характеристик застосованих емітерів. Тонкість фільтрації приймається таким чином, щоб розмір затримуваних часток був меншим за мінімальний прохідний переріз краплинних випусків. Це дозволяє суттєво знизити ризик їх засмічення та зменшити витрати на технічне обслуговування системи.

Важливим аспектом проектування є врахування гідравлічних втрат напору на фільтростанції. Сумарні втрати напору залежать від типу фільтрів, швидкості руху води та ступеня їх забруднення в процесі експлуатації. З метою забезпечення стабільної роботи зрошувальної мережі передбачаються заходи з контролю перепаду тиску на фільтраційних елементах, а також можливість їх промивання або очищення без зупинки системи.

Конструкція фільтростанції повинна забезпечувати зручність експлуатації, технічного обслуговування та ремонту. Для цього передбачаються байпасні лінії, запірні арматура та контрольно-вимірювальні прилади, що дозволяють оперативно контролювати стан фільтрів і режим їх роботи. У разі необхідності система може бути доповнена елементами автоматизації, які забезпечують своєчасне очищення фільтраційних елементів та підтримання оптимальних параметрів роботи (рис.4.4).



Рисунок 4.4 - Монтажна схема фільтростанції

Таким чином, проектування фільтростанції є невід’ємною складовою комплексного проектування зрошувальної мережі. Раціональний вибір типу та параметрів фільтраційного обладнання забезпечує надійну роботу системи краплинного зрошення, підвищує рівномірність поливу та сприяє ефективному використанню водних ресурсів.

5 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

Монтаж краплинної стрічки належить до робіт з підвищеним рівнем виробничих ризиків, оскільки виконується в польових умовах із застосуванням ручного та механізованого інструменту, а також пов'язаний з переміщенням матеріалів, роботою з трубопроводами та перебуванням працівників під дією несприятливих метеорологічних факторів. Тому організація заходів з охорони праці при виконанні монтажних робіт є обов'язковою умовою забезпечення безпеки персоналу.

До початку монтажу краплинної стрічки всі працівники повинні пройти вступний та первинний інструктаж з охорони праці, а також бути ознайомлені з технологією виконання робіт і правилами безпечної експлуатації інструментів та обладнання. Особи, допущені до виконання монтажних робіт, повинні бути забезпечені відповідними засобами індивідуального захисту, зокрема захисним спецодягом, рукавицями, закритим взуттям із неслизькою підошвою та головними уборами для захисту від сонячного випромінювання.

Під час розмотування та укладання краплинної стрічки необхідно дотримуватись безпечних відстаней між працівниками, щоб уникнути травмування при різких рухах матеріалу. Переміщення бухт краплинної стрічки здійснюється з урахуванням допустимих норм підймання та перенесення вантажів вручну. Забороняється виконувати монтажні роботи із застосуванням пошкодженої стрічки або несправного інструменту.

Особливу увагу слід приділяти безпеці робіт при підключенні краплинної стрічки до трубопроводів зрошувальної мережі. Монтажні операції дозволяється виконувати лише за відсутності тиску в системі. Перед початком робіт трубопроводи повинні бути перекриті та скинутий залишковий тиск води, що запобігає раптовому викиду води і можливого травмуванню працівників.

При виконанні робіт у літній період необхідно враховувати вплив підвищеної температури повітря. Для запобігання перегріву організму працівників монтаж слід проводити з дотриманням регламентованих перерв, забезпеченням питного режиму та можливості перебування в затінених місцях. Роботи рекомендується виконувати в ранкові або вечірні години, коли температурні умови є більш сприятливими.

У разі використання механізованих засобів для укладання краплинної стрічки працівники повинні дотримуватись вимог безпечної експлуатації сільськогосподарської техніки. Забороняється перебування сторонніх осіб у зоні дії механізмів, а також проведення регулювальних або ремонтних робіт під час руху агрегатів.

Після завершення монтажу краплинної стрічки проводиться огляд виконаних робіт, перевірка надійності з'єднань та впорядкування робочого місця. Усі використані інструменти та матеріали повинні бути зібрані, а відходи — утилізовані відповідно до вимог охорони навколишнього середовища та охорони праці.

Таким чином, дотримання заходів з охорони праці при монтажі краплинної стрічки забезпечує зниження виробничого травматизму, створює безпечні умови праці та сприяє ефективному і якісному виконанню монтажних робіт.

Внесення мінеральних добрив і засобів захисту рослин належить до потенційно небезпечних видів сільськогосподарських робіт, оскільки пов'язане з використанням хімічних речовин, які можуть негативно впливати на здоров'я працівників та стан навколишнього середовища. Тому під час виконання зазначених операцій необхідно суворо дотримуватися вимог охорони праці, санітарно-гігієнічних норм і правил безпечного поводження з агрохімікатами.

До виконання робіт з внесення добрив і захисту рослин допускаються лише особи, які пройшли спеціальне навчання, інструктаж з охорони праці та медичний огляд. Працівники повинні бути ознайомлені з властивостями

застосовуваних препаратів, правилами їх зберігання, транспортування, приготування робочих розчинів і методами надання першої допомоги у разі отруєння або контакту з хімічними речовинами.

Під час приготування та внесення добрив і засобів захисту рослин обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту, зокрема захисного одягу, гумових рукавиць, захисних окулярів або щитків, респіраторів чи масок відповідного класу захисту. Забороняється виконувати роботи без спеціального захисного спорядження, а також використовувати несправні або пошкоджені засоби індивідуального захисту.

Особливу увагу необхідно приділяти безпеці праці при застосуванні добрив і препаратів через систему зрошення. Перед початком робіт слід перевірити справність обладнання, герметичність з'єднань та відсутність витоків робочого розчину. Приготування розчинів повинно здійснюватися у спеціально відведених місцях з дотриманням встановлених концентрацій, що запобігає утворенню небезпечних сумішей і перевищенню допустимих норм впливу хімічних речовин.

Забороняється приймання їжі, паління та вживання напоїв під час роботи з добривами і засобами захисту рослин. Після завершення робіт працівники повинні ретельно вимити руки та обличчя з використанням мийних засобів, а за необхідності — прийняти душ і змінити спецодяг. Забруднений одяг підлягає окремому пранню з дотриманням санітарних вимог.

При виконанні робіт необхідно враховувати метеорологічні умови, оскільки сильний вітер, висока температура повітря або опади можуть підвищувати ризик негативного впливу хімічних речовин на працівників. Роботи з внесення засобів захисту рослин слід проводити за сприятливих погодних умов, що зменшує можливість зносу препаратів і їх неконтрольованого поширення.

Залишки добрив і засобів захисту рослин, а також тара з-під них повинні зберігатися та утилізуватися відповідно до чинних нормативних вимог.

Забороняється повторне використання тари для побутових потреб або її залишення на території зрошуваної ділянки. Дотримання правил поводження з агрохімікатами сприяє зменшенню виробничих ризиків та негативного впливу на довкілля.

Таким чином, реалізація комплексу заходів з охорони праці при внесенні добрив і захисту рослин забезпечує безпечні умови праці, знижує ризик професійних захворювань і травматизму та сприяє ефективному й екологічно обґрунтованому веденню сільськогосподарського виробництва.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі виконано комплексне інженерно-меліоративне обґрунтування проєкту масиву зрошення на землях ТОВ «Геолан-Агро» Нікопольського району Дніпропетровської області з використанням сучасної системи краплинного зрошення. У процесі дослідження проаналізовано природні, ґрунтово-кліматичні та виробничі умови території, розроблено раціональний режим зрошення сільськогосподарських культур, запроєктовано внутрішньогосподарську зрошувальну мережу та обґрунтовано заходи з охорони праці і безпеки.

Аналіз природних умов району зрошення показав, що територія господарства розташована в посушливій степовій зоні України з нестійкою природною вологозабезпеченістю. Клімат характеризується високими температурами повітря в літній період, значною випаровуваністю та нерівномірним розподілом атмосферних опадів, що зумовлює регулярний дефіцит ґрунтової вологи. За таких умов зрошення є необхідною передумовою стабільного функціонування сільськогосподарського виробництва та реалізації потенційної родючості земель.

Ґрунтовий покрив представлений переважно чорноземами суглинкового механічного складу з достатньою водоутримувальною здатністю, сприятливою структурою та високим вмістом гумусу. Водночас за відсутності зрошення ці ґрунти не забезпечують стабільних урожаїв через нестачу вологи у критичні фази розвитку культур. Застосування краплинного зрошення дозволяє сформувати оптимальний водно-повітряний режим ґрунту, зменшити ризики ерозійних процесів і деградації ґрунтів, а також підвищити ефективність використання водних і поживних ресурсів.

У роботі обґрунтовано вибір джерела зрошення – поверхневих вод річки Дніпро, які за кількісними та якісними показниками є придатними для

використання в системах краплинного зрошення. Передбачено багатоступеневе очищення поливної води, що забезпечує надійну та безперебійну роботу краплинних ліній і запобігає замуленню емітерів.

На основі агрокліматичних умов та структури посівних площ розраховано режим зрошення сільськогосподарських культур, визначено поливні норми та строки поливів для розрахункового року. Запропонований режим зрошення забезпечує підтримання вологості ґрунту в оптимальних межах упродовж вегетаційного періоду та дозволяє максимально реалізувати біологічний потенціал вирощуваних культур при мінімальних витратах води.

Виконано проєктування внутрішньогосподарської закритої тупикової зрошувальної мережі з гідравлічним розрахунком магістральних і розподільчих трубопроводів. Підібрані діаметри труб, витрати та напори забезпечують рівномірний розподіл води по всій площі масиву зрошення та надійну роботу системи в заданому режимі. Проєктом передбачено встановлення гідротехнічних споруд і фільтростанції, які забезпечують ефективну експлуатацію мережі та захист її елементів від передчасного зносу.

Окрему увагу в роботі приділено питанням охорони праці та безпеки при надзвичайних ситуаціях. Розроблено заходи щодо безпечного виконання робіт під час монтажу краплинної стрічки, внесення добрив і засобів захисту рослин, а також визначено вимоги до організації робочих місць і використання засобів індивідуального захисту. Запропоновані заходи спрямовані на зниження виробничого травматизму та забезпечення безпечних умов праці персоналу.

Узагальнюючи результати дослідження, можна зробити висновок, що розроблений проєкт масиву зрошення є технічно обґрунтованим, екологічно доцільним та економічно ефективним. Його впровадження на землях ТОВ «Геолан-Агро» дозволить підвищити урожайність сільськогосподарських культур, стабілізувати виробництво в умовах кліматичних ризиків, забезпечити раціональне використання водних ресурсів і зберегти родючість ґрунтів.

Матеріали кваліфікаційної роботи можуть бути використані, як практичний проєкт для впровадження системи краплинного зрошення в господарстві, а також як методична основа для проєктування аналогічних зрошувальних систем у господарствах південної та центральної частини України зі схожими природно-кліматичними умовами.

ПЕРЕЛІК ДжЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Рубан С.А. Гідрогеологічні оцінки та прогнози режиму підземних вод України / С.А.Рубан, М.А. Шинкаревський // Монографія. – К.: УкрДГРІ, 2005. – 572 с.
2. Довідкові дані по клімату України. Рівне: РДТУ, 1999 – 53 с.
3. Регіональний офіс водних ресурсів Кіровоградської області: офіційний сайт. URL: <https://rovkr.davr.gov.ua>.
4. Звіт про стратегічну екологічну оцінку проєкту комплексної програми охорони навколишнього природного середовища в Кіровоградській області на 2021 – 2025 роки. О.Ф. Лисенко – К.: ТОВ «НТЦ облводгосп- проєкт», 2020. – 97 с.
5. Ромащенко М.І., Доценко В.І., Онопрієнко Д.М., Шевелєв О.І. Системи краплинного зрошення: навчальний посібник / За ред.. академіка УААН М.І. Ромащенко. - Дніпропетровськ:, 2007 – 175 с.
6. ДСТУ Б В.2.7-151:2008 Труби поліетиленові для подачі холодної води. Технічні умови. Міністерство регіонального розвитку та будівництва України/Київ/2009. – 39 с.
7. Рокочинський А.М., Гринь Ю.І., Доценко В.І., Мендусь П.І., Коваленко В.В., Кропивко С.М., Рудаков Л.М., Ткачук А.В. Проектування закритих зрошувальних систем : навчальний посібник (за редакцією проф. А.М. Рокочинського та проф. Ю.І. Гриня) – Рівне: НУВГП – Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2015. – 374.
8. Проектування поздовжніх профілів зрошуваних трубопроводів: [Електрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/6272891/page:16>.
9. Технологія будівельного виробництва: навчальний посібник / В.М. Гуденко. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 481 с.

10. Розробка проектної, дозвільної та первинної документації у сфері раціонального природокористування та охорони навколишнього середовища. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: https://ncесо.com.ua/?gclid=CjwK-CAiAoOzBRBdEiwAyuvA6zswKDr8u8sxP4yv9XIHKyBPnp6SAQmQpfJB_fgdrJgGsEp7hRoCwjcQAvDBwE#services

11. Дослідження рівня виробничого травматизму та профзахворюваності при вирощуванні продукції рослинництва в умовах відкритого та захищеного ґрунту України. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: [journals.uran.ua › wissn021](http://journals.uran.ua/wissn021).

12. Аналіз страхових нещасних випадків на виробництві та профзахворювань за 2015 рік // Фонд соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.social.org.ua/view/5456/>

13. Семерня О. В. Аналіз впливу шкідливих виробничих факторів на розвиток професійних захворювань працівників сільського господарства / О. В. Семерня // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Механізація та автоматизація виробничих процесів. - 2016. - Вип. 3. - С. 164-170.

14. Травматизм на виробництві у 2014-2015 рр.// Державна служба статистики України [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ukrstar.gov.ua/>.

15. Безпека праці під час виконання земляних робіт. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://dnaop.com/article/504>.

16. Методичні рекомендації до написання економічної частини дипломних проектів студентами денної та заочної форм навчання за спеціальністю 7(8).06010301 – «Гідромеліорація» ОКР – спеціаліст, магістр/ ДДАЕУ. – Дніпро, 2016. – 71 с.

ДОДАТКИ

Розрахунок ведеться за даними метеостанції Нікополь
Вибір року здійснюється за дефіцитами водоспоживання
 сільськогосподарських культур
 Задіяно в розрахунку 6 культур

Помідори безрозсадні (пізні)	6
Помідори розсадні (ранні)	6
Огірки	4
Цибуля	4
Капуста розсадна рання	6
Баклажани	4
Всього	30 ділянок

Таблиця А1 - Дефіцит водоспоживання культур за багаторічний період

Розрахунок дефіциту водоспоживання												
Помідори безрозсадні (пізні)												
Декада	E	P	dW	Wg	D	SD	bm	h	mm	mk	mp	n
1 травень	27.7	5.3	14.8	0.0	9.2	9	80	0.4	25	18.9	10.9	1
2 травень	40.4	9.6	0.0	0.0	33.7	43	80	0.4	25	18.9	10.9	2
3 травень	40.3	18.4	0.0	0.0	27.4	70	80	0.4	25	18.9	10.9	2
1 червень	60.5	6.9	3.7	0.0	52.0	122	80	0.5	35	26.4	10.9	4
2 червень	52.8	20.4	0.0	0.0	38.5	161	80	0.5	35	26.4	10.9	3
3 червень	51.6	8.6	3.7	0.0	41.9	203	80	0.6	40	30.2	10.9	3
1 липень	37.4	8.9	0.0	0.0	31.2	234	80	0.6	40	30.2	10.9	2
2 липень	41.8	3.3	16.7	0.0	22.8	257	75	0.7	60	45.2	10.9	1
3 липень	39.0	9.1	0.0	0.0	32.6	289	75	0.7	60	45.2	10.9	3
1 серпень	33.0	8.5	0.0	0.0	27.1	316	75	0.7	60	45.2	10.9	1
2 серпень	32.5	13.1	0.0	0.0	23.3	340	75	0.7	60	45.2	10.9	2
3 серпень	28.1	11.7	13.0	0.0	6.9	347	70	0.7	75	56.6	10.9	1

Помідори розсадні (ранні)												
Декада	E	P	dW	Wg	D	SD	bm	h	mm	mk	mp	n
1 травень	27.7	5.3	14.8	0.0	9.2	9	80	0.4	25	14.7	8.4	1
2 травень	40.4	9.6	3.7	0.0	30.0	39	80	0.5	35	20.5	8.4	2
3 травень	42.4	18.4	0.0	0.0	29.5	69	80	0.5	35	20.5	8.4	2
1 червень	60.5	6.9	0.0	0.0	55.7	124	80	0.5	35	20.5	8.4	4
2 червень	55.7	20.4	3.7	0.0	37.7	162	80	0.6	40	23.5	8.4	3
3 червень	51.6	8.6	16.7	0.0	28.9	191	75	0.7	60	35.2	8.4	2
1 липень	39.6	8.9	0.0	0.0	33.4	224	75	0.7	60	35.2	8.4	2
2 липень	44.2	3.3	0.0	0.0	41.9	266	75	0.7	60	35.2	8.4	3
3 липень	37.9	9.1	0.0	0.0	31.5	298	75	0.7	60	35.2	8.4	2
1 серпень	30.3	8.5	0.0	0.0	24.3	322	75	0.7	60	35.2	8.4	2
2 серпень	27.1	13.1	13.0	0.0	4.9	327	70	0.7	75	44.0	8.4	0

Огірки												
Декада	E	P	dW	Wg	D	SD	bm	h	mm	mk	mp	n
1 травень	22.8	5.3	11.2	0.0	7.9	8	80	0.3	20	7.8	7.2	1
2 травень	30.9	9.6	0.0	0.0	24.1	32	80	0.3	20	7.8	7.2	1
3 травень	28.9	18.4	3.7	0.0	12.3	44	80	0.4	25	9.7	7.2	1
1 червень	40.0	6.9	-7.5	0.0	42.6	87	85	0.4	20	7.8	7.2	2
2 червень	39.8	20.4	0.0	0.0	25.6	112	85	0.4	20	7.8	7.2	2
3 червень	50.4	8.6	3.7	0.0	40.7	153	85	0.6	30	11.7	7.2	2
1 липень	34.5	8.9	0.0	0.0	28.3	181	85	0.6	30	11.7	7.2	1
2 липень	37.3	3.3	11.2	0.0	23.8	205	80	0.6	40	15.6	7.2	2

3 липень	30.3	9.1	22.4	0.0	1.6	207	70	0.6	65	25.3	7.2	0
1 серпень	18.4	8.5	0.0	0.0	12.4	219	70	0.6	65	25.3	7.2	0
2 серпень												

Цибуля

Декада	E	P	dW	Wg	D	SD	bm	h	mm	mk	mp	n
1 травень	24.7	5.3	14.9	0.0	6.1	6	80	0.4	25	19.5	14.5	1
2 травень	28.7	9.6	0.0	0.0	22.0	28	80	0.4	25	19.5	14.5	1
3 травень	25.4	18.4	3.7	0.0	8.8	37	80	0.5	35	27.2	14.5	0
1 червень	33.5	6.9	0.0	0.0	28.7	66	80	0.5	35	27.2	14.5	2
2 червень	31.9	20.4	0.0	0.0	17.6	83	80	0.5	35	27.2	14.5	1
3 червень	40.8	8.6	0.0	0.0	34.8	118	80	0.5	35	27.2	14.5	2
1 липень	32.6	8.9	0.0	0.0	26.4	144	80	0.5	35	27.2	14.5	1
2 липень	37.3	3.3	9.3	0.0	25.6	170	75	0.5	45	35.0	14.5	2
3 липень	33.6	9.1	16.8	0.0	10.4	180	70	0.6	65	50.6	14.5	0
1 серпень	27.5	8.5	0.0	0.0	21.6	202	70	0.6	65	50.6	14.5	1
2 серпень	27.1	13.1	11.2	0.0	6.7	209	65	0.6	75	58.4	14.5	1
3 серпень	22.6	11.7	0.0	0.0	14.4	223	65	0.6	75	58.4	14.5	0

Капуста розсадна рання

Декада	E	P	dW	Wg	D	SD	bm	h	mm	mk	mp	n
3 квітень	19.0	16.5	5.6	0.0	1.9	2	85	0.3	15	11.3	10.9	1
1 травень	31.7	5.3	0.0	0.0	28.0	30	85	0.3	15	11.3	10.9	2
2 травень	35.1	9.6	1.9	0.0	26.5	56	85	0.4	20	15.1	10.9	1
3 травень	30.6	18.4	0.0	0.0	17.7	74	85	0.4	20	15.1	10.9	2
1 червень	45.4	6.9	1.9	0.0	38.7	113	85	0.5	25	18.9	10.9	2
2 червень	43.8	20.4	9.3	0.0	20.2	133	80	0.5	35	26.4	10.9	2
3 червень	49.9	8.6	14.9	0.0	28.9	162	75	0.6	55	41.5	10.9	2
1 липень	42.2	8.9	0.0	0.0	36.0	198	75	0.6	55	41.5	10.9	2
2 липень												

Баклажани

Декада	E	P	dW	Wg	D	SD	bm	h	mm	mk	mp	n
1 травень	27.7	5.3	14.8	0.0	9.2	9	80	0.4	25	18.9	10.9	1
2 травень	40.4	9.6	0.0	0.0	33.7	43	80	0.4	25	18.9	10.9	2
3 травень	42.4	18.4	0.0	0.0	29.5	72	80	0.4	25	18.9	10.9	3
1 червень	60.5	6.9	-5.6	0.0	61.2	134	85	0.5	25	18.9	10.9	4
2 червень	55.7	20.4	0.0	0.0	41.4	175	85	0.5	25	18.9	10.9	3
3 червень	51.6	8.6	1.9	0.0	43.8	219	85	0.6	30	22.6	10.9	3
1 липень	39.6	8.9	11.1	0.0	22.3	241	80	0.6	40	30.2	10.9	1
2 липень	44.2	3.3	16.7	0.0	25.3	266	75	0.7	60	45.2	10.9	2
3 липень	37.9	9.1	0.0	0.0	31.5	298	75	0.7	60	45.2	10.9	2
1 серпень	30.3	8.5	0.0	0.0	24.3	322	75	0.7	60	45.2	10.9	2
2 серпень	18.1	13.1	13.0	0.0	-4.1	318	70	0.7	75	56.6	10.9	0
3 серпень												

Дефіцит водоспоживання культур за багаторічний період

Рік	k1	k2	k3	k4	k5	k6	Сер.
1966	292	260	173	197	180	256	230
1967	297	285	196	187	139	285	233
1968	394	371	278	275	275	371	331
1969	170	167	74	78	183	167	147
1970	393	393	267	277	223	387	326
1971	306	293	187	200	142	293	239
1972	463	419	274	324	216	406	353

1973	196	197	103	116	85	191	151
1974	194	188	103	110	75	180	144
1975	436	386	253	306	202	377	330
1976	123	129	63	47	125	129	107
1977	89	92	42	26	51	87	67
1978	179	183	116	98	36	183	133
1979	468	448	304	331	350	440	397
1980	121	125	76	58	109	125	105
1981	347	342	220	235	186	336	280
1982	237	223	117	146	120	211	179
1983	269	267	201	174	218	267	236
1984	354	341	254	251	252	335	302
1985	204	197	70	117	75	189	145
1986	319	290	168	212	143	278	238
1987	131	118	39	59	68	114	92

ПРИМІТКА: E - сумарне водоспоживання сільськогосподарською культурою, мм;

P - атмосферні опади, мм;

dW - використання весняних запасів вологи, мм;

Wg - підживлення підґрунтовими водами, мм;

D - дефіцит водоспоживання за декаду, мм;

SD - сумарний дефіцит водоспоживання, мм;

bm - мінімальна передполивна вологість ґрунту, %НВ

h - глибина активного кореневмісного шару ґрунту, м

m - 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

Середньозважена зрошувальна норма 282 мм

Середня норма краплинного зрошення 1916 м³/га

Додаток А2

№	Вибір року		р, %
	Год	SD, мм	
1	1977	67	4.3
2	1987	92	8.7
3	1980	105	13.0
4	1976	107	17.4
5	1978	133	21.7
6	1974	144	26.1
7	1985	145	30.4
8	1969	147	34.8
9	1973	151	39.1
10	1982	179	43.5
11	1966	230	47.8
12	1967	233	52.2
13	1983	236	56.5
14	1986	238	60.9
15	1971	239	65.2
16	1981	280	69.6
17	1984	302	73.9
18	1970	326	78.3
19	1975	330	82.6
20	1968	331	87.0
21	1972	353	91.3
22	1979	397	95.7

Всього спостереження проведені за 22 років

Таблиця АЗ

МЕТЕОРОЛОГІЧНІ ДАНІ РОКУ-МОДЕЛІ

Розрахунок ведеться за дефіцитами водоспоживання

Найближча метеостанція - Нікополь

Ймовірнісна забезпеченість розрахункового року - 75 %

Вибрані роки

1968, 1975, 1970, 1984, 1981,

Декада	h, мм	d, мб	t, *C	b	км
1 березень	12.7	1.5	0.1	0.95	1.00
2 березень	14.4	1.5	0.3	1.00	1.00
3 березень	13.6	1.5	3.2	1.05	1.00
1 квітень	11.9	6.0	9.8	1.09	1.00
2 квітень	12.7	5.6	9.9	1.13	1.00
3 квітень	16.5	6.2	11.3	1.18	0.99
1 травень	5.3	10.2	16.7	1.23	0.97
2 травень	9.6	11.2	17.4	1.26	0.95
3 травень	18.4	9.8	17.7	1.30	0.94
1 червень	6.9	12.1	20.9	1.32	0.94
2 червень	20.4	11.9	19.0	1.33	0.93
3 червень	8.6	14.5	21.8	1.33	0.92
1 липень	8.9	12.4	21.4	1.32	0.91
2 липень	3.3	14.6	22.4	1.30	0.91
3 липень	9.1	14.0	21.9	1.29	0.91
1 серпень	8.5	12.0	21.1	1.24	0.90
2 серпень	13.1	11.8	20.1	1.20	0.90
3 серпень	11.7	10.2	18.5	1.15	0.90
1 вересень	8.8	9.3	16.8	1.11	0.92
2 вересень	7.5	7.9	15.8	1.06	0.93
3 вересень	6.6	8.3	15.3	1.01	0.94
1 жовтень	15.7	3.1	10.7	0.97	0.98
2 жовтень	26.3	2.0	6.2	0.92	0.99
3 жовтень	9.5	1.7	7.1	0.88	1.00

Таблиця А4

Найближча метеостанція - Нікополь
Розрахунок дефіциту водоспоживання

Помідори безрозсадні (пізні)												
Декада	E	P	dW	Wg	D	SD	bm	h	mm	mk	mp	n
1 травень	27.7	5.3	14.8	0.0	9.2	9	80	0.4	25	18.9	10.9	1
2 травень	40.4	9.6	0.0	0.0	33.7	43	80	0.4	25	18.9	10.9	2
3 травень	40.3	18.4	0.0	0.0	27.4	70	80	0.4	25	18.9	10.9	2
1 червень	60.5	6.9	3.7	0.0	52.0	122	80	0.5	35	26.4	10.9	4
2 червень	52.8	20.4	0.0	0.0	38.5	161	80	0.5	35	26.4	10.9	3
3 червень	51.6	8.6	3.7	0.0	41.9	203	80	0.6	40	30.2	10.9	3
1 липень	37.4	8.9	0.0	0.0	31.2	234	80	0.6	40	30.2	10.9	2
2 липень	41.8	3.3	16.7	0.0	22.8	257	75	0.7	60	45.2	10.9	1
3 липень	39.0	9.1	0.0	0.0	32.6	289	75	0.7	60	45.2	10.9	3
1 серпень	33.0	8.5	0.0	0.0	27.1	316	75	0.7	60	45.2	10.9	1
2 серпень	32.5	13.1	0.0	0.0	23.3	340	75	0.7	60	45.2	10.9	2
3 серпень	28.1	11.7	13.0	0.0	6.9	347	70	0.7	75	56.6	10.9	1

Режим зрошення

№ полива	Дата	m, м3/га
1	10.05	108.6
2	14.05	108.6
3	18.05	108.6
4	25.05	108.6
5	30.05	108.6
6	1.06	108.6
7	4.06	108.6
8	7.06	108.6
9	10.06	108.6
10	11.06	108.6
11	14.06	108.6
12	18.06	108.6
13	20.06	108.6
14	24.06	108.6
15	27.06	108.6
16	1.07	108.6
17	6.07	108.6
18	15.07	108.6
19	20.07	108.6
20	25.07	108.6
21	29.07	108.6
22	5.08	108.6
23	14.08	108.6
24	20.08	108.6
25	21.08	108.6

M=360 мм
Mk=2714 м3/га
Sf=75.4 %
nk=23810 шт.
qk=1.14 л/с
tk= 4.0 год.

Помідори розсадні (ранні)

Декада	E	P	dW	Wg	D	SD	bm	h	mm	mk	mp	n
1 травень	27.7	5.3	14.8	0.0	9.2	9	80	0.4	25	14.7	8.4	1
2 травень	40.4	9.6	3.7	0.0	30.0	39	80	0.5	35	20.5	8.4	2
3 травень	42.4	18.4	0.0	0.0	29.5	69	80	0.5	35	20.5	8.4	2
1 червень	60.5	6.9	0.0	0.0	55.7	124	80	0.5	35	20.5	8.4	4
2 червень	55.7	20.4	3.7	0.0	37.7	162	80	0.6	40	23.5	8.4	3
3 червень	51.6	8.6	16.7	0.0	28.9	191	75	0.7	60	35.2	8.4	2
1 липень	39.6	8.9	0.0	0.0	33.4	224	75	0.7	60	35.2	8.4	2
2 липень	44.2	3.3	0.0	0.0	41.9	266	75	0.7	60	35.2	8.4	3
3 липень	37.9	9.1	0.0	0.0	31.5	298	75	0.7	60	35.2	8.4	2
1 серпень	30.3	8.5	0.0	0.0	24.3	322	75	0.7	60	35.2	8.4	2
2 серпень	27.1	13.1	13.0	0.0	4.9	327	70	0.7	75	44.0	8.4	0

Режим зрошення

№ полива	Дата	m, мЗ/га
1	10.05	84.4
2	13.05	84.4
3	18.05	84.4
4	24.05	84.4
5	29.05	84.4
6	2.06	84.4
7	4.06	84.4
8	7.06	84.4
9	9.06	84.4
10	11.06	84.4
11	15.06	84.4
12	19.06	84.4
13	21.06	84.4
14	26.06	84.4
15	3.07	84.4
16	7.07	84.4
17	12.07	84.4
18	15.07	84.4
19	19.07	84.4
20	23.07	84.4
21	28.07	84.4
22	2.08	84.4
23	8.08	84.4

M=331 мм

Mk=1942 мЗ/га

Sf=58.7 %

nk=18519 шт.

qk=1.14 л/с

tk= 4.0 год.

Огірки

Декада	E	P	dW	Wg	D	SD	bm	h	mm	mk	mp	n
1 травень	22.8	5.3	11.2	0.0	7.9	8	80	0.3	20	7.8	7.2	1
2 травень	30.9	9.6	0.0	0.0	24.1	32	80	0.3	20	7.8	7.2	1
3 травень	28.9	18.4	3.7	0.0	12.3	44	80	0.4	25	9.7	7.2	1
1 червень	40.0	6.9	-7.5	0.0	42.6	87	85	0.4	20	7.8	7.2	2
2 червень	39.8	20.4	0.0	0.0	25.6	112	85	0.4	20	7.8	7.2	2
3 червень	50.4	8.6	3.7	0.0	40.7	153	85	0.6	30	11.7	7.2	2
1 липень	34.5	8.9	0.0	0.0	28.3	181	85	0.6	30	11.7	7.2	1
2 липень	37.3	3.3	11.2	0.0	23.8	205	80	0.6	40	15.6	7.2	2
3 липень	30.3	9.1	22.4	0.0	1.6	207	70	0.6	65	25.3	7.2	0

1 серпень 18.4 8.5 0.0 0.0 12.4 219 70 0.6 65 25.3 7.2 0
2 серпень

Режим зрошення

№ полива	Дата	м, м ³ /га
1	10.05	72.4
2	16.05	72.4
3	26.05	72.4
4	3.06	72.4
5	7.06	72.4
6	10.06	72.4
7	18.06	72.4
8	21.06	72.4
9	26.06	72.4
10	5.07	72.4
11	10.07	72.4
12	18.07	72.4

M=223 мм
Mk= 869 м³/га
Sf=38.9 %
nk=15873 шт.
qk=1.14 л/с
tk= 4.0 год.

Цибуля

Декада	E	P	dW	Wg	D	SD	bm	h	mm	mk	mp	n
1 травень	24.7	5.3	14.9	0.0	6.1	6	80	0.4	25	19.5	14.5	1
2 травень	28.7	9.6	0.0	0.0	22.0	28	80	0.4	25	19.5	14.5	1
3 травень	25.4	18.4	3.7	0.0	8.8	37	80	0.5	35	27.2	14.5	0
1 червень	33.5	6.9	0.0	0.0	28.7	66	80	0.5	35	27.2	14.5	2
2 червень	31.9	20.4	0.0	0.0	17.6	83	80	0.5	35	27.2	14.5	1
3 червень	40.8	8.6	0.0	0.0	34.8	118	80	0.5	35	27.2	14.5	2
1 липень	32.6	8.9	0.0	0.0	26.4	144	80	0.5	35	27.2	14.5	1
2 липень	37.3	3.3	9.3	0.0	25.6	170	75	0.5	45	35.0	14.5	2
3 липень	33.6	9.1	16.8	0.0	10.4	180	70	0.6	65	50.6	14.5	0
1 серпень	27.5	8.5	0.0	0.0	21.6	202	70	0.6	65	50.6	14.5	1
2 серпень	27.1	13.1	11.2	0.0	6.7	209	65	0.6	75	58.4	14.5	1
3 серпень	22.6	11.7	0.0	0.0	14.4	223	65	0.6	75	58.4	14.5	0

Режим зрошення

№ полива	Дата	м, м ³ /га
1	10.05	144.8
2	14.05	144.8
3	3.06	144.8
4	10.06	144.8
5	15.06	144.8
6	22.06	144.8
7	27.06	144.8
8	5.07	144.8
9	11.07	144.8
10	18.07	144.8
11	7.08	144.8
12	16.08	144.8

M=223 мм
Mk=1737 м³/га

Продовження таблиці А4

Режим зрошення		
№ полива	Дата	m, м3/га
1	10.05	108.6
2	14.05	108.6
3	18.05	108.6
4	20.05	108.6
5	25.05	108.6
6	30.05	108.6
7	1.06	108.6
8	3.06	108.6
9	5.06	108.6
10	8.06	108.6
11	11.06	108.6
12	14.06	108.6
13	17.06	108.6
14	21.06	108.6
15	24.06	108.6
16	27.06	108.6
17	5.07	108.6
18	13.07	108.6
19	19.07	108.6
20	23.07	108.6
21	28.07	108.6
22	2.08	108.6
23	8.08	108.6
M=331 мм		
Mk=2497 м3/га		
Sf=75.4 %		
nk=23810 шт.		
qk=1.14 л/с		
tk= 4.0 год.		

ПРИМІТКА: E - сумарне водоспоживання сільськогосподарською культурою, мм;

P - атмосферні опади, мм;

dW - використання весняних запасів вологи, мм;

Wg - підживлення підґрунтовими водами, мм;

D - дефіцит водоспоживання за декаду, мм;

SD - сумарний дефіцит водоспоживання, мм;

bm - мінімальна передполивна вологість ґрунту, %НВ

h - глибина активного кореневмісного 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

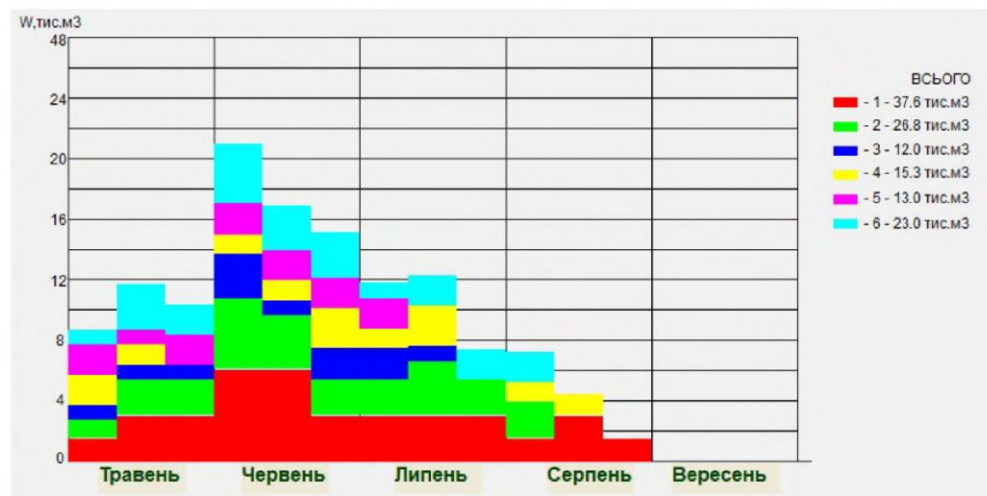
Mk - норма краплинного зрошення, м3/га

Sf - частка площі живлення рослин, %

nk - кількість крапельниць на 1 га, шт.

qk - витрата крапельниці, л/год

tk - тривалість одного поливу на ділянці, год



Графік подачі води на сівозміну

3
 Разом 1413 3250 13000 59.3 53.9 216 13
 Витрата води - 16.7 л/с

Сільськогосподарська культура - Баклажани

К-ть ділянок 4

Площа ділянки - 2.30 га

всього - 9.20 га

К-сть крапельниць - 23810 шт.

Місяць, декада	на га	Об'єм подачі води			Тр-ть поливу			Кількість
		діл.	всього	крап.	діл.	всього	поливів	
травень 1	108	248	994	4.54	4.12	16.5	1	
2	324	745	2981	13.6	12.4	49.5	3	
3	216	497	1987	9.07	8.25	33.0	2	
червень 1	434	998	3993	18.2	16.6	66.3	4	
2	327	752	3008	13.7	12.5	49.9	3	
3	327	752	3008	13.7	12.5	49.9	3	
липень 1	109	251	1003	4.58	4.16	16.6	1	
2	218	501	2006	9.16	8.32	33.3	2	
3	218	501	2006	9.16	8.32	33.3	2	
серпень 1	218	501	2006	9.16	8.32	33.3	2	
2								
Разом	2499	5748	22991	105	95.4	382	23	

Витрата води - 16.7 л/с

ВЗАГАЛІ

К-ть ділянок 30

Площа ділянки - 2.30 га

всього - 69.0 га

Місяць, декада	Об'єм подачі води, м3	Тривалість поливу, год
травень 1	8634	149
2	11620	207
3	10304	190
червень 1	20958	389
2	16864	299
3	15051	267
липень 1	11712	217
2	12208	217
3	7360	133
серпень 1	7190	125
2	4342	67
3	1504	25
Разом	127747	2284

К-сть крапельниць - 15873 шт.

Місяць, декада	Об'єм подачі води на га діл.всього	Тр-ть поливу кrap. діл. всього	Кількість поливів
травень 1	72 166 994	4.54 4.12 24.7	1
2	72 166 994	4.54 4.12 24.7	1
3	72 166 994	4.54 4.12 24.7	1
червень 1	216 497 2981	13.6 12.4 74.2	3
2	72 166 994	4.54 4.12 24.7	1
3	146 336 2015	9.20 8.36 50.2	2
липень 1	146 336 2015	9.20 8.36 50.2	2
2	73 168 1007	4.60 4.18 25.1	1
3			
Разом	869 1999 11992	54.7 49.8 299	12

Витрата води - 11.2 л/с

Сільськогосподарська культура - Огірки

К-ть ділянок 4

Площа ділянки - 2.30 га

всього - 9.20 га

К-сть крапельниць - 31746 шт.

Місяць, декада	Об'єм подачі води на га діл.всього	Тр-ть поливу кrap. діл. всього	Кількість поливів
травень 1	217 499 1996	6.84 6.21 24.9	2
2	144 331 1325	4.54 4.12 16.5	1
3			
червень 1	144 331 1325	4.54 4.12 16.5	1
2	145 334 1334	4.57 4.15 16.6	1
3	290 667 2668	9.14 8.30 33.2	2
липень 1	145 334 1334	4.57 4.15 16.6	1
2	290 667 2668	9.14 8.30 33.2	2
3			
серпень 1	145 334 1334	4.57 4.15 16.6	1
2	145 334 1334	4.57 4.15 16.6	1
3			
Разом	1665 3830 15318	52.4 47.7 191	12

Витрата води - 22.3 л/с

Сільськогосподарська культура - Цибуля

К-ть ділянок 4

Площа ділянки - 2.30 га

всього - 9.20 га

К-сть крапельниць - 23810 шт.

Місяць, декада	Об'єм подачі води на га діл.всього	Тр-ть поливу кrap. діл. всього	Кількість поливів
травень 1	216 497 1987	9.07 8.25 33.0	2
2	108 248 994	4.54 4.12 16.5	1
3	217 499 1996	9.11 8.29 33.1	2
червень 1	218 501 2006	9.16 8.32 33.3	2
2	218 501 2006	9.16 8.32 33.3	2
3	218 501 2006	9.16 8.32 33.3	2
липень 1	218 501 2006	9.16 8.32 33.3	2
2			

Додаток Б

Відомість подачі води на масив краплинного зрошення

Подача розрахована на забезпеченість року 75 %

Сільськогосподарська культура - Помідори 1

К-ть ділянок 6

Площа ділянки - 2.30 га

всього - 13.8 га

К-сть крапельниць - 23810 шт.

Місяць, декада	Об'єм подачі води на га діл.всього			Тр-ть поливу кrap. діл. всього			Кількість поливів
травень 1	109	251	1504	4.58	4.16	25.0	1
2	218	501	3008	9.16	8.32	49.9	2
3	218	501	3008	9.16	8.32	49.9	2
червень 1	436	1003	6017	18.3	16.6	99.9	4
2	436	1003	6017	18.3	16.6	99.9	4
3	218	501	3008	9.16	8.32	49.9	2
липень 1	218	501	3008	9.16	8.32	49.9	2
2	218	501	3008	9.16	8.32	49.9	2
3	218	501	3008	9.16	8.32	49.9	2
серпень 1	109	251	1504	4.58	4.16	25.0	1
2	218	501	3008	9.16	8.32	49.9	2
3	109	251	1504	4.58	4.16	25.0	1
Разом	2725	6268	37605	114	104	624	25

Витрата води - 16.7 л/с

Сільськогосподарська культура - Помідори 2

К-ть ділянок 6

Площа ділянки - 2.30 га

всього - 13.8 га

К-сть крапельниць - 18519 шт.

Місяць, декада	Об'єм подачі води на га діл.всього			Тр-ть поливу кrap. діл. всього			Кількість поливів
травень 1	84	193	1159	4.54	4.12	24.7	1
2	168	386	2318	9.07	8.25	49.5	2
3	168	386	2318	9.07	8.25	49.5	2
червень 1	336	773	4637	18.1	16.5	99.0	4
2	254	584	3505	13.7	12.5	74.8	3
3	170	391	2346	9.18	8.35	50.1	2
липень 1	170	391	2346	9.18	8.35	50.1	2
2	255	587	3519	13.8	12.5	75.1	3
3	170	391	2346	9.18	8.35	50.1	2
серпень 1	170	391	2346	9.18	8.35	50.1	2
2							
3							
Разом	1945	4474	26841	105	95.5	573	23

Витрата води - 13.0 л/с

Сільськогосподарська культура - Капуста

К-ть ділянок 6

Площа ділянки - 2.30 га

всього - 13.8 га

Середньозважена зрошувальна норма 282 мм
Середня норма краплинного зрошення 1916 м3/га