

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології

Кафедра водогосподарської інженерії

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри водогосподарської  
інженерії

доцент \_\_\_\_\_ Андрій ТКАЧУК

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ грудня 2025 р.

## Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

освітнього ступеня «Магістр»

на тему: **Проект будівництва внутрішньогосподарської зрошувальної мережі у товаристві з обмеженою відповідальністю «Ранет» Дніпровського району Дніпропетровської області**

Виконав: студент 2 курсу, групи ГТБ–1-24  
спеціальності – 194 «Гідротехнічне будівництво,  
водна інженерія та водні технології»

Бочковский Р. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник доц. Ткачук А.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Дніпровський державний аграрно-економічний університет  
Факультет водогосподарської інженерії та екології  
Кафедра водогосподарської інженерії  
Освітній рівень «магістр»  
Спеціальність – 194 Гідротехнічне будівництво, водна інженерія  
та водні технології  
Освітньо-професійна програма «Гідромеліорація»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри водогосподарської інженерії

доцент \_\_\_\_\_ Андрій ТКАЧУК

«\_\_\_» листопада 2025 р.

## ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студентів  
Бочковському Руслану Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Проект будівництва внутрішньогосподарської зрошувальної мережі у ТОВ «Ранет» Дніпровського району Дніпропетровської області»

затверджена наказом по університету від «\_\_\_» листопада 2025 р. № \_\_\_\_\_

2. Термін здачі студентом закінченої роботи: « 12 » грудня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Матеріали топогеодезичних вишукувань М 1:10000. 2. Архів погодних умов. 3. Фондові матеріали по інженерно-геологічним вишукуванням, які виконувались раніше на розглянутій території.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) 1 Загальні відомості. 2 Передумови впровадження системи зрошення. 3 Обґрунтування режиму зрошення та вибір технічних засобів поливу. 4. Розробка і розрахунок системи зрошення. 5. Проектування доріг та лісомеліоративна організація ділянки зрошення. 6 Дренаж. Розрахунок і конструкція. 7 Організація і технологія будівельних робіт. 8 Вплив на навколишнє середовище. 9 Кошторисна вартість будівництва. Економічні розрахунки. Вступ висновки

4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Презентація в середовищі Power Point (актуальність, мета, об'єкт, предмет та задачі досліджень; план ділянки зрошення; режим зрошення; гідравлічний розрахунок зрошувальної мережі; деталювальна схема, технологічні схеми виконання будівельних робіт, календарний план будівництва системи; техніко-економічні показники проекту)

## 5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів, що стосуються їх

| Розділ | Консультант | Підпис, дата   |                  |
|--------|-------------|----------------|------------------|
|        |             | завдання видав | завдання прийняв |
|        |             |                |                  |
|        |             |                |                  |
|        |             |                |                  |

6. Дата видачі завдання: « \_\_\_ » листопада 2025 р.

Керівник роботи \_\_\_\_\_ (Ткачук А.В.)  
(підпис)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ (Бочковський Р.О.)  
(підпис)

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № п.п. | Назва етапів дипломного роботи | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|--------|--------------------------------|--------------------------------|----------|
| 1.     |                                |                                |          |
| 2.     |                                |                                |          |
| 3.     |                                |                                |          |
| 4.     |                                |                                |          |
| 5.     |                                |                                |          |
| 6.     |                                |                                |          |
| 7.     |                                |                                |          |
| 8.     |                                |                                |          |
| 9.     |                                |                                |          |
| 10.    |                                |                                |          |
| 11.    |                                |                                |          |
| 12.    |                                |                                |          |
| 13.    |                                |                                |          |
| 14.    |                                |                                |          |

Студент \_\_\_\_\_ (Бочковський Р.О.)  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ (Ткачук А.В.)  
(підпис)

## ЗМІСТ

|   | Стор. |
|---|-------|
| ПАСПОРТ ПРОЕКТУ .....   | 6     |
| ВСТУП.....  | 7     |
| 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ .....   | 10    |
| 1.1 Розташування ділянки зрошення .....   | 10    |
| 1.2 Геоморфологічні умови ділянки зрошення .....  | 12    |
| 1.3 Геологічні і гідрогеологічні умови .....  | 13    |
| 1.4 Кліматична характеристика території проектування .....  | 15    |
| 1.5 Ґрунти та їх характеристика .....   | 17    |
| 1.6 Джерело зрошення .....  | 19    |
| 2. ПЕРЕДУМОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЗРОШЕННЯ .....   | 21    |
| 2.1 Обґрунтування потреби у зрошенні .....  | 21    |
| 2.2 Вибір року 75 % забезпеченості за природним зволоженням .....                                 | 22    |
| 3. ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЖИМУ ЗРОШЕННЯ ТА ВИБІР<br>ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ПОЛИВУ .....                       | 28    |
| 3.1 Норми і стоки поливу .....  | 28    |
| 3.2 Обґрунтування способу зрошення .....  | 33    |
| 3.3 Розташування сівозмінної ділянки на плані та елементи техніки<br>поливу.....                  | 34    |
| 3.4 Складання календарного графіка поливів .....  | 39    |
| 4. РОЗРОБКА І РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЗРОШЕННЯ .....   | 43    |
| 4.1 Визначення типу, структури та просторової конфігурації<br>зрошувальної системи .....          | 43    |
| 4.2 Розрахунок гідравлічних характеристик закритої зрошувальної<br>системи .....                  | 45    |
| 4.3 Креслення мереж .....   | 51    |
| 4.4 Розподільні та скидні колодязі як елементи гідротехнічних<br>споруд зрошувальної мережі ..... | 55    |
| 5. ПРОЄКТУВАННЯ ДОРІГ ТА ЛІСОМЕЛІОРАТИВНА<br>ОРГАНІЗАЦІЯ ДІЛЯНКИ ЗРОШЕННЯ .....                   | 57    |
| 5.1 Дороги .....  | 57    |
| 5.2 Лісомеліоративна організація території .....  | 58    |

|   |     |
|---|-----|
| 6. ДРЕНАЖ. РОЗРАХУНОК І КОНСТРУКЦІЯ.....  | 59  |
| 6.1 Прогноз рівня ґрунтових вод .....   | 59  |
| 6.2 Обґрунтування і розрахунок дренажу зрошуваної території .....               | 63  |
| 7. ОРГАНІЗАЦІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ .....                             | 66  |
| 7.1 Визначення об'ємів будівельно-монтажних робіт .....                         | 66  |
| 7.2 Вибір комплекту машин .....   | 71  |
| 7.3 Технологічний процес будівництва закритої зрошувальної мережі .....         | 74  |
| 7.3.1. Підготовчі роботи .....  | 75  |
| 7.3.2 Планування траси трубопроводів .....                                      | 76  |
| 7.3.4. Розробка ґрунту під траншеї трубопроводів .....                          | 78  |
| 7.3.5 Монтаж трубопроводу .....   | 79  |
| 7.3.6 Випробування напірних трубопроводів на міцність і герметичність .....     | 82  |
| 7.3.7 Засипання траншей з укладеними трубопроводами .....                       | 85  |
| 7.3.8 Монтаж колодязів .....  | 86  |
| 7.3.9 Монтаж арматури .....   | 87  |
| 7.3.10 Технологія будівництва закритої дренажної мережі .....                   | 87  |
| 7.4. Розрахунок калькуляції трудових витрат .....                               | 91  |
| 7.5 Розрахунок тривалості будівництва .....                                     | 96  |
| 8. ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ .....   | 99  |
| 8.1 Повітряний простір .....  | 99  |
| 8.2 Ґрунтовий покрив .....  | 101 |
| 8.3 Соціальне середовище .....  | 102 |
| 9. КОШТОРИСНА ВАРТІСТЬ БУДІВНИЦТВА .....  | 104 |
| 10. ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ .....   | 106 |
| 10.1 Розрахунок щорічних витрат на утримання системи .....                      | 106 |
| 10.2 Розрахунок економічної ефективності будівництва зрошувальної системи ..... | 110 |
| ВИСНОВКИ.....   | 113 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....   | 116 |
| ДОДАТКИ.....  | 122 |



## ВСТУП

Одним із ключових чинників підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва в Україні є впровадження сучасних систем меліорації й зрошення, що дають змогу стабілізувати врожайність у умовах мінливого клімату та нестабільних опадів. У регіоні діяльності підприємства ТОВ «Ранет» наявні значні ресурси земельних угідь, проте їхній потенціал використовується не повною мірою через відсутність або застарілість систем зрошення. Реалізація проєкту будівництва системи зрошення на ТОВ «Ранет» відкриває можливість оптимізувати зрошувальні процеси, забезпечити сталий водокористувацький режим та підвищити врожайність агропродукції.

В контексті державної політики це питання набуває стратегічного значення. Зокрема, Розпорядження Кабінету Міністрів України № 688-р «Про схвалення Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року» передбачає визначення стратегічних напрямів державної політики щодо зрошення та дренажу з метою забезпечення сталого екозбалансованого розвитку землеробства [1]. Розпорядження КМУ № 1567-р «Про затвердження Плану заходів з реалізації Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року», яке встановлює заходи і етапи їх впровадження [2]. Таким чином, проєкт ТОВ «Ранет» цілком співвідноситься з національними пріоритетами у сфері аграрного та водного господарства.

З погляду глобальної парадигми розвитку, реалізація систем зрошення прямо корелює з Цілями сталого розвитку, зокрема з Ціллю 2 «Подолання голоду, розвиток сталого сільського господарства» та Ціллю 6 «Чиста вода і санітарія» [3]. Вступ підприємства у такі системні процеси означає, що воно не лише підвищує продуктивність, але й сприяє раціональному і сталому використанню водних ресурсів, зменшенню втрат води, покращенню стану ґрунтів і зміцненню екологічної стійкості.

Об'єктом проектування є земельні угіддя ТОВ «Ранет», на яких планується будівництво системи зрошення, а також супутня водопостачальна інфраструктура.

Предметом проектування є комплекс технічних, організаційних і технологічних рішень: вибір схеми зрошення, розрахунок водопотреби, гідравлічні й конструктивні розрахунки, підбір обладнання та матеріалів, економічно-фінансове обґрунтування проєкту.

В умовах змін клімату, коли опади стають нерівномірними, багато сільськогосподарських земель України втрачають свою продуктивність без надійної зрошувальної системи. Для ТОВ «Ранет» це означає ризик зменшення врожаїв, нестабільності виробництва і зростання собівартості продукції. Водночас модернізація і побудова нової системи зрошення дає змогу: підвищити врожайність, покращити використання земельних ресурсів, зменшити негативний вплив надмірної чи недостатньої вологи, підвищити конкурентоспроможність продукції на ринку. Крім того, реалізація такого проєкту відповідає напрямам державної політики щодо відновлення та модернізації зрошувальної інфраструктури.

Метою даного дипломного проєкту є розробка техніко-економічно обґрунтованої системи зрошення для земель ТОВ «Ранет», що забезпечить сталий водокористувацький режим, підвищення врожайності і раціональне використання водних ресурсів. Завдання включають: аналіз існуючого стану земель і меліораційної інфраструктури підприємства; оцінка водних ресурсів та потреби у зрошенні; вибір технічної схеми і технологій; розрахунок основних параметрів системи; підготовка кошторису, економічного обґрунтування та графіка реалізації; оцінка впливу на довкілля та сталого розвитку.

Практична реалізація системи зрошення на підприємстві ТОВ «Ранет» з урахуванням останніх державних програм забезпечить інтеграцію сучасних технологій водоподачі та автоматизації, дозволить зменшити витрати на експлуатацію меліоративних систем і відповідатиме принципам сталого розвитку. Проєкт враховує державний контекст – Стратегію зрошення та дренажу, План заходів до неї, а також глобальне бачення ЦСР.

Втілення проєкту дозволить: підвищити врожайність на зрошуваних площах; знизити ризики врожаю-через-нестачу вологи; оптимізувати витрати води на одиницю продукції; поліпшити стан ґрунтів за рахунок рівномірного зрошення; сприяти реалізації державних програм із меліорації. Водночас це підтягне діяльність підприємства до виконання глобальних та національних орієнтирів – зокрема досягнення Цілей 2 і 6.

## 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

### 1.1. Розташування ділянки зрошення

Об'єкт проєктування – земельні угіддя ТОВ «Ранет», розміщені в межах Дніпровського району Дніпропетровської області, яка є однією з адміністративно-територіальних одиниць України та входить до складу Миколаївської сільської територіальної громади [6].

Дніпропетровська область розташована у центральній частині України та має вигідне економіко-географічне положення. Регіон характеризується високим рівнем урбанізації, розвиненою аграрною, промисловою та транспортно-логістичною інфраструктурою, що створює сприятливі умови для реалізації інвестиційних і агромеліоративних проєктів [7].

Дніпровський район має зручне географічне положення, добре розвинену мережу автомобільних доріг державного та місцевого значення, що забезпечує з'єднання із сусідніми громадами та обласним центром – м. Дніпро.

Центральною садибою господарства є село Благовіщенка (рис.1.1), яке має вигідне розташування щодо транспортних шляхів і близькість до річки Дніпро – основного джерела водопостачання для меліоративних систем регіону [8].

У межах Дніпровського району земельні ділянки ТОВ «Ранет» можуть бути підключені до існуючої інфраструктури зрошення, що охоплює південну частину Дніпропетровської області. Реалізація системи зрошення на підприємстві має зна-

чний потенціал завдяки поєднанню вигідного місцезорозташування, рівнинного рельєфу та розвинутої дорожньої мережі, що забезпечує адміністративну та економічну доцільність інвестиційного проєкту.

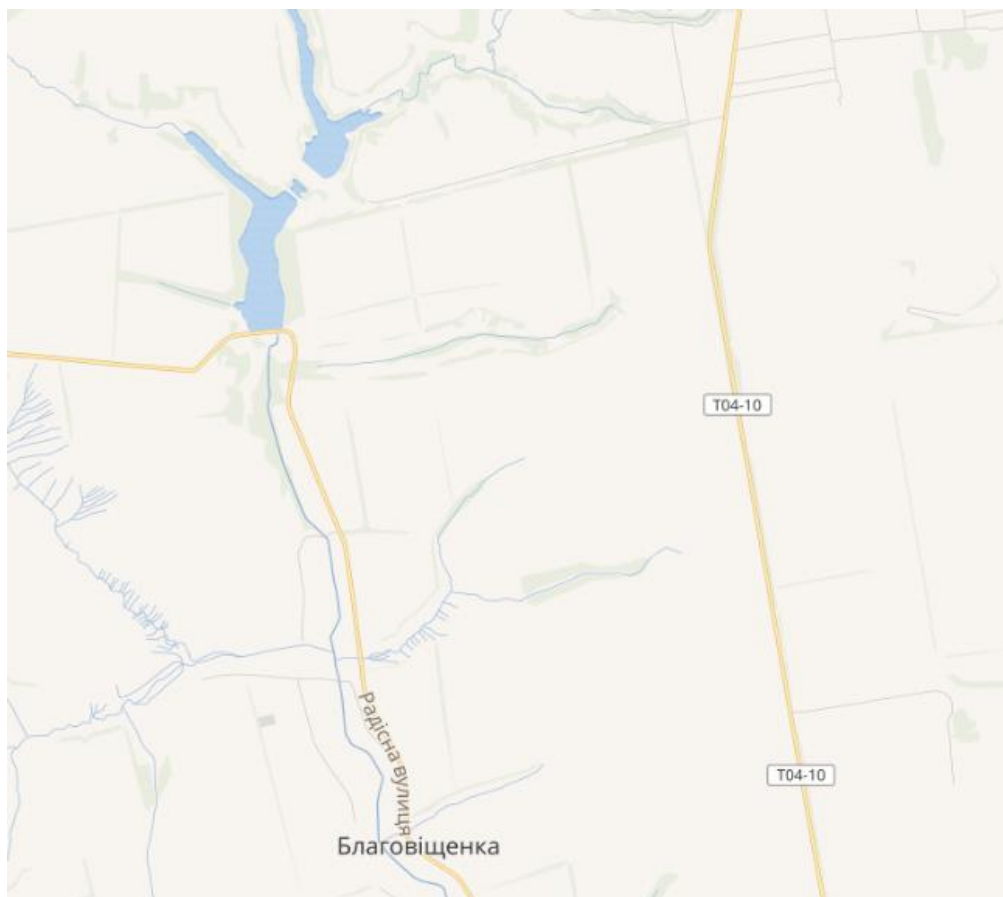


Рисунок 1.1 – Місцезорозташування об'єкта проєктування

Сільське господарство є провідною галуззю економіки регіону. Господарства району спеціалізуються на вирощуванні зернових культур (пшениця, ячмінь, кукурудза), бобових та олійних культур (соняшник, ріпак). Територія зрошення ТОВ «Ранет» розташована в нижній течії річки Дніпро, що створює умови для використання водних ресурсів у системах зрошення [6].

Проведення сільськогосподарських робіт на землях підприємства залежить від кліматичних чинників – кількості атмосферних опадів, температурного режиму та рівня ґрунтової вологості. Саме тому впровадження сучасної системи

зрошення є необхідною умовою для підвищення ефективності господарської діяльності ТОВ «Ранет» і стабілізації врожайності культур у посушливі періоди.

## 1.2. Геоморфологічні умови ділянки зрошення

Ділянка під проектування зрошувальної мережі розташована на землях ТОВ «Ранет» у Дніпровському районі Дніпропетровської області, приблизно за 15 км на північ від міста Дніпра. Територія проектування характеризується рівнинним, слабкохвилястим рельєфом, типовим для правобережжя середньої течії Дніпра.

Досліджувана територія знаходиться на II надзаплавній терасі річки Дніпро, що сформована переважно лесовидними суглинками, з ускладненим мікрорельєфом і наявністю окремих безстічних понижень. Поверхневий стік практично відсутній: зливові та талі води затримуються у локальних депресіях або фільтруються у підґрунтові горизонти. Розвантаження підземних вод здійснюється переважно у річку Суха Сура та Дніпро, а також через випаровування з поверхні ґрунтів.

Середні ухили поверхні становлять від 0,005 до 0,05, що створює сприятливі умови для будівництва та функціонування системи внутрішньогосподарського зрошення. Абсолютні відмітки рельєфу змінюються в межах 60–76 м над рівнем моря.

У геоструктурному відношенні масив зрошення розташований у зоні спряження Українського кристалічного масиву з південно-західним бортом Дніпровсько-Донецької западини [9, 10]. Таке положення обумовлює наявність різнохарактерних геологічних відкладів, серед яких переважають лесовидні суглинки, супіски та делювіальні відклади, що мають сприятливі інженерно-геологічні властивості для меліоративного будівництва.

Поверхня території представлена височинами, розчленованими балочно-ярковою мережею. Балки характеризуються значною довжиною, глибоким врізанням і складною конфігурацією схилів. Верхів'я балок переважно вирівняні, днища сухі, а схили – пологі, розорані й поступово переходять у широкі, слабо виражені яри. У нижніх частинах вони зливаються із вододільним простором, утворюючи відносно стабільний водно-балансовий режим території.

Переважаючими ґрунтами є чорноземи звичайні малогумусні, які мають високу природну родючість, добру водопроникність і придатні для зрошуваного землеробства. Водотривкі породи залягають на глибині 3–5 м, що забезпечує стійкість ґрунтів до перезволоження при дотриманні режиму поливу [11].

Таким чином, природно-географічні умови ділянки сприятливі для реконструкції та експлуатації системи зрошення. Разом із тим складний мікрорельєф і наявність безстічних понижень потребують ретельного врахування при гідротехнічному проектуванні та виборі трасування каналів, щоб запобігти застою води та вторинному засоленню ґрунтів.

### 1.3 Геологічні і гідрогеологічні умови

У геоструктурному відношенні ділянка робіт розташована в зоні спряження Українського кристалічного масиву з південно-західним бортом Дніпровсько-Донецької западини, що зумовлює складну геологічну будову та різноманітність літологічних порід [12].

У геологічній будові району беруть участь кристалічні породи докембрію, а також відклади кам'яновугільної, тріасової, палеогенової та четвертинної систем. Поверхневу частину геологічного розрізу формують четвертинні відклади, які суцільним чохлам перекривають підстилаючі утворення.

Відклади четвертинної системи представлені двома основними генетичними типами:

- Алювіальні відклади середньо-верхньочетвертинного віку, які складають алювіальну товщу II надзаплавної тераси. Вони представлені сірими кварцевими пісками потужністю 20–30 м, що характеризуються високою водопроникністю та добрими фільтраційними властивостями.

- Еолово-делювіальні відклади верхньочетвертинного віку, складені легкими й середніми суглинками потужністю 5–8 м. Ці породи утворюють покривну товщу над алювіальними відкладами і мають середню водопроникність.

У межах досліджуваної території водоносні горизонти приурочені до всіх літологічних комплексів, однак основний вплив на гідромеліоративний стан ділянки мають води, пов'язані з еолово-делювіальними та алювіальними утвореннями.

Безпосередньо під ґрунтово-рослинним шаром залягає товща лесовидних легких та середніх суглинків, нижня частина яких часто обводнена. Потужність обводненої товщі становить 1,0–5,0 м, глибина до рівня ґрунтових вод – 1,5–4,5 м. За хімічним складом води переважно гідрокарбонатно-натрієві, з мінералізацією 0,9–2,1 г/л.

Живлення водоносних горизонтів відбувається переважно за рахунок інфільтрації атмосферних опадів та фільтраційних втрат зрошувальних вод. Коефіцієнт фільтрації суглинків становить 0,3–0,5 м/добу [12].

За даними спостережень, до початку зрошення рівень ґрунтових вод залягав на глибині 5–10 м. Після введення зрошувальних систем відбулося підняття рівня ґрунтових вод, що потребує запроектування дренажної системи для стабілізації водно-повітряного режиму ґрунтів та запобігання вторинному засоленню.

Геолого-літологічний розріз ділянки в межах глибини 4–8 м представлений товщею алювіально-делювіальних суглинків легкого та середнього гранулометричного складу, які підстилаються алювіальними сірими дрібно-, середньо- та рідше крупнозернистими пісками. Потужність алювіальних відкладів сягає 25–30 м.

За складністю розробки ґрунтів механізмами, легкі суглинки та ґрунтово-рослинний шар відносяться до I групи, а середні суглинки – до II групи (за класифікацією інженерно-геологічних умов будівництва).

Таким чином, геологічна будова території є сприятливою для експлуатації системи зрошення за умови наявності ефективної дренажної мережі та контролю рівня ґрунтових вод.

#### 1.4 Кліматична характеристика території проєктування

Територія проєктування розташована у Степовій зоні України, що характеризується помірно континентальним кліматом із жарким і посушливим літом та відносно м'якою, малосніжною зимою. Клімат формується під впливом повітряних мас Атлантичного океану, Арктичного басейну та континентальних повітряних мас, що утворюються над Євразією [13-18].

У зимовий період активна циклонічна діяльність, зокрема вторгнення арктичного повітря, зумовлює різкі коливання температури. Часто спостерігаються відлиги, спричинені переміщенням циклонів із Атлантики, Середземного та Чорного морів. У квітні-травні можливі зворотні заморозки, пов'язані з повторними вторгненнями холодних арктичних мас.

У літній період переважає вплив Азорського антициклону, що сприяє встановленню ясної, сухої та спекотної погоди. Такі умови супроводжуються частими суховіями та пиловими бурями, особливо у червні–липні. Починаючи з другої половини серпня, циркуляційні процеси змінюються – зростає вплив західних і південних циклонів, що приносять похмуру погоду, мряку та тумани.

За даними метеостанції “Дніпро”, середньорічна температура повітря становить +8,5 °С. Найспекотніший місяць – липень (+21,3 °С), найхолодніший – січень (–5,5 °С). Абсолютний максимум температури становить +40 °С (серпень), мінімум – –34 °С (лютий) [17].

Весняний перехід середньодобових температур через 0 °С відбувається в середньому 14 березня, через +5 °С – 2 квітня. Осінній перехід через +5 °С спостерігається 31 жовтня, через 0 °С – 26 листопада [15].

Таблиця 1.1 – Дати останнього та першого приморозку (м/с Дніпро)

| Показник            | Найраніша | Середня | Найпізніша |
|---------------------|-----------|---------|------------|
| Останній приморозок | 24.03     | 12.04   | 10.05      |
| Перший приморозок   | 25.09     | 20.10   | 20.11      |

Тривалість безморозного періоду становить у середньому 190 днів, максимальна – 228 днів, мінімальна – 143 дні. Сума ефективних температур вище +10 °С – 1312 °С, а сума активних температур понад +10 °С – 3127 °С.

Річна норма опадів становить близько 567 мм, з яких у теплий період (квітень–жовтень) випадає 317 мм (62 %), а у холодний (листопад–березень) – 196 мм. Найменше опадів припадає на березень (30 мм), найбільше – на червень (63 мм). Абсолютний місячний максимум (серпень 1960 р.) – 213 мм, добовий максимум – 82 мм (23 серпня 1960 р.) [14, 15].

Формування та руйнування снігового покриву сильно варіює за роками. Через часті відлиги сніговий покрив нестійкий і часто зникає посеред зими. Стійкий покрив відсутній у 24 % зим.

Середня кількість днів зі сніговим покривом – 76 днів. Середня висота снігу – 3–9 см, у окремі роки – до 50 см.

Абсолютна вологість має річний хід: мінімум у січні–лютому (4,2 мб), максимум у липні (15,5 мб), середнє річне значення – 8,9 мб. Відносна вологість змінюється у зворотному напрямку: взимку – 84–86 %, влітку – 58–60 %, середньорічна – 71 % [14, 15].

Район характеризується частою зміною напрямків вітру. У теплий період переважають північно-західні вітри, у холодний – південно-східні та південні. Середньорічна швидкість вітру становить 4,0 м/с. Найбільш «вітряні» місяці – сі-

чень–березень (4,7–4,8 м/с), найспокійніші – серпень–вересень (3,0–3,1 м/с). Кількість днів із сильним вітром понад 15 м/с – 14 днів на рік, максимальна – 26. Раз на 20 років можливі штормові пориви до 28 м/с.

### 1,5. Ґрунти та їх характеристика

Територія зрошувальної системи розташована в степовій зоні України, у її середній підзоні, яка характеризується переважанням чорноземних ґрунтів. Зональним типом ґрунтового покриву є чорноземи звичайні, сформовані в умовах посушливого та теплого клімату з непроливним типом водного режиму. Для території характерне автоморфне зволоження, що сприяло формуванню підтипу чорноземів звичайних середньопотужних малогумусних середньосуглинистих [11, 18].

Чорноземи звичайні займають вододільні плато та верхні частини пологістих схилів балок, де умови водного режиму найбільш сприятливі для розвитку сільськогосподарських культур. Глибина залягання ґрунтових вод становить від 3 до 12 м і більше, при цьому їх мінералізація змінюється в межах 3,0–5,0 г/л. Ґрунтоутворюючими породами є еолово-делювіальні суглинки, які забезпечують сприятливі фізико-хімічні умови для коренеутворення сільськогосподарських рослин.

Морфологічна будова чорноземів звичайних [19, 20]:

- Горизонт Н (гумусовий) – темно-сірий, у вологому стані майже чорний; структура у верхньому орному шарі (0–22 см) пилювато-зерниста, у підорному – грудкувато-зерниста; щільність складання – від пухкої до слабкоущільненої.
- Горизонт НР (гумусово-перехідний) – темно-сірий із бурим відтінком; структура грубозерниста, складення ущільнене; перехід поступовий.
- Горизонт РН (другий перехідний) – темно-бурий, у верхній частині горіхуватий, униз переходить у грудкувату структуру; складення щільне.

- Грунтоутворююча порода (Р) – темно-палевого кольору, місцями палевого, розпадається на брили. Лінія скипання від 10%-ної НСІ проходить у межах гумусово-перехідних горизонтів, спостерігається наявність карбонатів у вигляді «білозгазки».

На більшій частині території верхня частина профілю (0–100 см) характеризується середньосуглинистим гранулометричним складом, де вміст фізичної глини коливається в межах 50–60 %. Потужність гумусових горизонтів (Н+НР+РН) для чорноземів звичайних важкосуглинистих становить 70–80 см, а для легкосуглинистих – до 90 см, що дає підстави відносити ці ґрунти до чорноземів звичайних потужних [19].

Вміст гумусу в орному шарі (0–25 см) складає 5,0–5,5 %, що дає змогу класифікувати ці ґрунти як малогумусні. Із глибиною вміст гумусу поступово зменшується, на глибині 75–100 см він становить 1,0 %. За результатами хімічного аналізу водних витяжок встановлено, що ґрунти незасолені у двометровій товщі. Вміст загального азоту в орному шарі коливається в межах 0,146–0,266 %, поступово зменшуючись із глибиною.

За характером розподілу карбонатів ґрунти належать до чорноземів звичайних типових. Обмінний комплекс ґрунтів представлений переважно кальцієм і магнієм, а сума обмінних основ у орному шарі (0–25 см) становить 30–52 мг-екв на 100 г ґрунту, що свідчить про високу ємність поглинання і сприятливі агрохімічні властивості для розвитку культурних рослин.

Отже, ґрунтовий покрив території проектування ТОВ «Ранет» характеризується високим природним потенціалом для ведення зрошуваного землеробства та сприятливими умовами для впровадження меліоративних заходів, що забезпечують сталий розвиток аграрного виробництва у межах регіону.

## 1.6 Джерело зрошення

Подача води на ділянку зрошення ТОВ «Ранет» здійснюється за допомогою насосної станції із ставка на річці Суха Сура. Річка Суха Сура є лівою притокою річки Мокра Сура (басейн Дніпра) і протікає в межах Дніпровського району Дніпропетровської області. Витік річки розташований поблизу села Іванівка, а впадає вона в Мокру Суру поблизу населеного пункту Кам'янка. Загальна довжина водотоку становить близько 30 км, площа водозбору – орієнтовно 175 км<sup>2</sup>. Річка має переважно рівнинний характер течії, живлення відбувається за рахунок талих і дощових вод. У літній період річка значно міліє, подекуди пересихає, що зумовлює нестійкий водний режим і потребу в регулюванні стоку для потреб зрошення [21].

Вода річки використовується місцевими господарствами для технічних і сільськогосподарських потреб, переважно для зрошення посівів зернових і овочевих культур. Загальна мінералізація води коливається в межах 1,3–2,6 г/л, що дозволяє віднести її до слабосолоних вод за класифікацією природних вод за мінералізацією [22].

За хімічним складом (табл.1.4) вода річки Суха Сура характеризується сульфатно-гідрокарбонатним кальцієво-натрієвим типом. Гідрохімічні показники свідчать про підвищений вміст сульфатів і гідрокарбонатів, що є типовим для степових регіонів із посушливим кліматом і наявністю лесових відкладів у басейні річки. Водневий показник рН = 8,4, що свідчить про слабколужну реакцію середовища, характерну для поверхневих вод, які контактують із карбонатними породами.

Таблиця 1.4 – Гідрохімічна характеристика води річки Суха Сура

| Показник          | рН  | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | Cl <sup>-</sup> | Σ аніонів | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | Σ катіонів | Σ іонів |
|-------------------|-----|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------|------------------|------------------|-----------------|------------|---------|
| Еквівалентна маса | 8,4 | 30                            | 61                            | 35,5            | -         | 48               | 20               | 23              | -          | -       |
| мг/л              | -   | 18                            | 293                           | 213             | 706       | 116              | 146              | 191             | -          | 1683    |
| мг-екв/л          | -   | 0,6                           | 4,8                           | 6,0             | 14,7      | 5,8              | 12,0             | 8,3             | 26,1       | 52,2    |
| %-екв             | -   | 2,3                           | 18,4                          | 23,0            | 56,3      | 22,2             | 46,0             | 31,8            | 100        | -       |

Хімічний склад води річки Суха Сура свідчить про її належність до гідрокарбонатного кальцієво-магнієвого типу, що підтверджується високою концентрацією бікарбонатів (4,8 мг-екв/л або 18,4 % екв.) та значним вмістом катіонів кальцію (5,8 мг-екв/л; 22,2 %) і магнію (12,0 мг-екв/л; 46,0 %). Таке співвідношення іонів загалом є сприятливим для агроеліоративного використання води. Вміст натрію у воді становить 8,3 мг-екв/л (31,8 %), що не є домінуючим показником і свідчить про відсутність натрієвого навантаження, яке могло б негативно впливати на ґрунтову структуру.

Одним із визначальних показників оцінки придатності води для зрошення є SAR, значення якого для цього зразка становить приблизно 2,8. Води з SAR < 10 за класифікацією FAO вважаються безпечними, а при показнику менше 3 – відносно нейтральними щодо ризику натрієвого засолення. Отже, вода річки Суха Сура не викликає дефлокуляції ґрунтових частинок і не погіршує їхню водопроникність. Не менш важливим є показник RSC, який для цього зразка дорівнює – 13,0 мг-екв/л. Від’ємні значення RSC свідчать про повну відсутність загрози карбонатного засолення та навіть про здатність води покращувати структурні властивості ґрунтів завдяки підвищеному вмісту кальцію й магнію.

За сумою розчинених речовин (1683 мг/л) орієнтовна електропровідність води становить 1,5–2,0 dS/м, що відповідає класу вод, придатних для зрошення більшості сільськогосподарських культур. Помірний вміст хлоридів (6,0 мг-екв/л) та низька концентрація сульфатів (0,6 мг-екв/л) не становлять токсикологічної загрози для рослин. У сукупності наведені дані свідчать, що вода річки Суха Сура є агрономічно сприятливою та може використовуватися для зрошення без істотних обмежень [23, 24].

## 2. ПЕРЕДУМОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЗРОШЕННЯ

### 2.1 Обґрунтування потреби у зрошенні

Дніпровський район входить до аграрно продуктивної частини Дніпропетровської області, де значну частку ріллі займають зернові та олійні культури (пшениця, кукурудза, соняшник), що формують основу місцевого господарства та експорту. Розвиток інтенсивного землеробства підвищує потребу в стабільному зволоженні в критичні фази росту культур для забезпечення економічної рентабельності виробництва [25].

Середньорічна кількість опадів у коливається близько 540–560 мм, при цьому спостерігається чітка сезонна нерівномірність (сухі періоди навесні і в період формування цього врожаю у другій половині літа), що створює прогнозований дефіцит вологи для посухочутливих культур у роки з меншим зливовим забезпеченням. Це обґрунтовує потребу у методах захисту вологи (зрошення) для стабілізації врожайності [28].

Попри те, що загалом Дніпропетровська область має значні водні ресурси (за оцінками – десятки мільярдів м<sup>3</sup> місцевого стоку в середній по водності рік), розподіл ресурсів нерівномірний за простором і часом; частина водних ресурсів зосереджена у великих річках (Дніпро), але ефективне використання поверхневих і підземних вод для зрошення потребує системної інфраструктури, координації водокористувачів і заходів з охорони водних ресурсів. Через це реалізація локальних систем зрошення (раціональні, економічно-обґрунтовані проекти) є необхідною складовою підвищення стійкості агросектора району [26].

На фоні загальноукраїнських викликів (кліматичні аномалії, ризику посухи, коливання в структурі посівів) зрошення виступає ключовим фактором зниження коливань врожайності та забезпечення продовольчої безпеки як локального, так і

національного рівнів. Законодавчі та правові питання використання води та забезпечення зрошення також визнаються важливими для сталого розвитку аграрного сектору [27].

Впровадження сучасних систем зрошення (краплинне/дощувальне у поєднанні з очисними та енергоефективними рішеннями) при правильному техніко-економічному обґрунтуванні підвищує врожайність і стабілізує виробничі витрати на одиницю продукції, знижує ризики втрат у посушливі роки та дозволяє змінювати структуру посівів на більш рентабельну. Отже, інвестиції в інфраструктуру зрошення можуть бути економічно виправданими для значної частини господарств району за умови грамотного проєктування та державної/регіональної підтримки [28].

## 2.2 Вибір року 75 % забезпеченості за природним зволоженням

Для проєктування зрошувальних систем та визначення потреби у воді важливим є вибір року з типовими умовами зволоження, що характеризують середньопосушливу ситуацію. У практиці гідромеліоративних розрахунків за базовий приймають рік 75 % забезпеченості за природним зволоженням, який відповідає середній повторюваності один раз на чотири роки. Такий рік відображає реальні умови водного режиму території та забезпечує оптимальне планування подачі води для сільськогосподарських культур.

Вибір року 75 % забезпеченості здійснюють на основі багаторічних метеорологічних спостережень за опадами, температурою і вологістю повітря, випаровуванням або показниками вологозабезпечення. У сучасному інженерному водогосподарському проєктуванні систем зрошення відсутні жорстко встановлені універсальні правила для вибору «року-моделі». Проте існує ряд методичних підходів, які дозволяють адекватно вирішити це завдання в умовах конкретного агрокліматичного району. Для цілей дипломного проєкту доцільно розглядати один із

трьох найбільш поширених методів визначення року-моделі заданої забезпеченості [29]:

- за величиною атмосферних опадів;
- за комплексним кліматичним показником (наприклад, інтегральним показником зволоження);
- за дефіцитами водоспоживання сільськогосподарських культур – або методом «реального» року, або методом компонок (синтезованих умов) [29, 30].

Особливу увагу слід приділити тому, що одним із об'єктивних показників рівня зволоження є співвідношення наявних і потрібних запасів вологи в ґрунті. Коливання норм поливу, кількості й строків поливів із року в рік визначаються значною кількістю чинників, серед яких провідну роль відіграють погодні умови. Це створює потребу застосування методів математичної статистики при вивченні динаміки зрошувального режиму та обґрунтуванні вибору року-моделі.

У проєктуванні зрошувальних систем основні проєктні параметри мають забезпечувати подачу води на зрошувані землі своєчасно й у кількості, що гарантує отримання не менше ніж 90 % середньорічної продукції рослинництва за період не менше ніж 20 років спостережень, при повному задоволенні водної потреби рослин у кожному році та створенні оптимальних агротехнічних умов. Допускається, що у гостропосушливі роки (наприклад, на рівні забезпеченості 95 %) зниження обсягу продукції за питомими витратами води не перевищує 10 % від запланованого рівня. Такі вимоги містить нормативний документ [31].

Отже, при розробленні режимів зрошення доцільно вибирати такі роки-моделі, які дозволяли б забезпечити виконання зазначених вимог. Утім, оскільки універсальної методики для розрахунку і вибору року забезпеченості не існує, у цій роботі скористаємось методом розробленим у НУВГП (м. Рівне) [32].

Основні положення методики викладені нижче.

Метеорологічні чинники – опади, температура повітря, дефіцит та відносна вологість – змінюються як у міжрічному, так і внутрішньосезонному аспекті. Тому для забезпечення репрезентативності кліматичних оцінок необхідно аналізувати

їхні середні за вегетаційні періоди, характерні за умовами зволоження. У статистичних дослідженнях метеорологічні ряди розглядаються як реалізація випадкових процесів, що відображають закономірності змін кліматичних параметрів. Завдання кліматичної обробки полягає у визначенні статистичних характеристик і ймовірнісних закономірностей для подальшого моделювання.

Для цього формуються ряди спостережень із таких параметрів: сума атмосферних опадів за вегетаційний період; середня температура повітря; середній дефіцит вологості; середня відносна вологість повітря.

Оскільки клімат визначається не окремими величинами, а їх поєднанням, доцільно використовувати метеорологічні комплекси, тобто комбінації взаємопов'язаних показників. У цій методиці використовують такі:

- індекс посушливості (ІП)

$$IP = \frac{\sum E_0}{\sum P}, \quad (2.6)$$

де  $\sum P$  – сума атмосферних опадів за вегетацію;

$\sum E_0$  – сума випаровуваності за той же період, яку визначають за формулою М.М. Іванова.

- гідротермічний коефіцієнт прибутку (ГТКП)

$$ГТКП = \frac{\sum P}{\sum t}, \quad (2.7)$$

де  $\sum t$  – сума середньодобових температура повітря за вегетацію.

- гідротермічний коефіцієнт витрат (ГТКВ)

$$ГТКВ = \frac{\sum E_0}{\sum t}. \quad (2.8)$$

Результати розрахунків наведені у додатку А.1.

Для оцінки забезпеченості років за умовами зволоження використовують статистичне групування даних (додаток А.2). Усі метеорологічні ряди розташовують:

у **спадному порядку** – для показників, що збільшують зволоження (опади, вологість, ГТКП);

у **зростаючому порядку** – для показників, що знижують його (температура, дефіцит вологості, ГТКВ, П).

За цими рядами визначають ймовірність перевищення (забезпеченість) і поділяють роки на п'ять типових груп:

0–20 % – дуже вологі;

20–40 % – вологі;

40–60 % – середні;

60–80 % – сухі;

80–100 % – дуже сухі.

Обчислення комплексного кліматичного показника

За критерій інтегральної оцінки кліматичних умов приймають комплексний кліматичний показник (ККП), який характеризує сумарний вплив усіх основних метеорологічних чинників у конкретному році. Формула для його розрахунку

$$ККП = 1 - \frac{\sum m}{L \cdot n}, \quad (2.9)$$

де  $\sum m$  – сума місць, що займають метеофактори й метеорологічні комплекси в приведених до порівняльного вигляду статистичних рядів для кожного із розглянутих років спостережень;

$L$  – кількість метеорологічних факторів й комплексів, що оцінюються;

$n$  – кількість членів в статистичному ряду (кількість років спостережень).

Отримані значення ККП (табл.2.1) дозволяють формувати ряди забезпеченості та визначати типові періоди вегетації з різним рівнем зволоження. На основі середніх показників за групами створюють типовий розподіл метеофакторів, який

відображає реальні кліматичні умови для дуже вологих, вологих, середніх, сухих і дуже сухих років.

Методика забезпечує достатню точність для інженерних воднобалансових розрахунків і дозволяє узгоджувати кліматичні характеристики при проєктуванні зрошувальних систем. Водночас її недоліком є те, що тривалість вегетаційного періоду різних культур може не збігатися, що створює труднощі при визначенні режимів зрошення у сівозмінах із різними культурами.

Осереднені дані років близьких до 75 % забезпеченості приймаємо за рік-модель. Вибрані роки 1979, 1963, 1998, 1967, 1983. Метеорологічні дані року-моделі наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 – Комплексний кліматичний показник

| №  | Рік  | КПП   | p, % | №  | Рік  | КПП   | p, % |
|----|------|-------|------|----|------|-------|------|
| 1  | 1980 | 0,983 | 1,5  | 37 | 1960 | 0,444 | 56,1 |
| 2  | 1977 | 0,95  | 3    | 38 | 2010 | 0,435 | 57,6 |
| 3  | 1976 | 0,942 | 4,5  | 39 | 1992 | 0,408 | 59,1 |
| 4  | 1978 | 0,917 | 6,1  | 40 | 1994 | 0,406 | 60,6 |
| 5  | 1997 | 0,902 | 7,6  | 41 | 2002 | 0,379 | 62,1 |
| 6  | 2004 | 0,888 | 9,1  | 42 | 2005 | 0,375 | 63,6 |
| 7  | 1974 | 0,84  | 10,6 | 43 | 2006 | 0,356 | 65,2 |
| 8  | 1958 | 0,821 | 12,1 | 44 | 2003 | 0,325 | 66,7 |
| 9  | 1973 | 0,798 | 13,6 | 45 | 1950 | 0,294 | 68,2 |
| 10 | 1982 | 0,796 | 15,2 | 46 | 1959 | 0,273 | 69,7 |
| 11 | 2000 | 0,777 | 16,7 | 47 | 1979 | 0,263 | 71,2 |
| 12 | 2008 | 0,769 | 18,2 | 48 | 1963 | 0,263 | 72,7 |
| 13 | 1987 | 0,75  | 19,7 | 49 | 1998 | 0,248 | 74,2 |
| 14 | 1985 | 0,75  | 21,2 | 50 | 1967 | 0,242 | 75,8 |
| 15 | 1995 | 0,748 | 22,7 | 51 | 1983 | 0,231 | 77,3 |
| 16 | 1993 | 0,742 | 24,2 | 52 | 1999 | 0,229 | 78,8 |
| 17 | 1988 | 0,731 | 25,8 | 53 | 1962 | 0,225 | 80,3 |
| 18 | 1990 | 0,729 | 27,3 | 54 | 1953 | 0,223 | 81,8 |
| 19 | 1956 | 0,694 | 28,8 | 55 | 1947 | 0,215 | 83,3 |
| 20 | 1991 | 0,692 | 30,3 | 56 | 2007 | 0,21  | 84,8 |
| 21 | 1984 | 0,683 | 31,8 | 57 | 1946 | 0,208 | 86,4 |
| 22 | 1996 | 0,635 | 33,3 | 58 | 1951 | 0,154 | 87,9 |
| 23 | 1989 | 0,615 | 34,8 | 59 | 1986 | 0,137 | 89,4 |
| 24 | 1970 | 0,6   | 36,4 | 60 | 1972 | 0,129 | 90,9 |
| 25 | 1969 | 0,6   | 37,9 | 61 | 1957 | 0,121 | 92,4 |
| 26 | 1971 | 0,585 | 39,4 | 62 | 1954 | 0,092 | 93,9 |
| 27 | 1966 | 0,573 | 40,9 | 63 | 2009 | 0,083 | 95,5 |
| 28 | 1948 | 0,55  | 42,4 | 64 | 1968 | 0,054 | 97   |
| 29 | 1955 | 0,535 | 43,9 | 65 | 1975 | 0,038 | 98,5 |
| 30 | 2001 | 0,515 | 45,5 |    |      |       |      |
| 31 | 1981 | 0,5   | 47   |    |      |       |      |

|    |      |       |      |
|----|------|-------|------|
| 32 | 1949 | 0,494 | 48,5 |
| 33 | 1964 | 0,471 | 50   |
| 34 | 1965 | 0,462 | 51,5 |
| 35 | 1961 | 0,454 | 53   |
| 36 | 1952 | 0,448 | 54,5 |

Таблиця 2.2 – Осереднені дані метеорологічних факторів у рік-модель

| Декада/місяць | h,мм | d,мб | t,*C |
|---------------|------|------|------|
| 1 березень    | 10,9 | 0,9  | -1,1 |
| 2 березень    | 14,1 | 1    | 0,4  |
| 3 березень    | 13   | 2    | 3,4  |
| 1 квітень     | 17,7 | 3,5  | 7,6  |
| 2 квітень     | 7,8  | 4,3  | 8,3  |
| 3 квітень     | 5,7  | 7,4  | 12,8 |
| 1 травень     | 10,2 | 8,7  | 16,1 |
| 2 травень     | 8,2  | 11,5 | 17,6 |
| 3 травень     | 24,7 | 9,7  | 18,3 |
| 1 червень     | 3,9  | 12,2 | 18,7 |
| 2 червень     | 19,2 | 10   | 19,8 |
| 3 червень     | 9,6  | 12,2 | 20,5 |
| 1 липень      | 22,7 | 11   | 20,5 |
| 2 липень      | 18,9 | 10,9 | 21,4 |
| 3 липень      | 6,6  | 11,6 | 21,3 |
| 1 серпень     | 8,6  | 14,9 | 22,9 |
| 2 серпень     | 28,9 | 8,9  | 19,8 |
| 3 серпень     | 8,6  | 8,8  | 18,4 |
| 1 вересень    | 1,2  | 10,4 | 17,1 |
| 2 вересень    | 13,7 | 9,5  | 16,8 |
| 3 вересень    | 6,3  | 6,8  | 14,1 |
| 1 жовтень     | 8,9  | 3,4  | 8,3  |
| 2 жовтень     | 10,5 | 3,6  | 10   |
| 3 жовтень     | 14,6 | 2,5  | 6,8  |

### 3. ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЖИМУ ЗРОШЕННЯ ТА ВИБІР ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ПОЛИВУ

#### 3.1. Норми і строки поливу

Норми й строки поливів є ключовими елементами режиму зрошення, оскільки визначають ефективність використання водних ресурсів і забезпечують оптимальні умови вологості ґрунту для росту та розвитку сільськогосподарських культур. Грамотно розраховані параметри поливу сприяють підвищенню урожайності, економії води та запобігають негативним наслідкам надлишкового або недостатнього зволоження. Норми та строки поливу сільськогосподарських культур встановлюються на основі науково-обґрунтованого режиму зрошення, який враховується для конкретної зони з урахуванням ресурсозберігаючих технологій і сівозміни (табл.3.1). Це допомагає оптимізувати використання водних ресурсів та забезпечувати ефективний ріст та розвиток сільськогосподарських культур.

Таблиця 3.1 - Структура посівних площ

| № поля | Сільськогосподарська культура    | Площа, занята культурою, га |
|--------|----------------------------------|-----------------------------|
| 1      | Люцерна під покров ячменю        | 68,2                        |
| 2      | Люцерна другого року             | 68,2                        |
| 3      | Люцерна третього року            | 68,2                        |
| 4      | Озима пшениця + просо (пожнивно) | 68,2                        |
| 5      | Кукурудза на зерно               | 68,2                        |
| 6      | Буряк цукровий                   | 94,2                        |
|        | Разом                            | 435,2                       |

Для визначення технічних параметрів закритої зрошувальної мережі потрібно визначити строки поливів, а також поливні та зрошувальні норми кожної сільськогосподарської культури, що входить у сівозміну.

Як відомо величина поливної норми залежить від [30, 31]:

- водно-фізичних властивостей ґрунту (пористість, водопроникність, агрегатний стан, ступінь ущільнення);
- рельєфу та ухилу поверхні;
- сільськогосподарської культури (глибина кореневмісного шару, вигоди до вологи);
- способу та техніки поливу.

*Розрахункова (проектна) поливна норма.* Для розрахунку максимально можливого (розрахункового) значення поливної норми використовують формулу

$$m = 100\gamma \cdot H(\beta_{НВ} - \beta_{доп}), \quad (3.1)$$

де  $m$  – розрахункова поливна норма, м<sup>3</sup>/га;

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

$\beta_{НВ}$  та  $\beta_{доп}$  – вологість ґрунту, що відповідає найменшій вологості та допустимому порозу висушування, % від маси сухого ґрунту;

$H$  – глибина розрахункового шару ґрунту, м.

За цією формулою встановлюють норму виходячи з умови: довести вологість у розрахунковому шарі ґрунту до найменшої вологості.

При поливі дощовим методом (дощування) слід враховувати інтенсивність та якість «дощу» (штучного), властивості ґрунту до вбирання води та геоморфологію поверхні. При цьому норма поливу за прийнятої технології має бути меншою за ерозійно-допустиму, яку розраховуємо за формулою [30]

$$T_{дос} = \frac{k_v}{\sqrt{\rho \cdot e^{0,5 \cdot d}}}, \quad (3.2)$$

де  $k_v$  – показник який характеризує вбираючу здатність ґрунту, мм;

$\rho$  – інтенсивність штучного дощу, мм/хв;

$e$  – основа натурального логарифму;

$d$  – середній діаметр крапель дощу, мм.

Достокову поливну норму розраховуємо для ДМФ-Ф-А6-383-75. Згідно [33] середня інтенсивність дощу – 0,72, а діаметр крапель 1 мм, тоді  $T_{\text{дос}} = 410 \frac{\text{м}^3}{\text{га}}$ . Розрахунок поливної норми наведено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок поливної норми

| Фаза розвитку                     | Розрахована поливна норма               |  |                            |                              |      |   | Достокова поливна норма, $\text{м}^3/\text{га}$ | Прийнята поливна норма нетто, $\text{м}^3/\text{га}$ | Полівна норма бруто, $\text{м}^3/\text{га}$ |
|-----------------------------------|---|--|----------------------------|------------------------------|------|---|---|--|---|
|                                   | глибина коренево-місного шару ґрунту, м | щільність ґрунту розрахункового шару, $\text{г}/\text{см}^3$ | вологість ґрунту при НВ, % | допустимий поріг висушування |      | максимальна поливна норма, $\text{м}^3/\text{га}$ |   |  |   |
|                                   |   |  |                            | частка від НВ                | %    |   |   |  |   |
| <b>Пшениця озима</b>              |   |  |                            |                              |      |   |   |  |   |
| Відновлення вегетації             | 0,6                                     | 1,26   | 24,3                       | 0,7                          | 17   | 551   | 410   | 400  | 460   |
| Трубкування-колосіння             | 0,8                                     | 1,29   | 23,7                       | 0,75                         | 17,8 | 611   |   | 400  | 460   |
| Квітування                        | 0,8                                     | 1,29   | 23,7                       | 0,7                          | 16,6 | 734   |   | 400  | 460   |
| Молочна стиглість                 | 0,8                                     | 1,29   | 23,7                       | 0,7                          | 16,6 | 734   |   | 400  | 460   |
| <b>Кукурудза на зерно</b>         |   |  |                            |                              |      |   |   |  |   |
| посів-сходи                       | 0,5                                     | 1,25   | 24,2                       | 0,7                          | 16,9 | 454   | 410   | 400  | 460   |
| 5-7 листок                        | 0,7                                     | 1,28   | 23,7                       | 0,75                         | 17,8 | 531   |   | 400  | 460   |
| викидання волоті                  | 0,8                                     | 1,29   | 23,7                       | 0,75                         | 17,8 | 611   |   | 400  | 460   |
| молочна стиглість                 | 0,8                                     | 1,29   | 23,7                       | 0,7                          | 16,6 | 734   |   | 400  | 460   |
| <b>Буряк цукровий</b>             |   |  |                            |                              |      |   |   |  |   |
| посів-сходи                       | 0,5                                     | 1,25   | 24,2                       | 0,7                          | 16,9 | 454   | 410   | 400  | 460   |
| 2-4 дійсних листка                | 0,6                                     | 1,26   | 23,7                       | 0,75                         | 17,8 | 448   |   | 400  | 460   |
| період посиленого росту листків   | 0,8                                     | 1,29   | 23,7                       | 0,7                          | 16,6 | 734   |   | 400  | 460   |
| період наростання кореневого тіла | 0,8                                     | 1,29   | 23,7                       | 0,7                          | 16,6 | 734   |   | 400  | 460   |
| <b>Люцерна 2 та 3 року</b>        |   |  |                            |                              |      |   |   |  |   |
| відновлення вегетації             | 0,8                                     | 1,29   | 23,7                       | 0,7                          | 16,6 | 734   | 410   | 500  | 575   |
| стеблування-бу-тонізація          | 1                                       | 1,31   | 23,5                       | 0,75                         | 17,6 | 770   |   | 500  | 575   |
| квітування                        | 1                                       | 1,31   | 23,5                       | 0,7                          | 16,5 | 924   |   | 500  | 575   |

Розрахована поливна норма для люцерни суттєво перевищує достокову, полив слід проводити поетапно – кількома прийомами з подачею води у кількості, що не перевищує достокову норму під час кожного поливу.

Отже, приймаємо поливну норму (нетто) для всіх культур сівозміни  $400 \frac{\text{м}^3}{\text{га}}$  за виключенням люцерни 2 і 3 років -  $500 \frac{\text{м}^3}{\text{га}}$ .

У гідромеліоративній практиці застосовується значна кількість підходів до визначення режиму зрошення як для окремих років, так і для періодів із різною забезпеченістю водними ресурсами. Серед них найвідомішими є графоаналітичний метод О. М. Костякова, біокліматичний метод А. М. та С. М. Алпатьєвих, удосконалений варіант біокліматичного методу, розроблений В. П. Остапчиком, біофізичний метод Д. А. Штойко, комплексний підхід С. І. Харченка, метод ФАО ПМ (Пенмана –Монтейта), а також агрогідрометеорологічний метод, створений у Дніпровському державному аграрно-економічному університеті [30].

Усі ці методики базуються на рівнянні водного балансу, відмінності між ними полягають переважно у способах визначення його окремих компонентів. Основна увага приділяється розрахунку сумарного випаровування (евтранспірації, або водоспоживання), для чого використовують емпіричні залежності, запропоновані Блейні та Крідлом, Пенманом, Шаровим, Івановим та іншими дослідниками. Крім того, широко застосовуються радіаційний метод і метод випаровувачів [30].

На практиці при розрахунках допустимо комбінувати окремі складові рівняння водного балансу, використовуючи найдоцільніші методи для кожного параметра.

У даній роботі для визначення оптимального режиму зрошення буде використано біокліматичний метод А. М. та С. М. Алпатьєвих, а також удосконалений біокліматичний метод В. П. Остапчика. На основі проведених розрахунків буде здійснено порівняльний аналіз отриманих результатів, зокрема обсягів водоспо-

живання. За підсумками цього аналізу буде обрано той режим зрошення, який забезпечує раціональне використання водних ресурсів та мінімальні витрати поливної води при збереженні необхідного рівня вологозабезпечення ґрунту для нормального росту сільськогосподарських культур.

Детальний опис методики розрахунку режимів зрошення наведений у спеціальній літературі [30].

Результати виконаних розрахунків подано у додатку Б. У таблиці 3.2 наведено порівняльні дані поливних норм, визначених за біокліматичним методом А. М. та С. М. Алпатьєвих і за удосконаленим біокліматичним методом В. П. Остапчика. Це дозволяє оцінити відмінності між підходами та обрати найбільш ефективний варіант режиму зрошення з точки зору водозбереження та агротехнічної доцільності.

Таблиця 3.3 – Зрошувальна норма, м<sup>3</sup>/га

| Культура                  | Метод розрахунку                               |  |
|---------------------------|--|--|
|                           | біокліматичний метод А. М. та С. М. Алпатьєвих | удосконалений біокліматичний метод В. П. Остапчика |
| Люцерна під покров ячменю | 3200   | 4000   |
| Люцерна 2 і 3 років       | 4800   | 4500   |
| Пшениця озима             | 1800   | 2600   |
| Просо (пожнивно)          | 1600   | 1600   |
| Кукурудза на зерно        | 1600   | 3600   |
| Бурак цукровий            | 2800   | 4400   |
| Середньовиважена норма    | 3200   | 3450   |

Виходячи з даних, наведених у таблиці 3.3, для подальших розрахунків прийнято строки поливів, визначені за біокліматичним методом А. М. та С. М. Алпатьєвих, оскільки вони забезпечують оптимальне поєднання ефективності водокористування та стабільного зволоження ґрунту протягом вегетаційного періоду.

### 3.2 Обґрунтування способу зрошення

У зв'язку зі зростаючою нерегулярністю опадів та частими періодами дефіциту вологи впродовж вегетаційного періоду, раціональні технології зрошення набувають особливого значення як один із ключових чинників забезпечення стабільності врожаю зернових і кормових культур у Дніпропетровській області.

Регіон розташований у межах Степової зони України, для якої характерні чорноземи з високим природним родючим потенціалом. Проте навіть ці ґрунти є чутливими до нестачі вологи у критичні фази росту рослин. У таких умовах ефективним агротехнічним заходом є використання дощування, що забезпечує короткі, але регулярні зволожувальні впливи, необхідні для підтримання оптимального водного режиму культур.

Серед наявних способів зрошення пересувні іригаційні машини поєднують високу продуктивність із відносно невеликими капітальними та експлуатаційними витратами. Це робить їх економічно доцільними для господарств різних масштабів.

Агрономічні переваги дощування: рівномірне зволоження поверхневого та кореневого шарів ґрунту; можливість частих поливів малими нормами; сумісність із фертигацією; гнучкість у керуванні строками й нормами поливу.

За наявності надійного джерела води метод дощування забезпечує високу продуктивність поливу (у гектарах на годину) при помірних експлуатаційних витратах. Пересувні дощувальні машини вирізняються простотою експлуатації, невибагливістю в обслуговуванні та можливістю охоплення значних площ без суттєвих інфраструктурних вкладень, що є важливим чинником для господарств степової зони.

Правильно спроектована і експлуатована система дощування (з урахуванням розміру крапель, швидкості вітру, часу проведення поливів – переважно у ранкові або вечірні години) сприяє ефективному використанню водних ресурсів і

мінімізації втрат на випаровування та знесення. Застосування фертигації не лише підвищує коефіцієнт використання поживних речовин, але й зменшує потребу у додатковому внесенні добрив, що позитивно впливає на екологічний стан агроєкосистеми.

Можливі ризики, такі як втрати води при сильному вітрі, розвиток ерозійних процесів на схилах чи локальне перезволоження ґрунту, усуваються шляхом технологічного удосконалення системи поливу, регулювання тиску, вибору відповідних насадок і дотримання режиму зрошення.

Отже, метод дощування є технічно, економічно та екологічно обґрунтованим способом зрошення у зерно-кормових сівозмінах Дніпропетровської області. Він поєднує агрономічну ефективність (контроль вологості в критичні періоди розвитку культур), технічну гнучкість (використання пересувних і стаціонарних систем) та інтеграцію сучасних технологій (фертигація, автоматичне управління), що у підсумку забезпечує підвищення стійкості та продуктивності рослинництва за умов змінного гідрометеорологічного режиму регіону.

### 3.3 Розташування сівозмінної ділянки на плані та елементи техніки поливу

Розташування сівозмінної ділянки на плані визначається прийнятим способом зрошення та типом дощувальної техніки. У даному проєкті передбачено застосування широкозахватних дощувальних машин фронтальної дії ДМФ «Фрегат» з електричним приводом, які забезпечують рівномірне зволоження ґрунту шляхом поступального руху уздовж прямолінійної траєкторії.

Для ефективної роботи машин фронтальної дії на ділянці, що проєктується є всі необхідні передумови. Насамперед, ділянка має мінімальні ухили поверхні – не більше 0,02–0,03, щоб забезпечити стійкий рух машин і рівномірність розподілу води. Рельєф максимально вирівняний у напрямку руху установки.

На генеральному плані сівозмінної ділянки передбачаються:

- Поливна смуга – прямокутної форми, ширина якої відповідає довжині прольоту дощувальної машини, а довжина – напрямку її поступального руху.
- Поливний водопровід, який розташовують уздовж одного з країв ділянки або по центральній осі в залежності від схеми подачі води.
- Гідранти розміщені з інтервалом, що відповідає кроку переміщення машини.
- Технологічна дорога вздовж лінії руху установки для транспортування техніки, обслуговування обладнання та доступу до водорозбірних вузлів.

Важливим елементом є узгодження напрямку руху машини з конфігурацією полів і з розою вітрів. Рекомендується орієнтувати фронтальний рух перпендикулярно до переважаючих вітрів, що зменшує нерівномірність зволоження через знесення крапель.

Під час проектування також враховується можливість поетапного зрошення окремих поливних смуг, щоб забезпечити раціональне використання води та рівномірне навантаження на насосну станцію.

Машини фронтальної дії є технічно доцільними для сівозмінних полів правильної форми, з великими площами (від 40 до 100 га і більше) та обмеженими ухилами. Вони забезпечують:

- високу рівномірність розподілу води по площі (до 85–90%);
- можливість одночасного внесення добрив (фертигації);
- зменшення ручної праці та витрат на експлуатацію системи;
- високу продуктивність поливу при мінімальній потребі в стаціонарній інфраструктурі.

Таким чином, при використанні машин фронтальної дії сівозмінна ділянка планується у вигляді довгих прямокутних смуг із забезпеченням оптимальної конфігурації трубопроводів, гідрантів і технологічних проїздів. Такий підхід дозволяє досягти ефективного використання поливної води, зменшити енерговитрати та підвищити стабільність урожайності культур у сівозміні.

Ширина поля ( $B$ , м), що визначається між поздовжніми осями польових доріг, розраховується за формулою

$$B = 2B_m + b, \quad (3.3)$$

де  $B_m$  – ширина захвату відповідної модифікації дощувальної машини [];

$b$  – ширина дороги та лісосмуги, якщо вона передбачена.

Ширину польової дороги без лісосмуги приймаємо 6,5 м, а з лісосмугою – 19 м.

Для ДМФ-Ф-А6-383-75  $B_m=382$  м. Якщо прийняти що польова дорога запроектована з лісосмугою, тобто  $b=19$  м, то ширина поля складе 783 м. а без лісосмуги – 770,5 м.

Довжину поля  $L$  (м) при відомій площі  $F_{бр}$  та ширині  $B$  обчислюють виходячи із прямокутної форми

$$L = \frac{10000F_{бр}}{B}. \quad (3.4)$$

Отже, при площі поля 68,2 га і  $B=783$  м  $L = 1742$  м, а при площі 94,2 га для ДМФ-Ф-А5-323-75 і  $B=665$  м -  $L = 1416$  м.

По середині поля необхідно запроектувати польовий трубопровід на якому через 130 м розташовують гідранти для підключення дощувальної машини «Фрегат».

Довжина зрошуваної ділянки повинна бути кратною відстані між гідрантами. Тоді  $L_{зрош}=1820$  м (14 гідрантів).

Зрошувана площа бруто складає  $F_{зрош} = 70,1$  га.

Площу, що поливають з одного гідранта, можна знайти за формулою

$$F_1 = \frac{l \cdot B_m}{10000}, \quad (3.5)$$

де  $l$  – відстань між гідрантами, м (130 м).

Для ДМФ-Ф-А5-323-75  $F_l=4,2$  га.

Для ДМФ-Ф-А5-383-75  $F_l=4,9$  га.

Середня інтенсивність штучного дощу згідно [33] складає для ДМФ-Ф-А5-323-75 – 0,85 мм/хв, а для ДМФ-Ф-А5-383-75 – 0,72 мм/хв.

Тривалість роботи на між гідрантами для видачі поливної норми знаходять за формулою

$$t_n = \frac{m}{\rho_{сеп}}, \quad (3.6)$$

де  $m$  – поливна норма, мм.

Для ДМФ-Ф-А5-323-75 при поливній нормі 40 мм 47 хв. При поливній нормі 50 мм – 58,8 хв; для ДМФ-Ф-А5-383-75 відповідно 55,6 хв і 69,4 хв.

Продуктивність дощувальної машини за годину

$$F_{год} = \frac{3,6Q_m}{m\beta}. \quad (3.7)$$

де  $Q_m$  – витрата води дощувальною машиною, л/с;

$m$  – поливна норма, м<sup>3</sup>/га;

$\beta$  – коефіцієнт, що враховує втрати води на випаровування.

Для дощувальної машини «Фрегат» з витратою 75 л/с і поливною нормою 400 м<sup>3</sup>/га, продуктивність становить  $F_{год} = 0,63$  га., а при 500 м<sup>3</sup>/га – 0,5 га.

Продуктивність дощувальної машини за добу можна визначити за формулою

$$F_{доб} = \frac{3,6Q_m t_{доб} \beta_{доб}}{\beta m}. \quad (3.8)$$

При  $m=400$  м<sup>3</sup>/га і цілодобовій роботі ( $t_{доб}=24$  год)  $F_{доб} = 12,6$  га, при 500 м<sup>3</sup>/га – 10,1 га.

За сезон поливу продуктивність машини знаходять за формулою

$$F_{\text{сез}} = \frac{F_{\text{доб}} t_{\text{min}} \beta_{\text{сез}}}{\beta_{\text{доб}}}, \quad (3.9)$$

де  $t_{\text{min}}$  – тривалість мінімального міжполивного періоду, діб;

$\mathbb{R}_{\text{сез}}$  – сезонний коефіцієнт використання часу: для дощувальних машин «Фрегат» –  $\mathbb{R}_{\text{сез}}=0,78$  [34].

Для норми  $500 \text{ м}^3/\text{га}$   $F_{\text{сез}} = 56,4$  га. При нормі  $400 \text{ м}^3/\text{га}$  –  $70,4$  га.

### 3.4 Складання календарного графіка поливів

Режим зрошення сівозміни в цілому визначено у п. 3.2. Отримані результати необхідно подати у вигляді графіка поливів, який відображає строки проведення поливів та їх кількість протягом усього вегетаційного періоду.

Спочатку складають неукомплектований графік поливу (додаток В), який надалі коригується відповідно до технічних параметрів дощувальних машин, розміщених на полях зрошуваного масиву.

Формування відомості неукомплектованого графіка поливів

Для побудови неукомплектованого графіка складають відомість, у якій:

- колонки 1 і 2 заповнюють відповідно до прийнятої сівозміни;
- зрошувану площу поля (колонка 3) визначають згідно з прийнятою

технікою поливу, наведеною у п. 3.3.

Дані для колонок 4–6 заповнюють на основі результатів розрахунку строків і норм поливу (п. 3.2), а колонку 7 – відповідно до табл. 3.12, залежно від дати проведення поливу (колонка 10).

Поливну норму бруто (колонка 8) визначають за формулою

$$m_{\text{бр}} = \frac{m_{\text{нт}}}{\beta}. \quad (3.10)$$

Тривалість поливу (колонка 11) обчислюють за формулою

$$t = \frac{Fm_{\text{бр}}}{3,6Q_m \tau \beta_{\text{доб}}}, \quad (3.11)$$

де  $F$  – зрошувана площа поля, га (колонка 3);

$m_{\text{бр}}$  – поливна норма брутто, м<sup>3</sup>/га;

$Q_m$  – витрата, прийнятої, дощувальної машини, л/с (колонка 12);

$\tau$  – тривалість поливу протягом доби, год. (при цілодобовій роботі машини  $\tau=24$  год.);

$\beta_{\text{доб}}$  – коефіцієнт, що враховує втрати робочого часу протягом доби [34].

Розраховану тривалість поливу округлюють до цілої кількості діб або змін. Знаючи середню дату поливу (рис. 3.1) та тривалість, визначають дату початку і завершення поливу (колонки 9 і 10). При цьому враховують як перший, так і останній полив.

*Побудова неукомплектованого графіка поливів.* На основі отриманої відомості будують неукомплектований графік поливів (рис. 3.2). Для цього на аркуші міліметрового паперу стандартного формату наносять осі координат:

по осі ординат ( $Y$ ) відкладають витрати води ( $Q$ , л/с),

по осі абсцис ( $X$ ) – календарний період вегетації.

Кожній сільськогосподарській культурі присвоюють умовне позначення (штриховку або колір).

*Послідовність побудови графіка.* З дати початку поливу проводять вертикаль до рівня витрати води (графа 12 табл. 3.14), так само для дати закінчення. З'єднавши ординати, отримують прямокутник, площа якого показує об'єм води, необхідний для поливу.

Якщо строки поливів наступної культури не збігаються з попередніми – будують нові ординати за тим же принципом.

Якщо строки поливів повністю або частково збігаються, величини витрат відкладають від верхнього краю попередніх ординат (для днів збігу) або від осі абсцис (для інших днів).

*Аналіз і укомплектування графіка поливів.* Під час аналізу неуккомплектованого графіка можна помітити різкі коливання витрат води, що робить його непридатним для практичного використання, адже він створює нерівномірне навантаження на зрошувальну систему.

Оскільки гідротехнічні споруди, трубопроводи, насосні станції та канали необхідно розраховувати на максимальні витрати, використання такого графіка призвело б до значних капітальних та експлуатаційних витрат.

Щоб усунути ці недоліки, графік необхідно укомплектувати, тобто вирівняти сумарні витрати води протягом усього поливного періоду. При цьому: гідромодуль не повинен перевищувати 0,7 л/(с·га); максимальні витрати мають спостерігатися не менше ніж 10 діб.

Гідромодуль визначають за формулою

$$q = \frac{Q}{F} . \quad (3.62)$$

де  $Q$  – максимальна витрата води, л/с;  $F$  – загальна площа зрошення, 435,2 га.

Укомплектування здійснюють шляхом зміщення дат поливів на 2–5 діб. Якщо при цьому отримують занадто довгі періоди або короткі міжполивні інтервали, допускається: встановлення кількох машин на одному полі; заміна модифікації дощувальної машини.

Відомість укомплектованого (табл.3.4) і сам графік (рис. 3.1) наведено нижче.

Після укомплектування у цьому проєкті максимальна витрата становить 225 л/с, отже, гідромодуль дорівнює 0,52 і спостерігається протягом 31 доби (див. рис. 3.1).

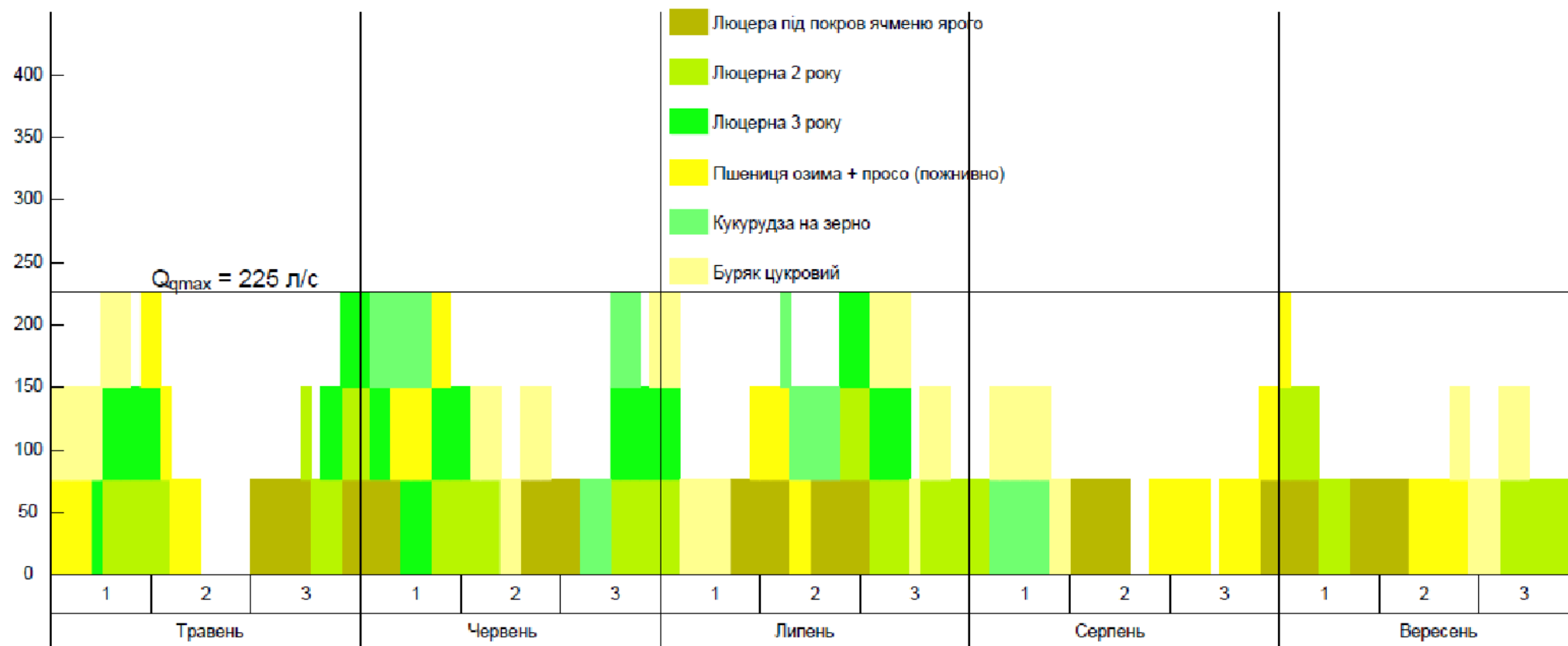


Рисунок 3.1 – Укомплектований графік поливів

Таблиця 3.4 – Відомість укомплектованого графіка поливів

| № п/п | Сільськогосподарська культура   | Площа, га | Зрошувальна норма, м <sup>3</sup> /га | Номер поливу | Поливна норма, м <sup>3</sup> /га | Строки поливів |          | Тривалість, днів | Витрата, л/с |
|-------|---------------------------------|-----------|---------------------------------------|--------------|-----------------------------------|----------------|----------|------------------|--------------|
|       |                                 |           |                                       |              |                                   | початок        | кінець   |                  |              |
| 1     | 2                               | 3         | 4                                     | 5            | 6                                 | 7              | 8        | 9                | 10           |
| 1     | Люцерна під покров ячменю       | 68,2      | 3200                                  | 1            | 400                               | 21.05.25       | 26.05.25 | 6                | 75           |
|       |                                 |           |                                       | 2            | 400                               | 30.05.25       | 04.06.25 | 6                |              |
|       |                                 |           |                                       | 3            | 400                               | 17.06.25       | 22.06.25 | 6                |              |
|       |                                 |           |                                       | 4            | 400                               | 08.07.25       | 13.07.25 | 6                |              |
|       |                                 |           |                                       | 5            | 400                               | 16.07.25       | 21.07.25 | 6                |              |
|       |                                 |           |                                       | 6            | 400                               | 11.08.25       | 16.08.25 | 6                |              |
|       |                                 |           |                                       | 7            | 400                               | 30.08.25       | 04.09.25 | 6                |              |
|       |                                 |           |                                       | 8            | 400                               | 08.09.25       | 13.09.25 | 6                |              |
| 2     | Люцерна другого року            | 68,2      | 4000                                  | 1            | 500                               | 07.05.25       | 13.05.25 | 7                | 75           |
|       |                                 |           |                                       | 2            | 500                               | 26.05.25       | 01.06.25 | 7                |              |
|       |                                 |           |                                       | 3            | 500                               | 08.06.25       | 14.06.25 | 7                |              |
|       |                                 |           |                                       | 4            | 500                               | 26.06.25       | 02.07.25 | 7                |              |
|       |                                 |           |                                       | 5            | 500                               | 19.07.25       | 25.07.25 | 7                |              |
|       |                                 |           |                                       | 6            | 500                               | 27.07.25       | 02.08.25 | 7                |              |
|       |                                 |           |                                       | 7            | 500                               | 01.09.25       | 07.09.25 | 7                |              |
|       |                                 |           |                                       | 8            | 500                               | 23.09.25       | 29.09.25 | 7                |              |
| 3     | Люцерна третього року           | 68,2      | 2500                                  | 1            | 500                               | 05.05.25       | 11.05.25 | 7                | 75           |
|       |                                 |           |                                       | 2            | 500                               | 28.05.25       | 03.06.25 | 7                |              |
|       |                                 |           |                                       | 3            | 500                               | 05.06.25       | 11.06.25 | 7                |              |
|       |                                 |           |                                       | 4            | 500                               | 26.06.25       | 02.07.25 | 7                |              |
|       |                                 |           |                                       | 5            | 500                               | 19.07.25       | 25.07.25 | 7                |              |
| 4     | Озима пшениця+ просо (пожнивно) | 68,2      | 1700                                  | В            | 500                               | 26.08.25       | 01.09.25 | 7                | 75           |
|       |                                 |           |                                       | 1            | 400                               | 29.04.25       | 04.05.25 | 6                |              |
|       |                                 |           |                                       | 2            | 400                               | 10.05.25       | 15.05.25 | 6                |              |
|       |                                 |           | 1200                                  | 3            | 400                               | 04.06.25       | 09.06.25 | 6                |              |
|       |                                 |           |                                       | П            | 400                               | 10.07.25       | 15.07.25 | 6                |              |
|       |                                 |           |                                       | 1            | 400                               | 19.08.25       | 24.08.25 | 6                |              |
| 5     | Кукурудза на зерно              | 68,2      | 1600                                  | 1            | 400                               | 02.06.25       | 07.06.25 | 1                | 75           |
|       |                                 |           |                                       | 2            | 400                               | 23.06.25       | 28.06.25 | 2                |              |
|       |                                 |           |                                       | 3            | 400                               | 13.07.25       | 18.07.25 | 3                |              |
|       |                                 |           |                                       | 4            | 400                               | 03.08.25       | 08.08.25 | 4                |              |
| 6     | Буряк цукровий                  | 94,2      | 2400                                  | 1            | 400                               | 01.05.25       | 08.05.25 | 8                | 75           |
|       |                                 |           |                                       | 2            | 400                               | 12.06.25       | 19.06.25 | 8                |              |
|       |                                 |           |                                       | 3            | 400                               | 30.06.25       | 07.07.25 | 8                |              |
|       |                                 |           |                                       | 4            | 400                               | 22.07.25       | 29.07.25 | 8                |              |
|       |                                 |           |                                       | 5            | 400                               | 03.08.25       | 10.08.25 | 8                |              |
|       |                                 |           |                                       | 6            | 400                               | 18.09.25       | 25.09.25 | 8                |              |

## 4. РОЗРОБКА І РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЗРОШЕННЯ

### 4.1. Визначення типу, структури та просторової конфігурації зрошувальної системи

Проектування зрошувальної мережі є одним із ключових етапів створення системи зрошення, оскільки від правильності її конструкції, просторового розташування та гідравлічних параметрів залежить ефективність використання водних ресурсів, рівномірність поливу та економічність експлуатації всієї системи [35].

*Загальні принципи проектування.* Конструкція і схема розміщення зрошувальної мережі визначаються з урахуванням: способу поливу (у цьому проекті дощування); типу дощувальної техніки; рельєфу місцевості (ухили, мікрорельєф, наявність ярів чи балок); геологічних і гідрогеологічних умов; розташування джерела зрошення; конфігурації полів та сівозмінної структури масиву.

*Тип мережі.* Для забезпечення стабільної подачі води до широкозахватних дощувальних машин типу приймаємо закриту зрошувальну мережу, виконану у вигляді системи підземних трубопроводів. Така конструкція забезпечує: мінімальні втрати води при транспортуванні; надійність і довговічність експлуатації; зручність у технічному обслуговуванні; можливість автоматизації та гнучкого регулювання витрат.

*Склад та структура зрошувальної мережі.* Закрита зрошувальна система, що обслуговує зрошуваний масив, зазвичай включає [35]:

1. Магістральний трубопровід (МКр) – головна лінія, що транспортує воду від насосної станції до ділянки зрошення.
2. Розподільні трубопроводи першого порядку (1-Кр, 2-Кр, тощо) – відгалуження від магістралі, що подають воду на окремі поля.

Схематично така система може бути представлена як ієрархічна розгалужена мережа з чіткою послідовністю водорозподілу: водозабір → насосна станція → магістраль → розподільники → польові трубопроводи → дощувальні машини.

*Особливості проектування в межах сівозміни.* У даному дипломному проєкті розглядається проектування зрошувальної мережі для однієї шестипільної сівозміни, тому основна увага приділяється побудові розподільних трубопроводів першого порядку. Вони отримують воду від насосної станції підкачки (НСП) і розподіляють її між окремими польовими трубопроводами, розташованими в межах полів сівозміни.

Планове розміщення польових трубопроводів визначається, насамперед, схемою роботи дощувальних машин і їх технічними габаритами. Рекомендована [35] довжина польових трубопроводів становить від 500 до 3000 м, при цьому:

- один трубопровід може обслуговувати не більше двох-трьох полів сівозміни;
- оптимальним варіантом вважається – один польовий трубопровід на одне поле [35].

*Планувальні та експлуатаційні вимоги.* Для підвищення ефективності експлуатації зрошувальної мережі необхідно дотримуватися таких вимог:

- по можливості прокладати трубопроводи вздовж існуючих доріг і лісосмуг, що полегшує обслуговування і ремонт;
- забезпечити зручний доступ до гідрантів і вузлів приєднання дощувальних машин;
- уникати розташування трубопроводів у місцях із сильними перепадами висот або заболочених ділянках;
- передбачити встановлення контрольних колодязів, спускних пристроїв і засобів вимірювання витрати води;
- забезпечити мінімальні втрати напору при транспортуванні води по мережі.

*Вибір схеми розміщення.* Конкретна схема розміщення елементів мережі обирається з урахуванням:

- положення джерела водопостачання відносно масиву;
- напрямку природних ухилів поверхні;
- зручності подачі води до полів;
- вимог до рівномірності зрошення.

У дипломному проєкті прийнято радіально-променеву схему з розташуванням розподільних трубопроводів першого порядку від НСП вздовж полів. Такий варіант дозволяє мінімізувати довжину трубопроводів, зменшити втрати тиску та забезпечити стабільний режим роботи дощувальних машин.

#### 4.2 Розрахунок гідравлічних характеристик закритої зрошувальної системи

Гідравлічний розрахунок закритої зрошувальної мережі є ключовим етапом проєктування системи зрошення, оскільки від його точності залежить ефективність подачі води, стабільність тиску в мережі та надійність роботи дощувальних машин. Метою розрахунку є визначення оптимальних діаметрів трубопроводів, гідравлічних втрат напору, витрат води та параметрів насосної станції, які забезпечують заданий режим поливу.

Закрита тупикова зрошувальна мережа складається з магістрального трубопроводу, розподільних ліній першого і другого, що забезпечують транспортування води до зрошуваних ділянок. Вихідними даними для проведення гідравлічного розрахунку є: схема зрошувальної мережі; кількість одночасно працюючих дощувальних машин, визначена за графіком поливів (укомплектованим); витрата води кожної дощувальної машини; протяжність і конфігурація трубопроводів; перепади висот рельєфу на зрошуваному масиві.

Метою гідравлічного розрахунку зрошувальної мережі є визначення діаметрів трубопроводів, швидкості руху води, втрат напору в них та повного напору насосної станції.

Витрати по окремих ділянках мережі визначають з умови забезпечення одночасної роботи максимальної кількості дощувальних машин, розташованих на найбільш віддалених полях від водозабору. При цьому враховується технологічна схема поливу: одна дощувальна машина на полі або спільне обслуговування двох полів однією машиною.

Загальну витрату для кожного розподільного трубопроводу визначають пропорційно до кількості одночасно працюючих машин на відповідній ділянці, з урахуванням витрати кожної машини.

У цьому проєкті приймаємо матеріал труб – поліетилен згідно ДСТУ [36]. Швидкість руху води в трубах приймаємо в діапазоні від 1 м/с до 3 м/с.

Діаметри трубопроводів підбирають за умови мінімізації енергетичних витрат і забезпечення необхідного тиску в гідрантах для роботи дощувальних машин за формулою

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

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

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

Після цього за [36] уточнюємо діаметр труби, приймаючи за розрахунковий – внутрішній, і обчислюємо швидкість виходячи із формули 4.1. Фактична швидкість має перевищувати мінімальну (0,3 м/с) і бути меншою за максимальну (3 м/с).

Для визначення втрат напору у трубопроводах застосовується рівняння Дарсі–Вейсбаха

$$h_l = \lambda \frac{v_{сep}^2 \cdot l}{2g d_{cm}}, \quad (4.2)$$

де  $l$  – довжина трубопроводу (ділянки), м;

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

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

$\lambda$  – коефіцієнт гідравлічного опору (визначається за таблицями залежно від числа Рейнольдса і матеріалу труб).

Втрати напору на подолання місцевих опорів приймають так само, як і для гідравлічно довгих трубопроводів (у межах 7 – 10 % від втрат по довжині).

Сумарні втрати напору у мережі визначаються як сума втрат на тертя по довжині трубопроводів та місцевих опорів (згини, фасонні частини, арматура, гідранти).

Гідравлічний розрахунок ведемо у два наближення: перше – починаємо із кінцевих ділянок; друге – від початку зрошувальної мережі, тобто від насосної станції до кінцевих гідрантів розподільної мережі.

Отже, перше наближення застосовують для визначення необхідної відмітки п'єзометричного рівня на початку всієї мережі, а друге – для безпосереднього підбору діаметрів трубопроводів і визначення напору на кожній ділянці та в кожному вузлі зрошувальної системи.

Необхідний тиск у гідранті приймається згідно з технічними характеристиками дощувальної машини [33].

П'єзометричні відмітки польового трубопроводу на останньому гідранті визначають за

$$\nabla_{\text{ПЛК}} = \nabla_{\text{ПЗ}} + h_0 + h_{\text{маш.}} + h_{\text{гідр.}}, \quad (4.3)$$

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

$h_0$  – необхідний вільний напір на гідранті, м, який дорівнює робочому напору дощувальної машини [33];

$h_{\text{маш.}}$  – втрати напору в машині, зумовлені нерівностями рельєфу поля, м;

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

Відмітка п'єзометричної лінії на початку трубопроводу дорівнює відмітці п'єзометричної лінії в його кінці, збільшеній на суму загальних втрат напору в цій ділянці трубопроводу, тобто

$$\text{плп} = \text{плк} + hw. \quad (4.4)$$

Якщо від певного вузла розподільного трубопроводу відходять два або більше трубопроводів нижчого порядку, то відмітку п'єзометричної лінії в цьому вузлі приймають рівною найбільшій відмітці в головах цих трубопроводів.

Повний напір насосної станції визначають за формулою

$$H = \text{пл. гол} - \text{рвнс}, \quad \text{або} \quad H = H_{\Gamma} + h_w + h_0, \quad (4.7)$$

Де пл. гол – відмітка п'єзометричної лінії в голові магістрального трубопроводу (системи), м;

рвнс – мінімальна відмітка рівня води в джерелі зрошення у місці забору води насосною станцією, м;

$h_w$  – сума втрат напору в закритій мережі, яку визначають для найневигіднішого режиму роботи (з найбільшими втратами напору), встановленого на основі порівняльних розрахунків, м;

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

$H_{\Gamma}$  – геодезична висота підйому води, що визначається як різниця відміток

$$H_{\Gamma} = \nabla_{\text{пзк}} - \nabla_{\text{рвнс}}, \quad (4.8)$$

де  $\nabla_{\text{пзк}}$  – найвища відмітка поверхні землі в кінці одного з віддалених польових трубопроводів (у командній точці), м.

Результати розрахунків наведені у табл. 4.1 і рис.4.1.

Потрібну потужність насосної станції визначають за формулою:

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H \cdot 1,03}{1000 \eta_n \eta_{\text{дв}}}, \quad (4.9)$$

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

$g$  – прискорення вільного падіння,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;

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

$H$  – повний напір насосної станції,  $\text{м}$ ;

$\eta_n$  – коефіцієнт корисної дії насоса;

$\eta_{дв}$  – коефіцієнт корисної дії двигуна;

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

Тож маємо

$$N = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 0,225 \cdot 61,6 \cdot 1,03}{1000 \cdot 0,85 \cdot 0,8} = 242 \text{ кВт.}$$

Таблиця 4.1 – Гідравлічний розрахунок трубопроводів (друге наближення)

| Найменування трубопроводу | Ділянка | Довжина, м | Витрати, л/с | Марка трубопроводу | Внутрішній діаметр, мм | Відмітка п'єзометричної лінії на початку ділянки, м | Швидкість руху води, м/с | Втрати напору, м $h_w$ | Відмітки п'єзометричної лінії в кінці ділянки, м |
|---------------------------|---------|------------|--------------|--------------------|------------------------|---|--------------------------|------------------------|--|
| МКр                       | 1       | 300        | 225          | ПЕ-80              | 426                    | 126,14  | 1,58                     | 1,45                   | 127,59   |
| 1-Кр.1                    | 2       | 1820       | 75           | ПЕ-80              | 268                    | 114,72  | 1,33                     | 11,42                  | 126,14   |
| 1-Кр                      | 3       | 825        | 225          | ПЕ-80              | 426                    | 122,16  | 1,58                     | 3,98                   | 126,14   |
| 1-Кр.2                    | 4       | 1820       | 75           | ПЕ-80              | 268                    | 110,74  | 1,33                     | 11,42                  | 122,16   |
| 1-Кр                      | 5       | 815        | 150          | ПЕ-80              | 341                    | 116,62  | 1,64                     | 5,54                   | 122,16   |
| 1-Кр.3                    | 6       | 1820       | 75           | ПЕ-80              | 268                    | 105,2   | 1,33                     | 11,42                  | 116,62   |
| 1-Кр                      | 7       | 740        | 75           | ПЕ-80              | 268                    | 111,98  | 1,33                     | 4,64                   | 116,62   |
| 1-Кр.4                    | 8       | 1425       | 75           | ПЕ-80              | 268                    | 103,04  | 1,33                     | 8,94                   | 111,98   |

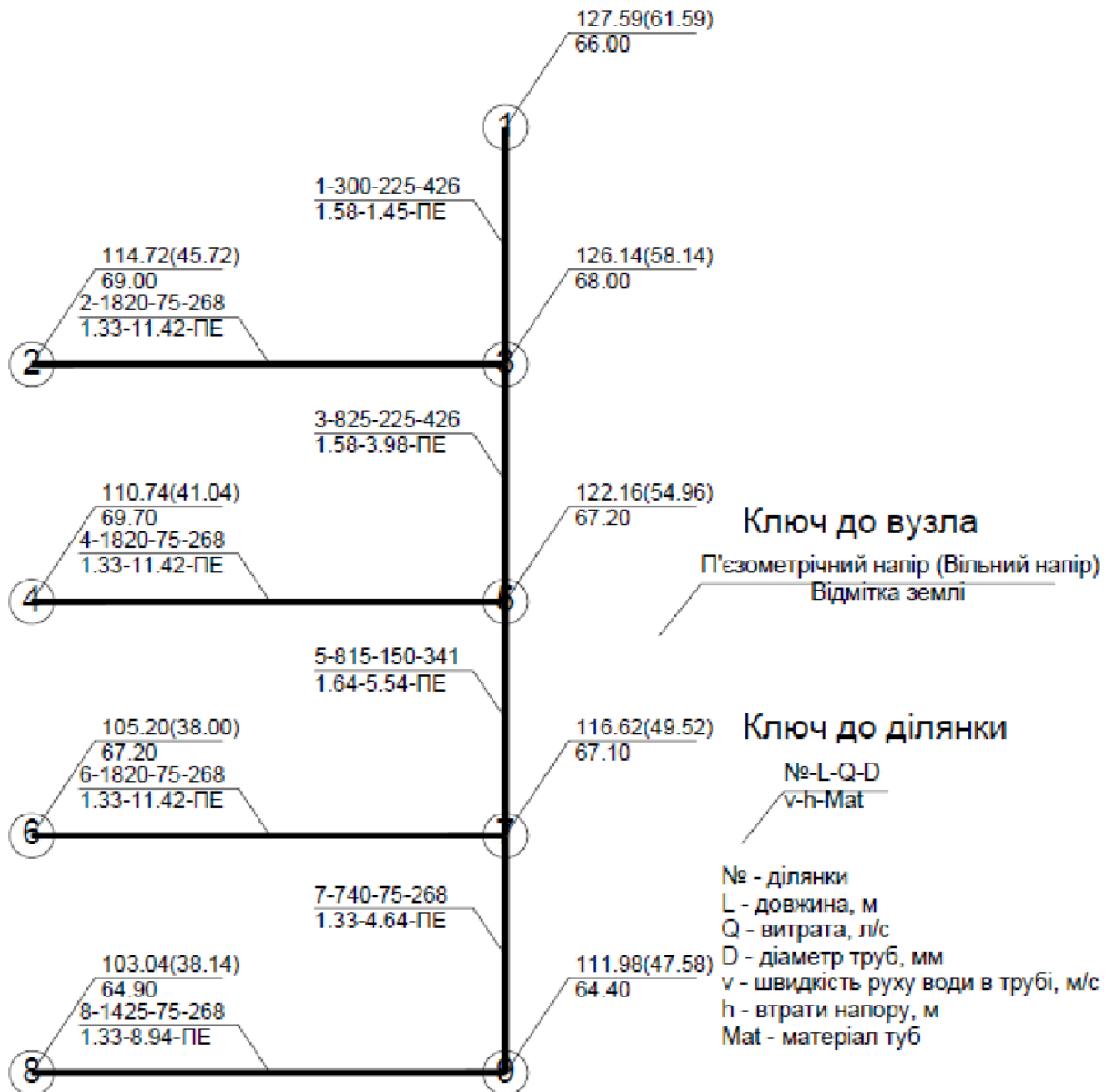


Рисунок 4.1 – Схема до гідравлічного розрахунку зрошувальної мережі.

### 4.3 Креслення мереж

До креслень закритої зрошувальної мережі належать проєктна та робоча документація, що містить схеми, плани, профілі та детальні креслення усіх елементів системи. Ці матеріали відображають просторове розташування, конструктивні рішення, конфігурацію і технічні характеристики трубопроводів, арматури, гідротехнічних споруд та допоміжного обладнання.

Метою виконання креслень є забезпечення наочності та точності відображення взаємного розташування елементів мережі, а також передавання необхідної інформації для її монтажу, експлуатації й подальшого обслуговування. Креслення дають змогу узгодити технічні рішення між суміжними розділами проєкту, забезпечують контроль відповідності виконаних робіт проєктним даним і сприяють ефективному функціонуванню зрошувальної системи.

*Профіль мережі.* Виконується у вигляді розгорнення траси трубопроводу по його осі. Такий профіль відображає просторове положення трубопроводу відносно поверхні землі та суміжних споруд, а також глибину його закладання.

На профілі обов'язково зазначають [31, 37]:

- надземні споруди, що розташовані поблизу траси трубопроводу (наприклад, естакади, насосні станції, тощо);
- глибину закладання трубопроводу: для напірних мереж – до низу труби;
- номери свердловин, шурфів або інженерно-геологічних розвідок.
- На самому профілі показують:
- поверхню землі – проєктну тонкою суцільною лінією, а натурну (існуючу) – тонкою штриховою лінією;
- рівень ґрунтових вод (р.г.в.) – тонкою штрихпунктирною лінією;
- перетини з наземними та підземними об'єктами, зокрема автомобільні дороги, залізничні або трамвайні колії, кювети, існуючі інженерні мережі (водоп-

ровідні, каналізаційні, теплові, газові, кабельні лінії), які впливають на прокладання проєктованого трубопроводу, із зазначенням їхніх габаритів та висотних відміток;

- геологічні умови – дані про ґрунти, отримані за результатами інженерно-геологічних вишукувань. У залежності від довжини траси та складності геологічної будови, характеристики ґрунтів показують або в окремих точках (свердловинах, шурфах), або по всій трасі трубопроводу у вигляді стовпчикових розрізів;
- проєктований трубопровід, оглядові колодязі, арматуру, а також підземні частини будівель і споруд, пов'язаних із проєктованою мережею;
- футляри (захисні кожухи) на ділянках перетину з дорогами чи інженерними мережами із зазначенням їхнього діаметра, довжини та прив'язки до осі дороги або інших об'єктів.

Під профілем розміщують таблицю основних даних для прокладання трубопроводу (Форма 2), у якій подають [37]: пікетажні відстані, відмітки землі та труб, довжини ділянок, діаметри та матеріали труб, ухили, глибину закладання, характер ґрунтів у основі трубопроводу (просадочність, набрякання, корозійна активність тощо).

Допускається доповнення таблиці іншими необхідними відомостями, такими як план траси, схема мережі або спеціальні примітки.

Форма додається у графічній частині дипломного проєкту.

Профілі мереж виконуються у масштабах: по горизонталі – 1:500, 1:1000, 1:2000 або 1:5000 (залежно від протяжності мережі); по вертикалі – 1:100, 1:200 або 1:500.

Прийнятий масштаб обов'язково вказується ліворуч від профілю.

Верхню лінію таблиці (Форми 2) [37] приймають за умовний горизонт, відмітку якого призначають на 8–10 м нижче найменшої відмітки поверхні землі. Такий підхід забезпечує, щоб у межах аркуша профілю розміщувалися всі проєктовані трубопроводи, прокладка яких передбачена відкритим способом.

Відмітки землі на профілі фіксують з точністю до 1 см, довжини ділянок, відстані між колодзями або точками повороту – у метрах з точністю до двох десяткових знаків, відмітки низу труби – у метрах з точністю до трьох десяткових знаків, ухили трубопроводів – у відсотках або проміле.

Поверхню землі між розрахунковими точками допускається зображати прямими лініями, якщо на плані місцевості не спостерігається різко вираженого рельєфу. Геологічні та гідрогеологічні дані наносяться у вигляді стовпчиків із зазначенням типів ґрунтів і глибини залягання ґрунтових вод [37].

Побудову трубопроводу ведуть від умовного горизонту, а не від поверхні землі, щоб уникнути похибок, пов'язаних з неточностями у зображенні рельєфу. Розрахунок профілю починають із диктуючої точки – найнижчої або найвищої точки мережі.

Результати гідравлічних розрахунків (втрати напору, швидкості руху води, ухили) можуть бути додатково наведені безпосередньо на профілі для зручності контролю проектних параметрів.

*Деталювальна схема зрошувальної мережі.* Виконується з метою відображення конструктивних, просторових і технологічних особливостей системи подачі та розподілу зрошувальної води від регулюючого басейну до поливних ділянок. На кресленні подається планова схема розміщення трубопроводів, гідротехнічних споруд, вузлів управління потоком, гідрантів та поливних агрегатів.

*Основні елементи деталювальної схеми.*

На схемі показують такі елементи зрошувальної системи:

- Магістральний трубопровід від насосної станції до розподільної мережі позначається товстою суцільною лінією із зазначенням діаметра (наприклад, Ø500 мм) і матеріалу (ПЕ100, ПВХ, сталь, тощо). Уздовж траси вказуються пікетажні відстані, повороти та місця зміни діаметра;

- Розподільні трубопроводи відходять від магістрального водоводу та забезпечують подачу води до окремих поливних ділянок. Для кожної гілки зазначається довжина, діаметр, тип з'єднань, ухил і напрям руху води. На схемі обов'язково вказуються точки підключення до гідрантів або поливних агрегатів.
- Гідранти та розподільні колодязі позначаються умовними графічними знаками згідно з [38]. Для кожного гідранта проставляється номер, відстань від магістралі, висота установки та діаметр відводу. При необхідності вказуються типи гідрантів та матеріали корпусів.
- Запірна і регулююча арматура (засувки, клапани, дроселі, водоміри) їх розташування показується на кресленні, а також подається у відомості арматури із зазначенням типу, діаметра, умовного тиску та прив'язки до пікету. У місцях розташування засувок передбачаються арматурні колодязі або камери, які показуються у плані та розрізі.

*Відомість елементів зрошувальної мережі.* Під кресленням або на окремому аркуші розміщують таблицю із переліком основних елементів зрошувальної мережі:

*Масштаб і оформлення креслення.* Деталювальну схему виконують у масштабі 1:500 або 1:1000, залежно від площі зрошувальної системи. Усі елементи наносяться умовними знаками згідно [38], а висотні позначки – відповідно до [37].

Під схемою зазначають: масштаб; найменування об'єкта («Зрошувальна мережа господарства "...»); найменування креслення («Деталювальна схема зрошувальної мережі»); номер аркуша та підпис виконавця.

Деталювальна схема зрошувальної мережі виконана у графічній частині проєкту.

#### 4.4 Розподільні та скидні колодязі як елементи гідротехнічних споруд зрошувальної мережі

Гідротехнічні споруди є невід’ємною частиною зрошувальної системи та призначені для забезпечення надійної роботи мережі, регулювання і розподілу води, а також для її відведення у разі необхідності. Вони встановлюються на окремих ділянках трубопроводів, у вузлах розгалуження, на поворотах або в місцях перепаду рельєфу [31].

У межах даного дипломного проекту передбачено влаштування лише розподільних та скидних колодязів, які є основними гідротехнічними спорудами закритої зрошувальної мережі [31, 35]. Відповідно до вимог [31], для трубопроводів діаметром до 600 мм передбачено застосування круглих у плані колодязів, виконаних зі збірних залізобетонних елементів (кілець, плит перекриття та днищ). Такі конструкції забезпечують зручність монтажу, довговічність та герметичність стиків, що є важливим для запобігання фільтраційним втратам і потраплянню забруднень у систему.

Розподільні колодязі призначені для регулювання подачі та розподілу води між окремими ділянками зрошувальної мережі. Їх влаштовують у місцях розгалуження трубопроводів різного порядку, що відходять від магістральних або розподільних ліній.

У колодязях передбачають установлення запірної арматури, яка забезпечує керування потоками води в системі. Конструкції таких колодязів, як правило, типові, виконуються із збірних або монолітних залізобетонних елементів із люками для огляду й технічного обслуговування.

На плані зрошуваної ділянки та на поздовжньому профілі розподільні колодязі позначаються послідовно – Р-1, Р-2 тощо, починаючи від насосної станції. У деяких випадках допускається застосування безколодязних розподільчих вузлів, у яких регулюючу арматуру виносять на поверхню для зручності експлуатації [3].

Скидні колодязі належать до допоміжних споруд зрошувальної мережі. Їх призначення – забезпечити спорожнення трубопроводів під час ремонтних робіт

або на зимовий період. Через скидні колодязі вода відводиться у природні пониження рельєфу, кювети автомобільних доріг або колекторно-дренажну мережу. Спеціальної скидної мережі в системах із закритими трубопроводами зазвичай не передбачають.

На плані скидні колодязі позначаються послідовно від насосної станції – С-1, С-2 тощо. Конструкції таких колодязів виконуються із залізобетонних елементів, що забезпечують герметичність, стійкість до внутрішнього тиску та зручність обслуговування [31].

Таким чином, гідротехнічні споруди, передбачені в межах даного проєкту, представлені розподільними та скидними колодязями, які забезпечують керування рухом води в мережі, її рівномірний розподіл по зрошуваній площі та безпечне спорожнення системи у міжсезонний період.

## 5 ПРОЄКТУВАННЯ ДОРІГ ТА ЛІСОМЕЛІОРАТИВНА ОРГАНІЗАЦІЯ ДІЛЯНКИ ЗРОШЕННЯ

### 5.1 Дороги

На зрошуваних землях автомобільні дороги класифікують на три основні категорії: міжгосподарські, внутрішньогосподарські та польові [31]. У межах проєкту зрошувального масиву передбачається прокладення лише польових і експлуатаційних доріг, призначених безпосередньо для обслуговування меліоративної мережі [39].

Польові дороги забезпечують під'їзд до кожного поля сівозміни та з'єднання із найближчими міжгосподарськими шляхами, тоді як експлуатаційні дороги призначені для проведення ремонтно-обслуговчих робіт на трубопроводах і гідротехнічних спорудах [31, 39].

Проектування маршрутів доріг здійснюють, уздовж розподільних і польових трубопроводів, а також уздовж поливних ділянок. Польові дороги можуть бути постійними або тимчасовими, з одно- чи двоскатним поперечним профілем і нахилом 3–5 %. Ширина земляного полотна польових та експлуатаційних доріг приймається рівною 5,0 м [31].

Для відведення поверхневих вод і захисту полотна від затоплення влаштовують кювети трапецеїдального трикутного перерізу глибиною 0,5–0,6 м. Поздовжній ухил дороги становить не більше 9–10 %, але не менше 0,3 % для забезпечення водовідведення з кюветів [39].

У межах розрахункової зрошувальної ділянки, призначеної під дощувальні машини типу «Фрегат», передбачено польові дороги навколо кожного поля загальною довжиною 10,7 км. При ширині дороги 6,5 м площа займає 6,97 га. Також запроєктовано експлуатаційні дороги, що переорюються, загальною довжиною 2,68 км і шириною 3 м, що становить 0,80 га.

## 5.2 Лісомеліоративна організація території

Для підвищення стійкості агроландшафтів і захисту зрошуваних земель від ерозійних процесів передбачають захисні лісові насадження: полезахисні, водоохоронні, ґрунтозахисні та озеленювальні [40].

Полезахисні лісосмуги розміщують у двох взаємно перпендикулярних напрямках:

поздовжні (основні) – поперек переважаючих вітрів, які викликають суховії, пилові бурі або заметілі;

поперечні (допоміжні) – перпендикулярно до основних.

У степовій зоні України переважають східні й південно-східні вітри, тому основні лісосмуги проектують із півночі на південь, а допоміжні – зі сходу на захід [40].

Поля сівозміни бажано розташовувати довгими сторонами поперек напрямку панівних вітрів або з відхиленням не більше  $30^\circ$ . Площа лісосмуг має становити не менше 4 % площі зрошуваного масиву, а відстань між основними смугами – 500–900 м (на піщаних ґрунтах – до 1 000 м) [40].

На зрошуваних степових територіях висаджують 7–10 рядів дерев із відстанню між рослинами в ряду 0,7–1,0 м і між рядами 2,5–3,0 м. Вздовж закритих трубопроводів лісосмуги розміщують не ближче ніж 2 м від траси мережі [40].

У даному проєкті навколо кожного поля під дощувальні машини «Фрегат» передбачено лісосмуги загальною довжиною 10,70 км. За середньої ширини смуги 12,5 м площа насаджень становить 13,4 га, що складає 2,8 % загальної площі масиву. Хоча це менше рекомендованого мінімуму, такий показник допускається за умов обмеженого землекористування [40].

## 6. ДРЕНАЖ. РОЗРАХУНОК І КОНСТРУКЦІЯ

### 6.1 Прогноз рівня ґрунтових вод

Проектування дренажних систем ґрунтується на визначенні параметрів, що забезпечують оптимальний водно-повітряний режим у ґрунтовому профілі. Розрахунок виконується на основі рівняння водного балансу ґрунтових вод, що дає змогу кількісно оцінити складові притоку та відтоку вологи в системі. Отримані результати використовуються для встановлення навантаження на дренаж і виконання прогнозу рівня ґрунтових вод у середньорічних умовах експлуатації меліорованих територій.

«Розрахунок параметрів дренажної системи виконується на основі рівняння водного балансу ґрунтових вод

$$\Delta W_{sw} = (V_{q,sw} - V_{\tilde{q},sw}) + V_l \pm V_v \mp V_{v,a} - W, \quad (6.1)$$

де  $\Delta W_{sw}$  – зміна запасів ґрунтових вод, м<sup>3</sup>/га;  $(V_{q,sw} - V_{\tilde{q},sw})$  – відповідно притік і відтік ґрунтових вод із зовні, м<sup>3</sup>/га;  $V_l$  – фільтраційні втрати зрошувальної води із мережі каналів і трубопроводів, м<sup>3</sup>/га;  $V_v$  – вертикальний вологообмін балансового шару ґрунту з нижчерозташованими водоносними горизонтами (підживлення ґрунтових вод напірними підземними водами або перетікання ґрунтових вод вниз), м<sup>3</sup>/га;  $V_{v,a}$  – вертикальний водообмін між водами зони аерації і ґрунтовими водами, м<sup>3</sup>/га;  $W$  – об'єм дренажного стоку (навантаження на дренаж), м<sup>3</sup>/га.»

Для прогнозних розрахунків і визначення параметрів дренажної системи із рівняння (6.1) необхідно встановити навантаження на дренаж та окремі його складові.

У розрахунках, що виконуються для середньорічних умов багаторічного періоду, допускається приймати  $\Delta W_{sw} = 0$ .

Якщо меліорована територія розташована на **вододілі**, то також можна прийняти  $V_{q,sw} = 0$ .

Для **засолених земель**, які характеризуються слабкою водопроникністю, допускається приймати  $V_{\tilde{q},sw} = 0$ .

У такому випадку рівняння балансу спрощується до вигляду

$$W = V_l \pm V_{v,a} \mp V_v \quad (6.2)$$

Втрати на фільтрацію з каналів і трубопроводів визначають за результатами натурних спостережень на зрошуваних землях, за даними об'єктів-аналогів або гідродинамічними розрахунками. За відсутності таких даних величину, і з урахуванням, що наша мережа представлена системою закрититих підземних трубопроводів, втрати води на фільтрацію розраховуємо через коефіцієнт корисної дії (ККД) внутрішньогосподарської зрошувальної мережі за формулою:

$$V_l = \frac{1-\eta}{\eta} M \quad (6.3)$$

де  $\eta$  – ККД ЗЗМ;  $M$  – зрошувальна норма з врахуванням промивного режиму,  $\text{м}^3/\text{га}$

Величину  $M$  приймаємо із розрахунків у розділі 3 із врахуванням втрат води на випаровування ( $10\% - 2630 \cdot 0,1 = 263 \text{ м}^3/\text{га}$ ) і додаткової кількості води на

промивний режим (5 % від сумарного випаровування –  $4160 \cdot 0,05 = 208 \text{ м}^3/\text{га}$ ).

Тоді для розглянутого проєктного прикладу

$$M = 2630 + 263 + 208 = 3101 \frac{\text{м}^3}{\text{га}}$$

При ККД зрошувальної мережі  $\eta = 0,98$ , фільтраційні втрати складуть

$$V_l = \frac{1 - 0,98}{0,98} \cdot 3101 = 63 \text{ м}^3/\text{га}$$

У разі відсутності експериментальних або літературних даних щодо вертикального водообміну між водами зони аерації та ґрунтовими водами, його можна визначити за емпіричною залежністю:

$$V_{v,a} = \varphi \cdot M, \quad (6.4)$$

$\varphi$  – безрозмірний коефіцієнт, який характеризує інтенсивність вертикального водообміну й залежить від меліоративно-гідрологічних умов території; зазвичай  $\varphi$  змінюється в межах 0,05–0,25, а в окремих випадках може досягати 0,35 і більше [31, 35].

Розрахункове значення коефіцієнта  $\varphi$  визначають на основі досвіду експлуатації зрошуваних масивів, що перебувають в аналогічних природно-господарських умовах. При дощуванні втрати води на інфільтрацію складають приблизно 0,1 – 0,2 [31].

Для розглянутого прикладу приймаємо  $\varphi = 0,1$ , тоді величина вертикального водообміну становить  $310 \text{ м}^3/\text{га}$ .

Відповідно до рівняння водного балансу (6.2), об'єм дренажного стоку (навантаження на дренаж) визначається як

$$W = 63 + 310 + 0 = 373 \frac{\text{м}^3}{\text{га}}$$

Річний прибуток рівня ґрунтових вод обчислюємо за формулою:

$$\Delta h = \frac{W}{10000 \cdot \mu}, \quad (6.5)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт водовіддачі (коефіцієнт недостатку насичення) ґрунтів зони аерації, який залежить від їхнього механічного складу [31, 35].

Для чорноземів звичайних важкосуглинкових приймається  $\mu = 0,07$ , отже:

$$\Delta h = \frac{373}{10000 \cdot 0,07} = 0,53 \text{ м.}$$

Критична глибина залягання ґрунтових вод – це межа, вище якої у ґрунті починається накопичення водорозчинних солей у шкідливих концентраціях [35]. Її величина залежить від мінералізації підземних вод, механічного складу ґрунту та його структури.

Академік О.М. Костяков запропонував емпіричну залежність між глибиною залягання ґрунтових вод і їх мінералізацією [30, 34]. Так, при мінералізації 3,8 г/л критична глибина становить  $H_{кр} = 2,6$  м.

Час, через який рівень ґрунтових вод досягне критичної глибини, визначається за формулою

$$t_{кр} = \frac{H_{поч} - H_{кр}}{\Delta h}, \quad (6.6)$$

де  $H_{поч}$  – початковий рівень ґрунтових вод, м. За даними наведеними у п.1.3 складає 4,5 м.

Для розглянутого прикладу маємо

$$t_{кр} = \frac{4,5 - 2,6}{0,53} = 3,6 \text{ років.}$$

Отже, за 3,6 років рівень ґрунтових вод підніметься до критичної глибини. Для запобігання вторинному засоленню та водозаболочуванню необхідно передбачити влаштування дренажної системи для стабілізації водного режиму ґрунтів.

## 6.2 Обґрунтування і розрахунок дренажу зрошуваної території

Територія розміщена на надзаплавній терасі річки Суха Сура, що означає підвищену ймовірність надходження поверхневих і ґрунтових вод з прилеглих площ у період паводків чи підйому рівня води в річці. В таких умовах ефективним є застосування ловчих систем горизонтального дренажу [31, 34].

На зрошуваних землях надлишок вологи чи підйом рівня ґрунтових вод (РГВ) веде до зниження врожайності, перезволоження, вторинного засолення. За оцінками, один із ключових заходів – систематичний дренаж, особливо на безстічних чи з малим природним стоком територіях [41]. Проте, на площі 435,2 га створення системи дренажу лише внутрішнього (систематичного) може бути складним і дорогим. Ловчий дренаж на межі зони дозволяє максимально перехопити стороннє надходження води, тим самим зменшуючи навантаження на внутрішню систему і економічно оптимізуючи конструкцію.

Отже, з урахуванням геологічно-гідрогеологічної ситуації (надзаплавна тераса річки Суха Сура), масштабу площі (435,2 га), агрономічних ризиків (підйом ґрунтових вод, підтоплення) і технічних норм, доцільно застосувати головний (ловчий) горизонтальний дренаж вздовж межі масиву, який перехоплюватиме ґрунтові води з боку річки/тераси і відведе їх у водоприймач - річку Суха Сура. Це сприятиме підтриманню належного меліоративного стану та забезпечить ефективність зрошення.

Розрахунком одиночної ловчої дрени обчислюється величина пониження підземних вод вище і нижче її (рис 6.1) розрахунок ведемо у такій послідовності.

1. Визначаємо значення дальності осушувальної дії дрени на ділянках праворуч і ліворуч від неї

$$l_{b,1} = 1,5 \cdot \sqrt{S_d \cdot \frac{l_d}{i_1}}; l_{b,2} = 0,5 \cdot \frac{S_d}{i_2}, \quad (6.7)$$

де  $S_d$  – пониження рівня підземних вод над дренаю, м;

$l_{b,1}; l_{b,2}$  довжина ділянок осушувальної дії дрени відповідно праворуч і ліворуч від неї;

$l_d$  – довжина дрени, м;

$i_1; i_2$  – похили потоку підземних вод відповідно праворуч і ліворуч від дрени у природніх умовах.

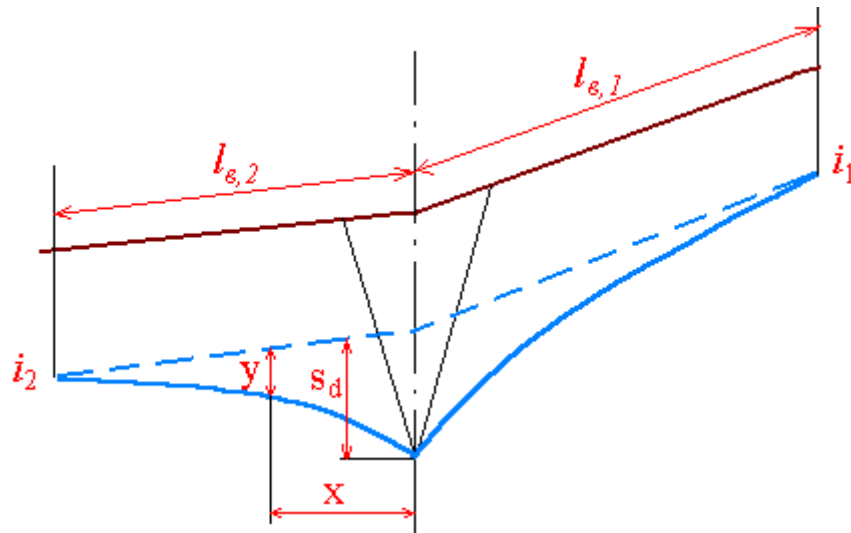


Рисунок 6.1 – Розрахункова схема ловчого дренажу

- Визначаємо координати  $\underline{x}_1$  і  $\underline{z}_1$  (праворуч від дрени);  $\underline{x}_2$  і  $\underline{z}_2$  (ліворуч від дрени)

$$\bar{x}_1 = \frac{x}{l_{b,1}}; \quad \bar{z}_1 = \frac{z}{l_{b,1}}; \quad \bar{x}_2 = \frac{x}{l_{b,2}}; \quad \bar{z}_2 = \frac{z}{l_{b,2}}, \quad (6.8)$$

де  $x; z$  - відстань від дрени до розрахункового перерізу, м;

- Знаходимо функцію  $\underline{y}(\underline{x}; \underline{z})$  за графіком 10.2 [42].
- Визначаємо пониження рівня підземних вод на відстані від дрени

$$y = S_d \cdot \alpha \cdot \bar{y} \quad (6.9)$$

де – коефіцієнт. Визначаємо за відповідною формулою

$$\alpha_1 = \frac{1}{1 + \frac{h}{l_{d,1}} A_\alpha}; \quad \alpha_2 = \frac{1}{1 + \frac{h}{l_{d,2}} A_\alpha}, \quad (6.10)$$

Де А - параметр, приймаємо за табл. 10.1 [42]. У попередніх розрахунках допускається приймати рівним 1.

5. Притік до ловчої дрени визначаємо за формулою

$$q = kS_d \left( \frac{\alpha_1}{l_{d,1}} + \frac{\alpha_2}{l_{d,2}} \right) \quad (6.11)$$

В цьому дипломному проєкті проєктуємо три ловчі дрени. Вихідні дані до розрахунків наступні: розрахункова глибина пониження підземних вод 1,1 м, водотрив залягає на глибині 10 м, коефіцієнт фільтрації водовміщуючої породи – 2,5 м/доб, приведений діаметр дрени 100 мм; 1-Др – довжина 1360 м, похили потоку підземних вод від дрени праворуч – 0,003, ліворуч 0,002; 2-Др – довжина 800 м, похили потоку підземних вод від дрени праворуч – 0,007, ліворуч 0,003; 3-Др довжина – 2150 м, похили потоку підземних вод від дрени праворуч – 0,004, ліворуч 0,006.

Розрахунок дренажу проведено із допомогою програмного комплексу САПР. В результаті розрахунків наведено у табл.6.1.

Таблиця 6.1 – Результати розрахунку дренажу

| Дрена | Дальність осушувальної дії дрени |         | Притік до ловчої дрени, м/доб | Витрата дрени, л/с | Довжина дрени, м |
|-------|----------------------------------|---------|-------------------------------|--------------------|------------------|
|       | праворуч                         | ліворуч |                               |                    |                  |
| 1-Др  | 1059                             | 275     | 0,012                         | 0,19               | 1360             |
| 2- Др | 532                              | 183     | 0,018                         | 0,17               | 800              |
| 3-Др  | 1153                             | 91,7    | 0,027                         | 0,66               | 2150             |

## 7. ОРГАНІЗАЦІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ

### 7.1 Визначення об'ємів будівельно-монтажних робіт

Розрахунок об'ємів земляних робіт є важливим етапом проектування меліоративних та гідротехнічних споруд. Він дає змогу визначити кількість ґрунту, що підлягає виїмці та насипу, оптимізувати технологію виконання робіт і оцінити трудові та матеріальні витрати. Отримані результати використовуються для складання календарного плану будівництва, визначення потреб у техніці, паливі й матеріалах, а також для формування кошторисної вартості об'єкта.

Глибина прокладання  $h_{тр}$  залежить від умов промерзання ґрунту та необхідності захисту труби від зовнішніх навантажень. Для закритих зрошувальних мереж вона зазвичай становить 1,0–1,25 м, що забезпечує стабільність основи і мінімальні деформації.

Розрахунок позначок дна траншеї

$$V_{\text{дна траншеї}} = V_{\text{пов. землі}} - h_{\text{тр}} - D, \quad (7.1)$$

де  $D$  – зовнішній діаметр трубопроводу.

Позначки конструктивних елементів трубопроводу. Визначаються залежно від розрахункових похилів, діаметра труб і прийнятої глибини закладання. При цьому необхідно уникати зворотних або нульових похилів, у яких може накопичуватися вода. Якщо ж це неможливо, слід застосовувати мінімальний похил 0,0005.

Споруди для обслуговування мережі. У нижніх точках профілю передбачають пристрої для зливу води, а у верхніх – вантузи для випуску повітря.

Ширина траншеї по дну. Приймається залежно від діаметра трубопроводу.

*Земляні роботи.*

Першим етапом будівництва зрошувальної чи дренажної мережі є зняття родючого шару ґрунту вздовж осі трубопроводу. Роботи виконуються бульдозером. Об'єм знятого шару обчислюють за формулою:

$$V_{p.g} = L \cdot B_{p.g} \cdot t_{p.g}, \quad (7.2)$$

де  $L$  – довжина трубопроводу, в даному випадку  $L_{зрош}^{тр} = 9565$  м,  $L_{др}^{тр} = 4310$  м;

$B_{p.g}$  – ширина полоси зрізання,  $B_{p.g}^{зрош} = 12$  м,  $B_{p.g}^{др} = 12$  м;

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

В даному випадку для зрошувального і дренажного трубопроводів отримаємо

$$V_{p.g}^{зрош} = 9565 \cdot 12 \cdot 0,3 = 49950 \text{ м}^3.$$

Для забезпечення самопливного руху води у зрошувальному трубопроводі та вільного стоку дренажних вод виконується планування трас із дотриманням проектних похилів: для зрошувальної мережі –  $i_{зрош} = 0,001$ ; для дренажної –  $i_{др} = 0,003$ .

Планування здійснюється на площі:

$$F_{пл} = L \cdot B_{об}, \quad (7.3)$$

де  $B_{об}$  – ширина відвалу бульдозера,  $B_{об} = 4$  м.

Для конкретних умов маємо:

$$F_{пл}^{зрош} = 9565 \cdot 4 = 38260 \text{ м}^2,$$

$$F_{пл}^{др} = 4310 \cdot 4 = 15516 \text{ м}^2.$$

*Об'єм розробки ґрунту екскаватором.* Земляні роботи з розробки траншей виконуються одноківшовим екскаватором типу “зворотна лопата”.

Об'єм ґрунту визначається формулою:

$$V = (B + m \cdot H) H \cdot L, \quad (7.4)$$

де  $B$  – ширина траншеї по дну, м;

$m$  – коефіцієнт закладення відкосів траншеї;

$H$  – глибина траншеї, м.

Ширину траншеї приймають за нормами [43] і для зрошувального трубопроводу вона складе

$$B_{\text{зрош}} = 0,5 + 0,8 = 1,3 \text{ м},$$

ширина траншеї під дренаж складає  $B_{\text{др}} = 0,7$  м.

Стінки траншеї коефіцієнт закладення відкосів – 0,25.

*Визначення глибини траншеї.* Глибина траншеї обчислюється за виразом:

$$H = D + h_{\text{пр}}, \quad (7.5)$$

де  $D$  – діаметр трубопроводу, м;

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

Для заданих умов

$$H = 0,5 + 1,1 = 1,6 \text{ м}.$$

*Об'єм розробки ґрунту в траншеї.* Загальний об'єм розробки траншеї визначаємо за формулою (7.4)

$$V_{\text{зрош}} = (1,3 + 0,25 \cdot 1,6) \cdot 1,6 \cdot 9565 = 26016,8 \text{ м}^3,$$

$$V_{\text{др}} = (0,7 + 0,5 \cdot 3,5) \cdot 3,5 \cdot 4310 = 36958,3 \text{ м}^3.$$

Частину робіт виконують вручну для підготовки основи під укладання труб на непорушене дно траншеї. Об'єм ручної розробки визначається:

$$V = L \cdot B \cdot t_{\text{руч}}, \quad (7.6)$$

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

Отже:

$$V_{\text{руч}} = 9565 \cdot 1,3 \cdot 0,1 = 1243 \text{ м}^3.$$

Об'єм механізованої розробки

Об'єм ґрунту, який розробляється екскаватором:

$$V_{\text{мех}} = V_{\text{зрош}} - V_{\text{руч}}. \quad (7.7)$$

Тобто,

$$V_{\text{мех}} = 16300 - 1020 = 15280 \text{ м}^3.$$

Об'єм зворотної засипки траншей. Загальний об'єм зворотної засипки визначається формулою:

$$V_{\text{зз}} = V_{\text{тр}} + V_{\text{пр}} + V_{\text{кк}}, \quad (7.8)$$

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

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

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

Для розглянутого випадку- зрошувальна мережа

$$V_{зз} = 34434 \text{ м}^3$$

Усі розрахунки об'ємів земляних і монтажних робіт наведено у таблиці 7.1, де підсумовано показники для зрошувальної та дренажної мереж.

Таблиця 7.1 – Відомість об'ємів земляних і монтажних робіт по будівництву системи зрошення

| Найменування будівельного процесу                  | Одиниця виміру | Кількість для       |                  |
|--|----------------|---------------------|------------------|
|  |                | зрошувальної мережі | дренажної мережі |
| Зрізання рослинного шару ґрунту з траси траншеї    | м <sup>3</sup> | 34434               | 17240            |
| Планування траси траншеї під проектний похил 0,001 | м <sup>2</sup> | 38260               | 15516            |
| Розробка ґрунту в траншеї: всього                  | м <sup>3</sup> | 26016,8             | 36958,3          |
| в т.ч. механічним способом                         | м <sup>3</sup> | 24773,35            | 36958,3          |
| вручну   | м <sup>3</sup> | 1243,45             | -                |
| Розробка ґрунту в котлованах під колодязі          | м <sup>3</sup> | 500                 | 160              |
| Укладка труб: поліетиленові                        |                |                     |                  |
| Ø 315 мм   | м              | 7625                | -                |
| Ø 400 мм   | м              | 815                 | -                |
| Ø 500 мм   | м              | 1125                | -                |
| Дренажних труб: ПВХ Ø 150 мм                       | м              | -                   | 4310             |
| Монтаж оглядових колодязів                         | шт             | 4                   | 5                |
| Монтаж засувок                                     | шт             | 3                   | -                |
| Обсипка дренажних труб гравійно-піщаним фільтром   | м <sup>3</sup> | -                   | 175              |
| Часткова засипка траншеї ґрунтом                   | м <sup>3</sup> | 11382,35            | -                |
| Зворотна засипка траншеї ґрунтом                   | м <sup>3</sup> | 15134,45            | 37118,3          |
| Монтаж: гідрантів                                  | шт             | 53                  | -                |
| вантузів   | шт             | 4                   | -                |
| дренажних гирл                                     | шт             | -                   | 3                |
| Відновлення рослинного шару ґрунту                 | м <sup>3</sup> | 34434               | 17240            |

## 7.2 Вибір комплекту машин

Комплект машин і механізмів формується відповідно до виду робіт, що виконуються під час будівництва зрошувальних та дренажних мереж. Основними видами робіт є: планування і розчищення поверхні траси; розроблення траншей і котлованів; засипання траншей після укладання трубопроводів.

Для виконання зазначених операцій застосовують бульдозери, встановлені на гусеничному або пневмоколісному шасі. У даному проєкті для планувальних робіт прийнято екскаватор-бульдозер ТВЕК-ЕК-8.

Ця машина забезпечує ефективне зрізання та переміщення ґрунту при підготовці траси, а також зворотню засипку траншей після монтажу труб.

Машини для розроблення траншей і котлованів

Для земляних робіт, пов'язаних із розробленням траншей під трубопроводи та котлованів під колодязі, застосовують екскаватори на пневмоколісному шасі. Такі машини мають високу маневровість і зручні для роботи в обмежених умовах будівельного майданчика.

Перед вибором конкретної моделі виконується розрахунок основних параметрів екскаватора, необхідних для забезпечення заданих обсягів і глибини розробки траншей.

Визначення параметрів екскаватора

Одним із ключових показників є максимальний радіус копання, який визначає зону роботи машини та можливість виконання заданого профілю траншеї. Його розрахунок виконується за технічними даними виробника екскаватора або за формулою, що враховує геометрію робочого обладнання та глибину розробки.

Максимальний радіус копання  $R_{\max}$  складе

$$R_{\kappa} = \frac{BPV}{2} + 1,5, \quad (7.9)$$

де  $BPV$  – ширина поверху траншеї до умовної осі екскаватора.

$$H_{\kappa} = h_{\tau} + 0,2, \quad (7.10)$$

де  $h_t$  – глибина траншеї;

0,2 – відстань від рівня стоянки крана до підвіски стріли екскаватора.

Тоді

$$H_k = 1,8 + 0,2 = 2 \text{ м.}$$

Максимальний радіус розвантаження ґрунту  $R_p=4$  м. Таким вимогам відповідають марки екскаваторів ЄО-1624А і ТВЕК-ЕК-8.

Для виконання земляних і монтажних робіт на об'єкті приймаємо пневмоколісний екскаватор ТВЕК-ЕК-8, який використовується як для розробки ґрунту, так і для планувальних робіт.

Основні технічні характеристики екскаватора:

Максимальний радіус копання  $R_{max} = 5$  м;

Глибина копання  $h_k = 3$ ;

Місткість ковша  $V_{ков} = 0,25 \text{ м}^3$ ;

Кут повороту стріли –  $90^\circ$ ;

Максимальна висота розвантаження – 2,2 м;

Маса машини – 6,3 т.

Для монтажу збірних елементів колодязів застосовуються монтажні крани. Вибір відповідної моделі виконується на основі розрахунку її основних параметрів: вантажопідйомності; висоти підйому гака; вильоту гака.

а) Вантажопідйомність крана

Визначається за формулою

$$Q_{кр} = Q_{me} + Q_{oc}, \quad (7.11)$$

де  $Q_{me}$  – маса монтажного елемента, кг (найважчого серед встановлюваних);  $Q_{oc}$  – маса монтажно-захватного пристрою, при використанні чотиригілкових стропів складає 0,045т.

Для даного випадку:

$$Q_{кр} = 0,6 + 0,045 = 0,645 \text{ т.}$$

б) Висота підйому гака

У нашому випадку висоту підйому гака не визначаємо, оскільки всі монтажні роботи виконуються з рівня стоянки крана.

в) Виліт гака

Розраховується за формулою:

$$L_{кр} = \frac{c}{2} + a + b, \quad (7.12)$$

де  $c$  – база крана, м;  $a$  – відстань від шасі до бровки траншеї, м;  $b$  – відстань від бровки до осі елемента, що встановлюється, м.

$$b = \frac{b_k + 2mh_k}{2}. \quad (7.13)$$

В нашому випадку

$$b = \frac{5,9 + 2 \cdot 0,5 \cdot 1,8}{2} = 3,85 \text{ м.}$$

Маємо

$$L_{кр} = 3/2 + 1,5 + 3,85 = 6,85 \text{ м.}$$

За отриманими даними проводимо порівняння кранів (табл.7.2).

Таблиця 7.2 - Порівняння варіантів монтажних кранів

| Параметри |          | Марка крану | Робочі характеристики |          |
|-----------|----------|-------------|-----------------------|----------|
| $Q_{кр}$  | $L_{кр}$ |             | $Q_{кр}$              | $L_{кр}$ |
| 0,645     | 5,93     | КС-55712    | 6,3                   | 8        |
| 0,645     | 5,93     | КС-35709    | 7,5                   | 8,5      |

За результатами техніко-економічного порівняння оптимальним є автомобільний кран КС-53712, який забезпечує достатню вантажопідйомність і радіус дії.

В цілому комплект машин, механізмів і інструменту зводимо в табл.7.3.

Таблиця 7.3 - Зведена відомість будівельних машин, механізмів

| Найменування          | Марка          | Кількість | Примітка               |
|-----------------------|----------------|-----------|------------------------|
| 1. Бульдозер          | Komatsu D41P-6 | 1         | поворотний тип відвалу |
| 2. Екскаватор         | ТВЕК-ЕК-8      | 1         | зворотна лопата        |
| 3. Кран автомобільний | КС-53712       | 1         | Q=0,645 т              |
| 4. Трамбівка          |                | 1         | ручна                  |
| 5. Рулетка            | P-20           | 1         | сталева                |
| 6. Теодоліт           |                | 1         |                        |
| 7. Нівелір            | 2Т5КП          | 1         |                        |
| 8. Метр складний      | NN-3           | 2         | металевий              |
| 9. Лопата копальна    |                | 2         |                        |
| 10. Лопата совкова    |                | 2         |                        |
| 11. Віха              |                | 15        | дерев'яна              |

Для виконання комплексу робіт з будівництва зрошувальної та дренажної мереж передбачається використання таких основних машин і приладів: екскаватор ТВЕК-ЕК-8 (61,1 кВт) на пневмоколісному шасі; Бульдозер Komatsu D41P-6 (79 кВт); дреноукладчик ЕТЦ-406; автомобільний кран КС-55712 «Броварчанець».

Для геодезичного забезпечення робіт застосовуються теодоліт і нівелір, що дає змогу точно витримати проектні відмітки і положення трубопроводів.

### 7.3 Технологічний процес будівництва закритої зрошувальної мережі

Відповідно до вимог [44], під час будівництва трубопроводів для замкнутої зрошувальної системи необхідно виконати комплекс основних будівельно-монтажних робіт. До них належать: геодезичне винесення трас у природу; підготовка території під будівництво; доставка матеріалів і обладнання; зняття та складування родючого шару ґрунту; вирівнювання траси; розробка траншей під трубопроводи;

монтаж труб і фасонних деталей з арматурою; попередні випробування змонтованих ділянок; зворотне засипання траншей; остаточне гідравлічне випробування системи; встановлення гідрантів; повернення родючого шару ґрунту на місце.

### 7.3.1. Підготовчі роботи

Підготовчі заходи передбачають розчищення траси трубопроводу від дерев, чагарників і пеньків із застосуванням відповідної техніки: бульдозерів, корчувачів, кущорізів тощо.

Перед безпосереднім початком будівництва необхідно виконати планування території майбутньої зрошувальної мережі.

Планування здійснюється бульдозером, який знімає родючий шар із тальвегів та схилів балок і переміщує його на відстань 50–70 м, після чого ґрунт повертають на місце після завершення засипки.

Ґрунт під насип розпушується на глибину до 35 см. Мінеральний матеріал, знятий зі схилів, пересувають бульдозером на 30–80 м для засипання балок, а частину використовують для спорудження протиерозійних валів. Після засипки виконується остаточне вирівнювання поверхні – бульдозер проходить ділянку двічі на довжині ходу до 100 м.

Роботи зі зрізання родючого шару виконуються бульдозером типу ТВЕК-ЕК-8. Відстань переміщення залежить від взаємного розташування виїмок і насипів. Ґрунт укладається з одного боку траншеї, залишаючи іншу сторону вільною для монтажних робіт (рис.4.1).

Зрізання виконується поперечними проходами бульдозера з відкиданням ґрунту на 10 м убік. Після кожного проходу машина повертається заднім ходом для набору нової порції ґрунту. Глибина зняття родючого шару становить близько 0,5 м і досягається за два проходи по одному сліду.



Рисунок 7.1 – Траса трубопроводу зі знятим рослинним ґрунтом

### 7.3.2 Планування траси трубопроводів

Планування поверхні під трасу трубопроводу виконується бульдозером ТВЕК-ЕК-8, який рухається вздовж осі траншеї за круговою схемою з робочими проходами в обох напрямках.

Рациональне використання меліорованих земель можливе лише за умови проведення якісного планування. Вирівняна поверхня сприяє рівномірному зволоженню, запобігає ерозії та забезпечує ефективну роботу сільськогосподарської техніки.

Планування земель – це інженерний процес, який полягає у зрізанні та підсиранні ґрунту для усунення природних і штучних нерівностей. До вирівняної поверхні висуваються такі вимоги:

- забезпечення сталого ухилу для рівномірного зрошення та запобігання змиву;

- допустиме відхилення від горизонталі не більше  $\pm 5$  см (оптимально  $\pm 2-3$  см);
- збереження родючого шару товщиною не менше 10–15 см.

Обсяг земляних робіт залежить від способу планування та коливається в межах 200–2500 м<sup>3</sup>/га, а відстань переміщення ґрунту – від 20 до 200 м.

Капітальне планування проводять на основі проєкту, складеного за матеріалами топографічної зйомки. До складу робіт входять: очищення території від каміння, кущів і пеньків; винесення меж у натуру; засипання ям і старих каналів; розпушування щільних ділянок; переміщення ґрунту з підвищень у пониження; оранка та остаточне вирівнювання поверхні.

Зрізання і підсипання виконують лише там, де нерівності перевищують 5 см. Для цього застосовують різні механізми:

- при невеликих об'ємах робіт – бульдозери з переміщенням до 60 м;
- при більших відстанях – скрепери;
- для остаточного вирівнювання – причіпні грейдери або планувальники, ефективні при товщині шарів до 30 см.

Планування слід проводити за оптимальної вологості ґрунту, не допускаючи налипання на робочі органи. На ділянках із легковидувними ґрунтами необхідно здійснювати зволоження для запобігання утворенню пилу.

Транспортування труб, матеріалів та обладнання. Для перевезення труб, будівельних матеріалів і комплектуючого обладнання від місць виготовлення до ділянки будівництва зрошувальної системи передбачено використання вантажних автомобілів марок MAN TGS 18.400 та Volvo FMX 400.

У конструкції трубовозів передбачені змінні опорні підкладки, які дозволяють швидко переналаштовувати платформу під труби різного діаметра. Також застосовуються гнучкі прокладки, що унеможливають контакт труб між собою та запобігають пошкодженню поверхні під час транспортування.

#### 7.3.4. Розробка ґрунту під траншеї трубопроводів

Земляні роботи при спорудженні траншей виконуються відповідно до проектних параметрів поперечного профілю траси. Для риття траншей прямокутного перерізу застосовується роторний екскаватор ТВЕК-ЕК-8, який розробляє ґрунт нижче рівня стояння, працюючи у напрямку «на себе». Розробка здійснюється позовжніми проходами вздовж осі траншеї, при цьому ґрунт відкидається в одну сторону. Контроль за відмітками дна виконується за допомогою рейок та візирок.

Екскаватор формує виїмку необхідних розмірів за один прохід, одночасно виконуючи процеси копання, транспортування й розвантаження ґрунту. Для остаточного профілювання дна траншеї, відповідно до проекту, застосовується спеціальне обладнання.

Підготовка основи під укладання труб здійснюється поетапно: спочатку екскаватором вибирається траншея на глибину довжини однієї труби, після чого землекопи вручну доводять дно до проектної глибини та формують ложе з заданим ухилом.

Перед початком земляних робіт виконують інструментальну розбивку осі та поперечного профілю траншеї, визначають межі відвалів ґрунту, майданчики для складування труб і зони руху техніки. На прямих ділянках поперечники розмічають через кожні 50 м, а на поворотах – через 20 м, закріплюючи їх дерев'яними кілками. Вісь траншеї позначається віхами висотою 2–2,5 м. Вздовж брівки через 50 м встановлюються візирки з робочими позначками глибини розробки.

Ширина траншеї визначається проектом, а за його відсутності – з урахуванням діаметра труб, матеріалу, типу з'єднання та способу монтажу. Мінімальна безпечна ширина траншеї складає 0,7 м. Для зручності монтажу та ізоляції стиків у дні траншеї влаштовують приямки, які копають безпосередньо перед укладанням труб. Їх глибина становить 0,2–0,7 м, довжина – 0,3–1,0 м, ширина відповідає ширині траншеї.

Траншеї завглибшки до 1,5 м та шириною до 1,2 м розробляють екскаватором, обладнаним пристроєм для формування ложа і приямків під стики. Якщо глибина перевищує 1,5 м, використовують одноковшові екскаватори з оберненою лопатою та ємністю ковша 0,4–0,65 м<sup>3</sup>.

У стабільних ґрунтах траншеї глибиною до 1,5 м зазвичай мають вертикальні стінки з ухилом  $m = 0,5$ . Без кріплень у суглинках і глинах м дозволяється розробка траншей глибиною не більше - 1,5 м.

Необхідність кріплення стінок визначається умовами ґрунту, наявністю ґрунтових вод і глибиною траншеї. У нестійких або зволжених ґрунтах кріплення обов'язкове.

Відвали мінерального ґрунту розташовують переважно з нагірної сторони, щоб уникнути потрапляння поверхневих вод у траншею. Родючий шар складують з протилежного боку.

Допускається недобір ґрунту на дні траншеї до 10–15 см – при використанні одноковшових машин.

Порушення природної структури ґрунту основи не допускається. Якщо утворено перебір, його ліквідують пошаровим підсипанням піску, щебеню чи місцевого ґрунту з ретельним ущільненням шарів товщиною не більше 0,1 м.

Після завершення розробки траншеї майстер або геодезист перевіряє позначки дна, ухил та якість основи. Приймання робіт оформлюється актом на закритті роботи за участі представника замовника.

### 7.3.5 Монтаж трубопроводу

Монтаж трубопроводів здійснюється відповідно до вимог [44].

При укладанні тонкостінних сталевих труб із захисним антикорозійним покриттям виконуються такі технологічні операції:

- розкладання труб уздовж траншеї;
- стропування та опускання їх у траншею;

- центрівка труб і прихоплення зварним швом;
- повне електродугове зварювання стиків;
- додаткова ізоляція зварних з'єднань.

Суцільні нитки полімерних труб розташовують на бровках траншей, після чого опускають в траншею з допомогою кількох кранів-трубоукладальників.

Зварювання стиків повинно проводитись безперервно до повного завершення процесу.

Згідно з вимогами [45], стики поліетиленових труб з'єднуються методом зварювання нагрівальним інструментом встик (рис. 7.2 та рис. 7.3). Процес допускається при температурі навколишнього повітря від  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Цей метод є найпоширенішим при будівництві поліетиленових трубопроводів, зокрема зрошувальних і газових мереж, оскільки він простіший у виконанні, економічно вигідніший та не потребує використання дорогих фасонних деталей, як у випадку з терморезисторним чи розтрубним зварюванням.



Рисунок 7.2 – Пристрій для зварювання пластмасових труб



Рисунок 7.3 – Зварювання пластмасових труб великого діаметра

Процес стикового зварювання поліетиленових труб виконується поетапно та включає низку технологічних операцій, що забезпечують надійність і герметичність з'єднання.

Основні стадії технологічного процесу:

а) Підготовка труб і з'єднувальних елементів:

- очищення поверхонь від забруднень;
- складання труб по осі стику;
- центрування кінців труб у затискачах;
- механічне торцювання для отримання рівних поверхонь;
- перевірка співвісності труб і зазору між торцями.

б) Зварювання стику:

- оплавлення торців за допомогою нагрівального інструмента;
- прогрівання торців до досягнення необхідної в'язкопластичної консис-тенції матеріалу;
- технологічна пауза (видалення нагрівального елемента);
- осадка – стискання труб для утворення зварного валика;
- охолодження з'єднання до температури, що забезпечує стабільність шва.

*Підготовчі операції.* Перед фіксацією труб і початком зварювальних робіт необхідно ретельно очистити зовнішню та внутрішню поверхні труб і фасонних деталей від пилу, бруду, снігу чи вологи. Для цього використовують суху або злегка зволожену м'яку тканину.

Очищення виконується на довжині не менше 100 мм від торця труби. Після очищення кінці мають бути абсолютно сухими, оскільки наявність вологи чи бруду знижує якість зварного шва.

Монтаж і фіксація труб перед зварюванням. Монтаж труб здійснюється за допомогою спеціального монтажного пристрою з центральним натяжним гвинтом. Процес виконується у такій послідовності:

1. Під розтруб укладеної труби знизу встановлюють напівхомут із гачками, до якого закріплюється трос.
2. На розтрубному кінці труби монтують упорну та робочу балки, які з'єднані між собою натяжним гвинтом.
3. Кінці тросів фіксуються у напрямних стрижнях, що проходять через отвори в балках.
4. Вирівнювання та попереднє натягнення троса здійснюється за допомогою регулювальних гайок.
5. При подальшому обертанні натяжного гвинта (через фрикційно-храповий механізм) робоча балка плавно переміщає трубу в напрямку укладеного трубопроводу, забезпечуючи точне введення кінця труби у розтруб сусідньої ланки.

Таке поетапне виконання монтажних операцій забезпечує точне співпадіння осей труб і рівномірне прогрівання торців під час зварювання, що є запорукою герметичності та міцності стику.

### 7.3.6 Випробування напірних трубопроводів на міцність і герметичність

Випробування напірних трубопроводів проводять з метою перевірки їхньої міцності та щільності (герметичності). Залежно від наявності води на об'єкті та

кліматичних умов району будівництва, випробування можуть виконуватися гідравлічним або пневматичним способом.

Напірні трубопроводи підлягають двом етапам випробувань:

Попереднє випробування на міцність – виконується до засипання траншей і встановлення гідрантів, запобіжних клапанів, вантузів тощо.

Остаточне випробування на герметичність – проводиться після засипання траншей та завершення всіх монтажних робіт на відповідній ділянці траси.

Величина випробувального тиску визначається проектом або, за його відсутності, приймається згідно з вимогами [44].

Під час попередніх гідравлічних випробувань усі засувки, встановлені на ділянці трубопроводу, повинні бути відкритими.

Випробування виконують ділянками довжиною не більше 1 км, а для полімерних труб – не більше 0,5 км.

У трубопровід нагнітають воду за допомогою опресувальної установки або пересувної насосної станції (рис. 7.4) до досягнення розрахункового випробувального тиску.

Після цього: випробувальний тиск витримується 10 хвилин (для полімерних труб – 30 хвилин); тиск поступово знижують до робочого, після чого проводиться візуальний огляд трубопроводу з метою виявлення протікань або деформацій.



Рисунок 7.4 – Агрегат для наповнення трубопроводів водою

Трубопровід вважається таким, що витримав попереднє випробування, якщо під дією випробувального тиску не відбулося: руйнування труб чи фасонних частин; порушення стикових з'єднань; витікання води під дією робочого тиску.

Остаточні гідравлічні випробування проводяться не раніше ніж:

- через 24 години після засипання траншеї для металевих, азбестоцементних і пластмасових труб;
- через 72 години – для трубопроводів із залізобетонних труб.

Під час випробувань допустимі витіки води не повинні перевищувати нормативних значень, встановлених [44].

Пневматичні випробування також проводяться у дві стадії – попередню та остаточну.

На попередній стадії трубопровід витримується під випробувальним тиском протягом 30 хвилин. Після цього тиск знижують до: 0,3 МПа – для сталевих і пластмасових трубопроводів; 0,1 МПа – для чавунних, залізобетонних і азбестоцементних.

Огляд проводять для виявлення місць витікання повітря, які визначають: за допомогою мильного розчину (змочування стиків), або на слух, за характерним свистом повітря.

На остаточній стадії тиск у трубопроводі знову доводять до випробувального, витримують 3 хвилини, після чого встановлюють 0,3 МПа і фіксують падіння тиску протягом випробувального періоду.

Трубопровід вважається таким, що витримав пневматичне випробування, якщо не спостерігається: пошкоджень елементів конструкції; порушення герметичності стиків; падіння тиску понад нормативно допустимі значення.

Результати проведених гідравлічних або пневматичних випробувань оформлюють Актом приймання трубопроводу на міцність і герметичність.

Акт є складовою частиною виконавчої документації та підтверджує відповідність змонтованого трубопроводу вимогам чинних норм і стандартів.

### 7.3.7 Засипання траншей з укладеними трубопроводами

Способи засипання трубопроводів, а також типи машин і механізмів, що застосовуються під час цих робіт, визначаються проектом виконання робіт (ПВР).

Засипання траншей із змонтованими трубопроводами здійснюється у два етапи:

Перший етап (попереднє засипання): спочатку засипають приямки та пазухи траншеї до висоти приблизно половини діаметра труби; потім ґрунт ущільнюють за допомогою пневматичних, механічних або ручних трамбівок (рис. 4.7).



Рисунок 7.4 - Ущільнення ґрунту в затрубному просторі ручною електротрамбівкою

Ущільнення виконують обережно, щоб уникнути пошкодження ізоляційного шару або зміщення труб.

Другий етап (основне засипання): після первинного ущільнення траншею засипають до рівня приблизно 0,2 м вище верху труби, а для азбестоцементних труб – на 0,5 м; при цьому забезпечують цілісність стиків та ізоляції труб, а також можливість їх візуального огляду.

Ґрунт подається екскаватором, без ущільнення, і має бути місцевим, без каміння, сміття або інших твердих включень.

Остаточне засипання траншеї проводиться після завершення випробувань трубопроводу на міцність і герметичність. Для цього застосовують бульдозери або спеціалізовані шнекові засипачі, які рівномірно розподіляють ґрунт уздовж траси.

При остаточному засипанні ґрунт не ущільнюють примусово, однак формують валик над траншеєю для компенсації подальшого природного осідання. Після стабілізації насипу поверхню планують, і на трасу трубопроводу повертають родючий шар ґрунту.

#### 7.3.8 Монтаж колодязів

У місцях розташування колодязів виконується розробка котлованів за допомогою одноковшового екскаватора типу ТВЕК-ЕК-8 із робочим обладнанням «зворотна лопата». Розробку ґрунту здійснюють із улаштуванням укосів стінок котловану під кутом 1:0,5 для забезпечення стійкості їхніх схилів.

На дні котловану влаштовують піщано-гравійну підготовку товщиною близько 15 см, яка забезпечує рівномірне розподілення навантаження від конструкції колодязя та запобігає осіданню.

Монтаж колодязів передбачається з окремих залізобетонних кілець діаметром 1000, 1500 або 2000 мм залежно від призначення та глибини споруди. Встановлення елементів колодязів здійснюють за допомогою автокрана КС-53712, який забезпечує точне позиціонування кілець і безпечні умови монтажу.

Після встановлення кілець виконують герметизацію стиків цементно-піщаним розчином або спеціальними ущільнювальними матеріалами. Дно та стінки колодязів покривають гідроізоляційним шаром, що запобігає фільтрації ґрунтових вод у споруду.

### 7.3.9 Монтаж арматури

Для забезпечення надійної та ефективної роботи трубопровідної системи у вузлових точках мережі передбачається влаштування колодязів із запірною та регулювальною арматурою.

Повне спорожнення трубопроводу здійснюється через скидні гідранти, розміщені у нижніх точках системи.

Випуск та впуск повітря у верхніх ділянках забезпечують вантузи.

Для запобігання гідравлічним ударам у системі передбачено встановлення спеціальної протиударної арматури, а також регуляторів тиску типу РДУ і повітряних вантузів, які стабілізують роботу мережі під час пуску або зупинки подачі води.

Перед монтажем усі елементи арматури підлягають візуальному огляду та випробуванню на гідравлічну міцність у механічній майстерні.

Монтаж заглушок, засувок, фасонних частин (колін, трійників, хрестовин, переходів) виконується одночасно з укладанням трубопроводу. Зворотні клапани, гідранти та вантузи встановлюють після проведення випробувань окремих ділянок трубопроводу між ними.

Технологічна карта на будівництво закритої зрошувальної мережі наведено у табл. 7.4.

### 7.3.10 Технологія будівництва закритої дренажної мережі

Закрита дренажна мережа на землях зрошення призначена для відведення надлишкових ґрунтових вод, запобігаючи заболоченню та засоленню ґрунтів.

У технології будівництва закритого дренажу в зоні зрошення існують певні особливості. Початкова глибина закладання дренажів зазвичай становить 3...4 м, а відстань між дренажами залежно від фільтраційних властивостей ґрунтів змінюється в межах 80...300 м. У даному проєкті передбачено укладання дренажів діаметром 150 мм.

Таблиця 7.4 - Технологічна карта на будівництво закритої зрошувальної мережі

| Будівельна операція  | Склад робіт   | Машина                            | Об'єм роботи   |         | Зміна продукт | Склад ланки        |       | Потрібна кількість |          | Тривалість роботи, дні | Обґрунтування  |
|--|---|-----------------------------------|----------------|---------|---------------|--------------------|-------|--------------------|----------|------------------------|----------------|
|  |   |                                   | од. вим.       | к-ть    |               | спец. розр.        | к-сть | маш-зм.            | люд.-дн. |                        |                |
| 1  | 2   | 3                                 | 4              | 5       | 6             | 7                  | 8     | 9                  | 10       | 11                     | 12             |
| Розробка ґрунту II гр.:  |   |                                   |                |         |               |                    |       |                    |          |                        |                |
| Розроблення ґрунту бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] з переміщенням ґрунту до 10 м | Розробка ґрунту з переміщенням  | Бульдозер Komatsu D41P-6 (79 кВт) | м <sup>3</sup> | 34434   | 628,0         | Машиніст 6 розряду | 1,0   | 54,8               | 54,8     | 27,4                   | РЕКН-1-24-6    |
| Планування траси трубопроводу  | Попереднє [грубе] планування площ зі зрізуванням нерівностей ґрунту і засипкою западин  | Бульдозер Komatsu D41P-6 (79 кВт) | м <sup>3</sup> | 38260   | 18648,0       | машиніст 6 розряду | 1,0   | 2,1                | 2,1      | 1,0                    | РЕКН - 1-30-2  |
| Розробка траншеї екскаватором на повний профіль  | Розробка ґрунту з викидом. Улаштування і утримання водовідвідних каналів або відгороджувачів валиків. Допоміжні роботи, зв'язані з переміщенням екскаватора із вибою у вибій. | Екскаватор ТВЕК-ЕК-8              | м <sup>3</sup> | 24773,3 | 135,8         | машиніст 6 розряду | 1,0   | 182,4              | 182,4    | 91,2                   | РЕКН - 1-13-2  |
| Ручна підчистка і планування дна траншеї   | Розробка ґрунту з викидом на бровку. Зачистка дна і поверхні стінок. Відкидання ґрунту від бровки   |                                   | м <sup>3</sup> | 1243,45 | 2,9           | Землекоп 2 розряду | 1,0   | 427,3              | 427,3    | 213,6                  | РЕКН - 1-164-2 |
| Розробка ґрунту в котлованах під колодязі  | Розробка ґрунту з викидом. Улаштування і утримання водовідвідних каналів або відгороджувачів валиків. Допоміжні роботи, зв'язані з переміщенням екскаватора із вибою у вибій. | Екскаватор ТВЕК-ЕК-8              | м <sup>3</sup> | 500     | 135,8         | машиніст 6 розряду | 1,0   | 3,7                | 3,7      | 1,8                    | РЕКН - 1-13-2  |
| Укладання трубопроводів з поліетиленових труб з гідравлічним випробуванням                 |   |                                   |                |         |               |                    |       |                    |          |                        |                |
| 500 мм   | Торцювання кінців труб. Зварювання труб у нитку трубопроводу. Опускання та укладання нитки трубопроводу у траншею з підбиванням ґрунту. Гідравлічне випробування.             |                                   | км             | 1,125   | 0,011         | Сер розряд 3,6     | 3,0   | 101,1              | 303,3    | 50,6                   | РЕКН 22-11-10  |
| 400 мм   |   |                                   | км             | 0,815   | 0,014         | Сер розряд 3,6     | 3,0   | 60,4               | 181,1    | 30,2                   | РЕКН 22-11-9   |
| 315 мм   |   |                                   | км             | 7,625   | 0,015         | Сер розряд 3,6     | 3,0   | 513,3              | 1539,9   | 256,7                  | РЕКН 22-11-8   |

| 1   | 2   | 3   | 4              | 5        | 6               | 7               | 8    | 9     | 10    | 11           | 12            |
|---|---|-----|----------------|----------|-----------------|-----------------|------|-------|-------|--------------|---------------|
| Улаштування круглих колодязів зі збір-ного залізобетону | Ущільнення ґрунту щебенем у сухих ґрунтах та влаштування бетонної під-готовки в мокрих ґрунтах. Монтаж збірних залізобетонних конструкцій. Установлення люка, ходових скоб і металевих драбин. Улаштування упорів і опор для встановлення арматури. |     | м <sup>3</sup> | 0,3      | 0,513           | Сер роз-ряд 3,6 | 1,0  | 0,6   | 0,6   | 0,3          | РЕКН 22-41-1  |
| Установлення сталевих засувок                           | Опускання і встановлення засувок (або клапанів зворотних) на готову основу. З'єднання фланців з установленим болтів і прокладок. Вивірення за заданою відміткою   |     |                |          |                 |                 |      |       |       |              |               |
| 400 мм  |   | шт. | 1              | 0,467    | Сер роз-ряд 3,6 | 2,0             | 2,1  | 4,3   | 1,1   | РЕКН 22-36-7 |               |
| 500 мм  |   | шт. | 2              | 0,317    | Сер роз-ряд 3,7 | 2,0             | 6,3  | 12,6  | 3,2   | РЕКН 22-36-8 |               |
| Установлення вантузів                                   | Свердління отворів. Опускання, установка арматури і з'єднання фланців   |     | шт.            | 4        | 2,942           | Сер роз-ряд 3,7 | 2,0  | 1,4   | 2,7   | 0,7          | РЕКН 22-37-1  |
| Установлення гідрантів                                  |   | шт. | 53             | 2,618    | 2,0             |                 | 20,2 | 40,5  | 10,1  | РЕКН 22-37-3 |               |
| Часткова засипка траншеї ґрунтом з ущільненням          | Переміщення ґрунту із засипкою траншеї і котлованів   |     | м3             | 11382,35 | 695,006         | Сер роз-ряд 1,9 | 1,0  | 16,4  | 16,4  | 8,2          | РЕКН - 1-27-5 |
| Повна засипка траншеї ґрунтом                           | Переміщення ґрунту із засипкою траншеї і котлованів   |     | м3             | 15134,45 | 64,592          | Сер роз-ряд 3,6 | 1,0  | 234,3 | 234,3 | 117,2        | РЕКН - 1-27-5 |
| Відновлення рослинного ґрунту.                          | Розробка ґрунту з переміщенням  |     | м3             | 34434    | 695,006         | машиніст 6 р.   | 1,0  | 49,5  | 49,5  | 24,8         | РЕКН-1-24-6   |

Оскільки дрени зазвичай прокладаються у слабопроникних ґрунтах, для підвищення їх фільтраційної спроможності передбачається влаштування додаткових обсіпок із піщано-гравійного матеріалу.

Дренажні труби виготовляються з поліетилену, наповненого поліетилену, полівінілхлориду або поліпропілену. Вони мають гофровану структуру та діаметр 100–200 мм, що дозволяє закладати їх на глибину до 5 м.

Найбільш поширеним у світовій практиці є траншейний спосіб улаштування дренажу глибокого закладання. Його застосування зумовлене широким використанням екскаваторів-дреноукладачів, здатних забезпечувати точне укладання труб на задану глибину.

Дреноукладачі глибокого закладання поділяються на два класи: для укладання дрен діаметром 100–200 мм на глибину до 5 м; для будівництва закритих колекторів діаметром до 600 мм на глибину до 8 м.

Процес укладання дренажних труб із полімерних матеріалів за допомогою дреноукладачів включає такі основні технологічні операції: підготовка робочої смуги та встановлення лазерної системи керування робочим органом дреноукладача; транспортування барабанів із трубами до місця робіт; Риття початкової ділянки траншеї до проєктної відмітки; установлення дреноукладача у вихідне положення; розробка траншеї, укладання труб із обсіпкою фільтруючим матеріалом і попереднім засипанням ґрунтом; остаточне засипання траншеї бульдозером та відновлення рослинного шару.

Дренажні полімерні труби діаметром до 200 мм доставляються на об'єкт у бухтах або на барабанах. У такому вигляді вони кріпляться на спеціальний пристрій дреноукладача.

Дреноукладач обладнаний бункером для завантаження фільтруючого матеріалу (піщано-гравійної суміші) і транспортером для зворотного засипання. За допомогою автокрана барабан із трубами навішується на дреноукладач, після чого кінець труби пропускається через направляючий кожух, залишаючи виступ близько 1 м. Він закріплюється на дні траншеї металевими скобами, а після завершення укладання приєднується до оголовка.

При зміні барабана труби з'єднуються між собою пластмасовими муфтами, що забезпечує герметичність стиків.

Паралельно з укладанням дрен або одразу після проходу дренаукладача здійснюється монтаж оглядових колодязів. Для цього використовуються автомобільні або тракторні гусеничні крани.

Монтаж оглядових колодязів глибиною понад 3 м із залізобетонних кілець виконується у два прийоми: спочатку встановлюють кільця на висоту до 3 м, після чого виконують зворотну засипку; потім монтують верхню частину колодязя та герметизують стики.

Технологічна карта на улаштування закритого дренажу наведена у табл.7.5.

#### 7.4. Розрахунок калькуляції трудових витрат

Комплексна бригада складається зі спеціалізованих ланок робітників різних професій, які виконують комплекс взаємопов'язаних робіт. Така організація праці дозволяє забезпечити безперервність виробничого процесу, підвищити ефективність використання робочої сили та скоротити тривалість будівництва системи водопостачання.

У складі комплексних бригад широко застосовується суміщення професій, коли один робітник виконує два-три види робіт. Це суттєво зменшує внутрішньозмінні простой, забезпечує раціональне використання часу і підвищує злагодженість дій усіх виконавців.

Для визначення складу комплексної бригади спочатку складається калькуляція трудових витрат за всіма видами робіт, виходячи з підрахованих обсягів робіт (табл. 7.1) та норм витрат праці на одиницю виміру, наведених у РЕКН [46].

Розрахунок виконується у табличній формі (табл. 7.4 і табл. 7.5), де визначаються загальні трудовитрати за кожним видом робіт.

Трудовитрати на виконання певного виду будівельних робіт визначаються за формулою:

Таблиця 7. 6 - Технологічна карта на улаштування закритого дренажу

| Будівельна операція  | Склад робіт   | Машина  | Об'єм роботи   |       | Зміна про-<br>дукт | Склад ланки           |           | Потрібна кіль-<br>кість |          | Тривалість<br>роботи, дні | Обґрун-<br>тування |
|--|---|---|----------------|-------|--------------------|-----------------------|-----------|-------------------------|----------|---------------------------|--------------------|
|  |   |   | од.<br>вим.    | к-ть  |                    | спец. розр.           | к-<br>сть | маш-зм.                 | люд.-дн. |                           |                    |
| Розробка ґрунту II гр.:  |   |   |                |       |                    |                       |           |                         |          |                           |                    |
| Розроблення ґрунту бульдозерами по-<br>тужністю 79 кВт [108 к.с.] з перемі-<br>щенням ґрунту до 10 м   | Розробка ґрунту з переміщенням  | Бульдо-<br>зер<br>Komatsu<br>D41P-6<br>(79 кВт) | м <sup>3</sup> | 17240 | 628,0              | машиніст<br>6 розряду | 1,0       | 27,5                    | 27,5     | 13,7                      | РЕКН-1-<br>24-6    |
| Планування траси трубопроводу  | Попереднє [грубе] планування<br>площ зі зрізуванням нерівностей<br>ґрунту і засипкою западин  | Бульдо-<br>зер<br>Komatsu<br>D41P-6<br>(79 кВт) | м <sup>3</sup> | 15516 | 18648,0            | машиніст<br>6 розряду | 1,0       | 0,8                     | 0,8      | 0,4                       | РЕКН -<br>1-30-2   |
| Улаштування закритого дренажу у<br>траншеях глибиною до 4 м екскавато-<br>рами-дреноукладачами потужністю<br>118 кВт [160 к.с.] з пластмасових труб<br>діаметром понад 10 см | Розробка ґрунту в траншеї по за-<br>даному уклону. Улаштування<br>підстилаючого шару. Транспор-<br>тування матеріалів від приоб'єкт-<br>ного складу до місця заванта-<br>ження дреноукладача. Укладання<br>труб у траншею з обкладкою<br>фільтруючим матеріалом. Улаш-<br>тування включення в колектор.<br>Присипання укладеного дренажу.<br>Засипання траншей ґрунтом ша-<br>ром 20 см | Дреноук-<br>ладач<br>ЕТЦ-406                    | м              | 4310  | 14,3               | Сер роз-<br>ряд 2,4   | 2,0       | 302,2                   | 604,4    | 151,1                     | РЕКН -<br>1-112-5  |
| Розробка ґрунту в котлованах під ко-<br>лодязі   | Розробка ґрунту з викидом. Ула-<br>штування і утримання во-<br>довідвідних каналів або відгоро-<br>джуючих валиків. Допоміжні ро-<br>боти, зв'язані з переміщенням<br>екскаватора із вибою у вибій.   | Екскава-<br>тор<br>ТВЕК-<br>ЕК-8                | м <sup>3</sup> | 160   | 135,8              | машиніст<br>6 розряду | 1,0       | 1,2                     | 1,2      | 0,6                       | РЕКН -<br>1-13-2   |

| Будівельна операція   | Склад робіт  | Машина                  | Об'єм роботи   |       | Змінна про-<br>дукт | Склад ланки         |           | Потрібна кіль-<br>кість |          | Тривалість<br>роботи, дні | Обгрун-<br>тування |
|---|--|-------------------------|----------------|-------|---------------------|---------------------|-----------|-------------------------|----------|---------------------------|--------------------|
|   |  |                         | од.<br>вим.    | к-ть  |                     | спец. розр.         | к-<br>сть | маш-зм.                 | люд.-дн. |                           |                    |
| Улаштування круглих колодязів зі збірного залізобетону  | Ущільнення ґрунту щебенем у сухих ґрунтах та влаштування бетонної підготовки в мокрих ґрунтах. Монтаж збірних залізобетонних конструкцій. Установлення люка, ходових скоб і металевих драбин. Улаштування упорів і опор для встановлення арматури. |                         | м <sup>3</sup> | 0,35  | 0,513               | Сер роз-<br>ряд 3,6 | 1,0       | 0,7                     | 0,7      | 0,3                       | РЕКН 22-<br>41-1   |
| Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м | Переміщення ґрунту із засипкою траншей і котлованів  | Бульдозер               | м <sup>3</sup> | 37118 | 701,3               | Сер роз-<br>ряд 3,6 | 1,0       | 52,9                    | 52,9     | 26,5                      | РЕКН -<br>1-27-5   |
| Розроблення ґрунту бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] з переміщенням ґрунту до 10 м          | Розробка ґрунту з переміщенням   | Komatsu D41P-6 (79 кВт) | м <sup>3</sup> | 17240 | 372,0               | Сер роз-<br>ряд 3,6 | 1,0       | 46,3                    | 46,3     | 23,2                      | РЕКН-1-<br>24-6    |

$$Q_n = \frac{V \cdot H \cdot n}{V_{PEKH} \cdot 8}, \quad (7.14)$$

де  $V$  – об’єм роботи;  $H$  - норма часу на виконання одиниці об’єму роботи;  $n$  – кількість робітників, що виконують даний вид роботи;  $V_{PEKH}$  – вимірник за РЕКН;  $8$  – тривалість зміни, год.

Таблиця 7.4 - Калькуляція трудових витрат на будівництво зрошувальної мережі

| Обґрунтування норм  | Найменування роботи  | Од. вим        | Кількість | Склад ланки    |                | Норма часу    |          | Трудовитрати, люд-год |
|---|--|----------------|-----------|----------------|----------------|---------------|----------|-----------------------|
|   |  |                |           | профес. розряд | кількість чол. | затрати праці | вимірник |                       |
| 1   | 2  | 3              | 4         | 5              | 6              | 7             | 8        | 9                     |
| РЕКН-1-24-6   | Розроблення ґрунту бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] з переміщенням ґрунту до 10 м | м <sup>3</sup> | 34434     | машиніст 6 р.  | 1              | 11,58         | 1000     | 49,8                  |
| РЕКН - 1-30-2   | Планування траси трубопроводу  | м <sup>2</sup> | 38260     | машиніст 6 р.  | 1              | 0,39          | 1000     | 1,9                   |
| РЕКН - 1-13-2   | Розробка траншеї екскаватором на повний профіль  | м <sup>3</sup> | 24773,35  | машиніст 6 р.  | 1              | 53,55         | 1000     | 165,8                 |
| РЕКН - 1-164-2  | Ручна підчистка і планування дна траншеї   | м <sup>3</sup> | 1243,45   | Землекоп 2 р.  | 1              | 261,8         | 100      | 406,9                 |
| РЕКН - 1-13-2   | Розробка ґрунту в котлованах під колодязі  | м <sup>3</sup> | 500       | машиніст 6 р.  | 1              | 53,55         | 1000     | 3,3                   |
| <b>Укладання трубопроводів з поліетиленових труб з гідравлічним випробуванням</b> |  |                |           |                |                |               |          |                       |
| РЕКН 22-11-10   | 500 мм   | км             | 1,125     | Сер розряд 3,6 |                | 653,58        | 1        | 91,9                  |
| РЕКН 22-11-9  | 400 мм   | км             | 0,815     | Сер розряд 3,6 |                | 538,61        | 1        | 54,9                  |
| РЕКН 22-11-8  | 315 мм   | км             | 7,625     | Сер розряд 3,6 |                | 489,6         | 1        | 466,7                 |
| РЕКН 22-41-1  | Улаштування круглих колодязів зі збірного залізобетону                                     | м <sup>3</sup> | 0,3       | Сер розряд 3,2 |                | 141,76        | 10       | 0,5                   |
| <b>Установлення сталевих засувок</b>  |  |                |           |                |                |               |          |                       |
| РЕКН 22-36-7  | 400 мм   | шт.            | 1         | Сер розряд 3,6 |                | 16,32         | 1        | 2,0                   |
| РЕКН 22-36-8  | 500 мм   | шт.            | 2         |                |                | 24            | 1        | 6,0                   |
| РЕКН 22-37-1  | Установлення вантузів  | шт.            | 4         | Сер розряд 3,6 |                | 2,59          | 1        | 1,3                   |
| РЕКН 22-37-3  | Установлення гідрантів   | шт.            | 53        | Сер розряд 3,6 |                | 2,91          | 1        | 19,3                  |
| РЕКН - 1-27-5   | Часткова засипка траншеї ґрунтом з ущільненням   | м <sup>3</sup> | 11382,35  | Сер розряд 1,9 |                | 10,37         | 1000     | 14,8                  |
| РЕКН - 1-27-5   | Повна засипка траншеї ґрунтом  | м <sup>3</sup> | 15134,45  | Сер розряд 3,6 |                | 10,37         | 1000     | 19,6                  |
| РЕКН-1-24-2   | Відновлення рослинного ґрунту  | м <sup>3</sup> | 34434     | машиніст 6 р.  |                | 11,58         | 1000     | 49,8                  |

Для розрахунку складу комплексної бригади будівельників окремі будівельні процеси групуються в об’єднані, виходячи з можливості їх виконання одним

типом машин або робітниками одного фаху. Такий підхід забезпечує раціональне використання трудових і технічних ресурсів, а також підвищує узгодженість виконання робіт.

Таблиця 7.5 - Калькуляція трудових витрат на будівництво дренажної мережі

| Кошторсн. норма | Будівельні операції роботи   | Од. вим        | Кількість | Склад ланки    |                | Норма часу    |          | Трудовитрати, люд-год |
|-----------------|--|----------------|-----------|----------------|----------------|---------------|----------|-----------------------|
|                 |  |                |           | профес. розряд | кількість чол. | заграти праці | вимірник |                       |
| 1               | 2  | 3              | 4         | 5              | 6              | 7             | 8        | 9                     |
| РЕКН-1-24-6     | Розроблення ґрунту бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] з переміщенням ґрунту до 10 м   | м <sup>3</sup> | 17240     | машиніст 6 р.  | 1              | 11,58         | 1000     | 25,0                  |
| РЕКН - 1-30-2   | Планування траси трубопроводу  | м <sup>2</sup> | 15516     | машиніст 6 р.  | 1              | 0,39          | 1000     | 0,8                   |
| РЕКН - 1-112-5  | Улаштування закритого дренажу у траншеях глибиною до 4 м екскаваторами-дреноукладачами потужністю 118 кВт [160 к.с.] з пластмасових труб діаметром понад 10 см | м              | 4310      | Сер розряд 2,4 | 1              | 509,94        | 1000     | 274,7                 |
| РЕКН - 1-13-2   | Розробка ґрунту в котлованах під колодязі  | м <sup>3</sup> | 160       | машиніст 6 р.  | 1              | 53,55         | 1000     | 1,1                   |
| РЕКН 22-41-1    | Улаштування круглих колодязів зі збірного залізобетону   | м <sup>3</sup> | 0,35      | Сер розряд 3,2 |                | 141,76        | 10       | 0,6                   |
| РЕКН - 1-27-5   | Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м  | м <sup>3</sup> | 37118     | Сер розряд 3,6 |                | 10,37         | 1000     | 48,1                  |
| РЕКН-1-24-2     | Розроблення ґрунту бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] з переміщенням ґрунту до 10 м   | м <sup>3</sup> | 17240     | Сер розряд 3,6 |                | 19,55         | 1000     | 42,1                  |

Під час визначення трудових витрат і складу бригади враховується підвищення продуктивності праці, що спостерігається в реальних умовах будівництва:

- для механізованих робіт – на 10...15 %;
- для ручних робіт – на 5 %.

Зазначені коефіцієнти застосовуються при коригуванні розрахункових трудовитрат, отриманих за нормативами РЕКН [46], з метою більш точного визначення реальної чисельності робітників комплексної бригади.

## 7.5 Розрахунок тривалості будівництва

Відповідно до вимог п. 4.1.3 [47], тривалість реалізації будівельного проєкту встановлюють на основі календарного плану. Цей документ формується з урахуванням обсягів будівельно-монтажних робіт, необхідних трудових ресурсів, потреби в матеріалах і техніці, а також специфічних умов виконання робіт. При його розробленні беруть до уваги техніко-економічний аналіз можливості застосування сучасних будівельних матеріалів, раціональних організаційно-технологічних рішень, високопродуктивної техніки та досвіду реалізації подібних об'єктів.

Базовою інформацією для складання календарного плану є робочі креслення та відомості обсягів будівельно-монтажних робіт.

У процесі розроблення календарного плану уточнюють такі положення:

- оптимальну технологічну послідовність виробничих операцій;
- тривалість кожного виду робіт у робочих та календарних днях як у межах окремих споруд, так і в межах усього масиву зрошення;
- рівномірність розподілу трудових і технічних ресурсів у часі (що графічно відображають у плані);
- добові та загальні графіки залучення робітників і використання основної будівельної техніки.

Календарний план оформлюють на аркуші формату А1 згідно з вимогами чинних ДБН. Заповнення здійснюють у такій логічній послідовності:

1. У першій графі зазначають найменування споруджуваних об'єктів (наприклад: «Зрошувальна мережа», «Дренажна мережа»).
2. У другій графі перелічують види робіт у технологічному порядку, а також зазначають ліквідаційний період та роботи, що не були враховані попередніми розрахунками (наприклад: «Розроблення траншеї глибиною 1,4 м екскаватором»).
3. У графі 3 і 4 переносять дані з таблиць 5.1 і 5.2. Тип і марку будівельної техніки визначають за технологічними картами (наприклад: «Екскаватор ЄО-2621»).

Кількість машинозмін обчислюють за формулою:

$$Q_n = V \cdot H_q / V_{\text{РЕКН}} \cdot 8,2, \quad (7.15)$$

де  $V$  – об’єм відповідного виду робіт;  $H_q$  – норма часу на виконання одиниці об’єму;  $V_{\text{РЕКН}}$  – одиниця об’єму за нормативами РЕКН; 8,2 – тривалість зміни, год.

Кількість працюючих машин приймають у межах 1–2 одиниць залежно від тривалості робіт. Для ручних процесів ставлять прочерк.

Кількість змін на добу: для механізованих робіт – 1–2, для ручних – 1. Кількість робітників на добу визначають множенням числа робітників, зайнятих на зміну (табл. 5.1), на кількість змін і машин.

Тривалість роботи машин і механізмів у днях визначають шляхом ділення трудомісткості (у машино-змінах) на кількість змін роботи машини за добу.

Для ручних процесів тривалість у робочих днях знаходять діленням трудомісткості (у людино-днях) на кількість змін і чисельність робітників у ланці.

Тривалість процесу в календарних днях визначають множенням тривалості у робочих днях на коефіцієнт 1,3, що враховує вихідні та святкові дні (з округленням до 0,5 або 1 дня).

Після розрахунку основних показників визначають суми по графах 11–13, 15 і 16.

Для підготовчого періоду, неврахованих робіт і ліквідаційного періоду приймають відповідно 10 %, 3 % і 5 % від загального обсягу.

На графічній частині календарного плану тривалість робіт позначають горизонтальними лініями, довжина яких відповідає тривалості у календарних днях у вибраному масштабі. Двозмінна робота зображується двома паралельними лініями, над якими проставляють кількість робітників, зайнятих у процесі.

Під час розроблення графічної частини календарного плану слід дотримуватись таких принципів:

- роботи планують у суворій технологічній послідовності;

- технологічно незалежні процеси виконують паралельно або суміщено, а пов'язані – послідовно;
- забезпечують рівномірне використання трудових ресурсів, щоб робітники переходили без простоїв з однієї ділянки на іншу, дотримуючись поточності виробництва.

Графік календарного плану перевіряють побудовою графіка потреби у робітниках, який має бути максимально рівномірним.

Після завершення графічної частини на плані зазначають техніко-економічні показники, серед яких:

- тривалість будівництва масиву зрошення за планом ( $T_{пл}$ );
- нормативна тривалість будівництва ( $T_n$ ) за вимогами [47].

Тривалість будівництва за планом визначають за графіком потреби у робітниках – від початку підготовчих робіт до введення об'єктів в експлуатацію.

## 8. ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

### 8.1 Повітряний простір

При виконанні будівельно-монтажних робіт на зрошувальній мережі застосовуються такі будівельні машини:

бульдозер на наступних роботах:

- зрізка рослинного шару ґрунту - 1 зміна (8 годин),
- планування траси – 1 зміна (8 годин),
- повна засипка траншеї – 6 змін (48 годин),
- відновлення рослинного шару ґрунту – 1 зміна (8 годин)

Всього – 9 змін (72 години)

екскаватор однокошовий ТВЕК-ЕК-8 на роботах:

- розробка ґрунту траншеї – 29 змін (232 години),
- розробка ґрунту в котлованах під колодязі – 1 зміна (8 годин),
- Всього 30 змін (240 годин)

автокран КС-53712 на роботах:

- монтаж плит – 39 змін (312 годин),
- монтаж розподільчих колодязів – 3 зміни (24 години),

Всього - 42 зміни (336 годин)

Всі ці машини спалюють дизельне паливо і викидають забруднюючі речовини в атмосферу, а саме: оксид вуглецю (СО), формальдегід (СН<sub>2</sub>О), оксид азоту (NO<sub>2</sub>), вуглеводів (СН), оксидів сірки (SO<sub>2</sub>), сажі (С), бензопірен (БП).

Кількість цих викидів регламентується потужністю двигунів внутрішнього згорання, їх конструктивними особливостями і питомих витрат палива.

Машини, які використовуються в будівництві меліоративних мереж, мають дизельні двигуни слідкуючій потужності:

бульдозер – середньої потужності (група Б),

екскаватор однокошовий ТВЕК-ЕК-8 - середньої потужності (група Б),  
автокран КС 45729А - середньої потужності (група Б).

*Максимальний викид забруднюючої речовини (гр./год)*

Визначається за формулою

$$M_i = E_{mi} \cdot P_z, \quad (8.1)$$

де  $E_{mi}$  - викид  $i$ -тої речовини на одиницю корисної роботи дизельної установки в режимі номінальної потужності, згідно [22] значення викиду для групи Б складають, г/кВт/год: CO -6,2; NO<sub>2</sub> -9,6; CH – 2,9; C – 0,5; SO<sub>2</sub> -1,2; CH<sub>2</sub>O – 0,12, БП – 0,000012.

$P_z$  – установлена потужність будівельної машини: бульдозер – 79 кВт, екскаватора – 61 кВт, автокран – 135 кВт.

Виходячи з тривалості робіт будівельних машин, вихід забруднюючих речовин розраховано у табл.8.1

Таблиця 8.1 - Розрахунковий викид забруднюючої речовини будівельними машинами

| Машина     | Потужність | Група | Викид, г/год |                 |        |       |                 |                   |         |
|------------|------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|-----------------|-------------------|---------|
|            |            |       | CO           | NO <sub>2</sub> | CH     | C     | SO <sub>2</sub> | CH <sub>2</sub> O | БП      |
| бульдозер  | 79         | Б     | 682          | 1056            | 319    | 55    | 132             | 13,2              | 0,0013  |
| екскаватор | 61         | Б     | 992          | 1539            | 464    | 80    | 192             | 19,2              | 0,0019  |
| автокран   | 135        | Б     | 837          | 1296            | 392    | 67,5  | 162             | 16,2              | 0,0016  |
| Всього     |            |       | 568416       | 880848          | 265872 | 45840 | 110016          | 11001,6           | 1,10016 |

*Витрата відпрацьованих газів дизельних установок будівельних машин.*

Результати розрахунків витрати відпрацьованих газів представлені в табл. 8.2.

Масштаб впливу - 315.7тон(0,88млн. куб.м.) відпрацьованих газів;

Інтенсивність впливу - 0,98 т/дн(2,73тис. кв.м.);

Динамічність впливу - стабільно на період будівництва:

Тривалість впливу - на період будівництва.

Таблиця 8.2 Оцінка витрат відпрацьованих газів

| Машина     | Тривалість, год. | Витрата палива, г/кВт*год | Потужність, кВт | Витрати відпрацьованих газів | Об'ємна витрата газів | Валовий викид відпрацьованих газів |            |
|------------|------------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------------|------------|
|            |                  |                           |                 |                              |                       | тон                                | млн. куб.м |
| бульдозер  | 72               | 260                       | 110             | 0.249392                     | 0.964685              | 64.64                              | 0.18       |
| екскаватор | 240              | 112                       | 160             | 0.156363                     | 0.475271              | 135.01                             | 0.38       |
| автокран   | 336              | 81.5                      | 135             | 0.095942                     | 0.267247              | 116.05                             | 0.32       |
| Всього     |                  |                           |                 |                              |                       | 315.7                              | 0.88       |

## 8.2 Ґрунтовий покрив

Ґрунти ділянки зрошення – переважно чорноземи звичайні, потужні, малогумусні, середньосуглинкові, малозмиті на площі 435,2 га (85 % всієї площі бруто) - на вододільних ділянках і помірно-крутих (до 0,6°) схилах; їх слабкозмиті різновиди на площі 80 га (11 % площі) - на схилах середньої крутизни 0,6-3° і намиті – на площі 30 га (4 %) – в днищах балок і улоговин стоку. Ґрунтоутворюючі породи - еолово-делювіальні лесоподібні середні суглинки.

На ґрунтовий покрив здійснюють вплив такі види проектної діяльності:

- земляні роботи при будівництві закритих трубопроводів зрошувальної мережі протяжністю 9565 м, на площі 435,2 га, об'ємом 54,75 тис. м<sup>3</sup>;
- влаштування будівельного майданчика - 0.93 га.

Для захисту ґрунтового покриву зрошувальної ділянки проектом передбачається:

1. *Роздільна розробка рослинного і мінерального ґрунту* при виконанні земляних робіт по влаштуванню траншей під трубопроводи і дрени із складуванням їх у тимчасові відвали і наступною рекультивацією. Визначається на підставі календарного плану виробництва робіт.

|                      |   |
|----------------------|---|
| Масштаб впливу       | - 7.9 га, 53,9 тис. м <sup>3</sup> ;          |
| Інтенсивність впливу | - 0,74 га/міс, 1,81 тис. м <sup>3</sup> /міс; |
| Динамічність впливу  | - стабільно на період будівництва:            |
| Тривалість впливу    | - на період будівництва 10.7 міс              |

2. *Влаштування будівельного майданчика*. Визначається на підставі створення запасу будівельних матеріалів і конструкцій. Після закінчення будівництва майданчик звільняється від решток будівельних матеріалів та сміття. Після чого використовуються для сільсько-господарського виробництва..

|                     |                                    |
|---------------------|------------------------------------|
| Масштаб впливу      | - 930 кв.м.;                       |
| Динамічність впливу | - стабільно на період будівництва: |
| Тривалість впливу   | - на період будівництва 10,7 міс.  |

### 8.3 Соціальне середовище

Для будівництва мережі водопостачання буде задіяна комплексна бригада будівельників різних спеціальностей:

машиніст 6 розряду, 2 чоловік;  
 монтажник 4 розряду, 3 чоловіки;  
 монтажник 3 розряду, 2 чоловік;  
 монтажник 2 розряду, 2 чоловік;  
 землекоп 2 розряду, 10 чоловіки.

Всього 19 чол.

Склад комплексної будівельної бригади визначається на підставі календарного плану виробництва робіт, а заробітна плата їх визначається на основі складання кошторисної вартості будівництва.

Масштаб впливу - 13 чоловік;

Інтенсивність впливу - 3200 грн;

Динамічність впливу - стабільно на період будівництва:

Тривалість впливу - 10,7 міс.

## 9. КОШТОРИСНА ВАРТІСТЬ БУДІВНИЦТВА

Кошторисна вартість будівництва закритої зрошувальної мережі визначається відповідно до чинних нормативних документів з ціноутворення в будівництві, які регламентують порядок формування витрат на спорудження інженерних мереж і гідромеліоративних систем [48]. Визначення вартості виконується із застосуванням ресурсного методу, що передбачає використання фактичних цін на матеріали, обладнання, будівельні машини та трудові ресурси на дату складання кошторисної документації [49].

До складу кошторисної вартості будівництва закритої зрошувальної мережі входять прямі витрати, накладні витрати та кошторисний прибуток підрядної організації. Прямі витрати включають витрати на матеріали (труби поліетиленові, фасонні частини, гідранти, водовипуски, запірна арматура), на оплату праці будівельних робітників та на експлуатацію будівельних машин і механізмів. Матеріальні ресурси оцінюються за поточними ринковими цінами з урахуванням транспортно-заготівельних витрат, що виконується відповідно до вимог [48, 49].

Для закритої зрошувальної мережі значну частину витрат становлять земляні роботи: розробка траншей під прокладання трубопроводів, зворотна засипка та ущільнення ґрунту. Нормативи трудових затрат та експлуатації машин для цих процесів визначені у відповідних збірниках ресурсних елементних кошторисних норм (РЕКН) [46]. Розрахунок проводиться з урахуванням ґрунтових умов, глибини залягання труб і категорії складності робіт.

До витрат на трубопроводи включають вартість закупівлі та монтажу поліетиленових труб, встановлення фасонних деталей, фільтрувальних елементів, гідрантів та інших елементів розподільної мережі. Вартість монтажних робіт визначається на основі норм часу та вартості людино-години відповідно до діючих нормативів [46, 50].

Важливою складовою кошторисної вартості є витрати на встановлення регулюючих і контрольних-вимірювальних пристроїв, таких як витратоміри, маноме-

три та водорозподільні вузли. Їхня вартість визначається за комерційними пропозиціями постачальників і включається до складу матеріальних ресурсів, відповідно до вимог ресурсного методу [49].

Непрямі витрати охоплюють витрати на управління та організацію будівництва, забезпечення техніки безпеки, охорону праці, витрати на утримання будівельного майданчика та адміністративного персоналу. Вони визначаються у відсотках від прямих витрат згідно з діючими нормативами [49].

Кошторисний прибуток визначається як нормативний показник рентабельності будівництва та залежить від характеру та умов виконання робіт. Для об'єктів гідромеліорації він встановлюється згідно з нормативними документами і обчислюється у відсотках від прямих витрат [49, 50].

Загальна кошторисна вартість будівництва закритої зрошувальної мережі визначається шляхом підсумовування всіх складових витрат, що відображається у локальних, об'єктних та зведеному кошторисному розрахунку. Документація формується відповідно до вимог, що забезпечує обґрунтованість і точність визначення вартості будівництва [48, 49].

Розрахунок кошторисної вартості будівництва проведено за допомогою програмного комплексу «Кошторис 8.6» в поточних цінах станом на 6 грудня 2025 р. Результати наведено в додатку Г.

Зведений кошторисний розрахунок визначено в сумі – 24381714 грн.

## 10. ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

### 10.1 Розрахунок щорічних витрат на утримання системи

Річні витрати на експлуатацію можуть істотно відрізнятися залежно від низки чинників: стану мереж та обладнання, тарифів на воду й електроенергію, а також застосованих технологій.

До основних статей витрат належать: амортизація, технічне обслуговування, оновлення й модернізація обладнання, енергоспоживання насосних та інших робочих систем, а також адміністративні та управлінські витрати.

$$C_{\text{мел}}^{\text{сум}} = A + ЗП + ВЕЕ + ВПММ + АГВ + ПР + КР + ІЗ, \quad (6.1)$$

де  $A$  - амортизаційні відрахування, грн;  $ЗП$  – річний фонд оплати праці персоналу, грн;  $ВЕЕ$  - витрати на електроенергію, грн;  $ВПММ$  - вартість паливно-мастильних матеріалів, грн;  $АГВ$  - адміністративно-господарські витрати, грн;  $ПР$  - витрати на поточне технічне обслуговування, грн;  $КР$  – кошти, необхідні для проведення капітального ремонту;  $ІЗ$  - інші додаткові витрати, грн.

Розрахунок амортизації основних засобів може здійснюватися на основі норм і правил, прийнятих у конкретній установі чи відповідно до чинних стандартів бухгалтерського обліку. У подальших обчисленнях використаємо загальноприйнятту формулу визначення амортизаційних відрахувань.

$$A = \frac{\alpha \cdot ПВ}{100}, \quad (6.2)$$

де  $\alpha$  і  $\alpha_{n.p}$  - вартість частин зрошувальної системи на 1 га зрошеної площі;  $ПВ$  - початкова вартість, грн.

Витрати на амортизаційні відрахування та ремонт (поточний, капітальний) наведені нижче (табл.10.1).

Таблиця 10.1 - Амортизаційні нарахування та витрати на капітальний та поточний ремонти

| Елемент зрошувальної системи  | Початкова вартість, тис.грн | Амортизаційні відрахування, тис.грн |       | Поточний ремонт, тис.грн |       | Капітальний ремонт, тис.грн |       |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-------|--------------------------|-------|-----------------------------|-------|
|                               |                             | %                                   | грн   | %                        | грн   | %                           | грн   |
| Внутрішньогосподарська мережа | 17 256,69                   | 4                                   | 690,3 | 2                        | 345,1 | 2,3                         | 396,9 |
| Дренажна мережа               | 3 061,41                    | 4                                   | 122,5 | 1,8                      | 55,1  | 2,3                         | 70,4  |
| Дороги                        | 452                         | 2                                   | 9,0   | 4                        | 18,1  | 5                           | 22,6  |
| Лісосмуги                     | 674                         | 2,5                                 | 16,9  | 1                        | 6,7   | 1,5                         | 10,1  |
| Разом                         |                             |                                     | 838,6 |                          | 425,1 |                             | 500,0 |

При поливі із закритої зрошувальної мережі витрати на очищення каналів від наносів відсутні.

Вартість електроенергії визначається за формулою

$$BEE = 0,004 \cdot M \cdot H \cdot F \cdot C_e, \quad (6.4)$$

де  $M$  - середньовиважена зрошувальна норма бруто, м<sup>3</sup>/га;  $H$  - напір насосної станції, м;  $F$  - площа зрошення, га;  $C_e$  - вартість 1кВт·год електроенергії, грн. За даними РОВР у Дніпропетровській області середня ціна електроенергії у 2025 р. складе ( $C_e = 8,25$  грн).

Вартість електроенергії складає

$$BEE = 0,004 \cdot 2630 \cdot 62 \cdot 435,2 \cdot 18,25 = 5180,35 \text{ тис. грн.}$$

Вартість паливно-мастильних матеріалів складає 3 % від вартості електроенергії.

$$ВПММ = 0,03 \cdot 2341,8 = 155,41 \text{ тис. грн.}$$

Розрахунок заробітної плати при експлуатації ділянки зрошення наведено в табл.10.2 [31].

Таблиця 10.2 – Обчислення заробітної плати обслуговуючого персоналу

| № п/п | Посада  | Кількість штатних одиниць | Оклад в місяць | Сума за рік |
|-------|---|---------------------------|----------------|-------------|
| 1     | Слюсар - оператор ДМ  | 2                         | 14000          | 168000      |
|       | Всього  | 2                         | -              | 168000      |
| 2     | Відрахування у пенсійний фонд (32%)                           | -                         | -              | 53760       |
| 3     | Відрахування у фонд соцстрахування (2,9%)                     | -                         | -              | 4872        |
| 4     | Нарахування у фонд страхування від нещасливих випадків (0,2%) | -                         | -              | 336         |
| 5     | Нарахування у фонд зайнятості (1,9%)                          | -                         | -              | 3192        |
|       | Разом   | -                         | -              | 230160      |

Адміністративно-господарські витрати приймаємо в обсязі 25 % від заробітної плати працівників.

$$АГВ = 0,25 \cdot 230160 = 57540 \text{ грн.}$$

Інші витрати складають 1 % від суми всіх витрат.

Інші витрати до проведення експлуатаційних заходів складають

$$ІЗ = 0,01 \cdot (838,6 + 425,1 + 500 + 5180,35 + 155,41 + 230,16 + 57,54) = 73,87 \text{ тис. грн.}$$

Після визначення даних величин підставляємо в формулу (6.1) і визначаємо сумарні витрати на експлуатацію закритої зрошувальної мережі

$$C_{\text{мел}}^{\text{сум}} = 838,6 + 230,16 + 51180,35 + 70,25 + 57,54 + 425,1 + 500 + 44,63 = 7461,03 \text{ тис. грн.}$$

Після визначення сумарних витрат на утримання систем визначаємо питомі витрати на 1 га зрошеної площі, а саме

$$C_{\text{мел}}^{\text{пит}} = \frac{C_{\text{мел}}^{\text{сум}}}{\omega_{\text{нетто}}}, \quad (6.6)$$

В нашому випадку питомі витрати на 1 га зрошуваної площі складають

$$C_{\text{мел}}^{\text{пит}} = 7461,03/435,2 = 17143,9 \text{ грн/га.}$$

Визначаємо питомі витрати на 1 м<sup>3</sup> зрошувальної води, поданої в господарство за формулою

$$C_{\text{мел}}^{\text{пит}} = \frac{C_{\text{мел}}^{\text{сум}}}{\omega_{\text{нетто}}} \quad (6.7)$$

В нашому випадку

$$C_{\text{мел}}^{\text{пит}} = 7461,03/1144576 = 6,51 \text{ грн/ м}^3.$$

Щорічні витрати на утримання внутрішньогосподарської зрошувальної мережі наведена в табл. 6.3.

Таблиця 10.3 – Структура затрат на експлуатацію внутрішньогосподарської зрошувальної мережі

| Вид затрат                             | Щорічні затрати, грн |          | Собівартість 1 м <sup>3</sup> води |       |
|--|----------------------|----------|------------------------------------|-------|
|  | всього               | на 1 га  | грн.                               | %     |
| Амортизаційні відрахування             | 838600               | 1926,93  | 0,73                               | 11,24 |
| Витрати на капітальний ремонт          | 500000               | 1148,90  | 0,44                               | 6,70  |
| Витрати на поточний ремонт             | 425100               | 976,79   | 0,37                               | 5,70  |
| Вартість електроенергії                | 5180350              | 11903,38 | 4,52                               | 69,43 |
| Заробітна плата експлуатаційного штату | 230160               | 528,86   | 0,20                               | 3,08  |
| Витрати на паливно-мастильні матеріали | 155410               | 357,10   | 0,14                               | 2,08  |
| Адміністративно-господарські витрати   | 57540                | 132,22   | 0,05                               | 0,77  |
| Інші витрати                           | 73870                | 169,74   | 0,06                               | 0,99  |
| Разом                                  | 7461030              | 17143,91 | 6,51                               | 100   |

Таким чином, щорічні витрати на функціонування закритої зрошувальної мережі становлять 7461,03 тис. грн.

## 10.2 Розрахунок економічної ефективності будівництва зрошувальної системи

Розрахунок економічної ефективності будівництва зрошувальної системи передбачає визначення витрат на її спорудження та експлуатацію і оцінку економічних вигід, отриманих завдяки зростанню врожайності. Спершу встановлюють обсяг капітальних інвестицій, що охоплює проектування, придбання та монтаж обладнання і створення інженерної інфраструктури. Ці дані дозволяють визначити строк окупності та загальну доцільність інвестицій.

Далі розраховують щорічні експлуатаційні витрати: амортизацію, енергоспоживання, технічне обслуговування, ремонти, оплату праці та адміністративні витрати. На їх основі визначають собівартість подачі води та очікуваний економічний ефект від підвищення продуктивності культур.

Для оцінки ефективності будівництва зрошувальної системи порівнюють валовий збір і вартість продукції до та після будівництва. Приріст виробництва формує додатковий дохід, який використовується для встановлення економічного ефекту та розрахунку строку окупності будівництва системи.

Розрахунки зводимо в табл. 10.4 - 10.6.

Таблиця 10.4 – Загальні витрати і чистий прибуток без зрошення

| Сільськогосподарська культура | Площа, га | Вартість валової продукції, грн. | Сільськогосподарські витрати, грн. |            | Загальні витрати, грн. |          | Чистий прибуток, грн. |         |
|-------------------------------|-----------|----------------------------------|------------------------------------|------------|------------------------|----------|-----------------------|---------|
|                               |           |                                  | на 1га                             | всього     | всього                 | на 1 га  | всього                | на 1 га |
| Ярий ячмінь                   | 62,8      | 897 523                          | 7800                               | 489840,0   | 489840,0               | 7800,0   | 407 682,5             | 6491,8  |
| Люцерна 1 року                | 62,8      | 104 747                          | 7200                               | 452160,0   | 452160,0               | 7200,0   | - 347 412,6           | -5532,0 |
| Люцерна 2 року                | 62,8      | 174 579                          | 5543                               | 348069,0   | 348069,0               | 5542,5   | - 173 490,0           | -2762,6 |
| Люцерна 3 року                | 62,8      | 136 172                          | 5250                               | 329700,0   | 329700,0               | 5250,0   | - 193 528,4           | -3081,7 |
| Озима пшениця                 | 62,8      | 1 457 037                        | 9720                               | 610416,0   | 610416,0               | 9720,0   | 846 620,6             | 13481,2 |
| Просо на зерно                | 62,8      | 1 406 720                        | 6090                               | 382457,3   | 382457,3               | 6090,1   | 1 024 262,7           | 16309,9 |
| Кукурудза на зерно            | 62,8      | 1 508 535                        | 10905                              | 684834,0   | 684834,0               | 10905,0  | 823 700,5             | 13116,3 |
| буряк цукровий                | 94,2      | 8 478 000                        | 8850                               | 833670,0   | 833670,0               | 8850,0   | 7 644 330,0           | 81150,0 |
| Всього                        | 435,2     | 14 163 312                       | 9 492,5                            | 4131146,28 | 4131146,28             | 9 492,52 | 10 032 165,33         | 23051,9 |

Таблиця 10.5 – Валова продукція і її вартість

| Сільськогосподарська культура | Площа, га | Урожайність, ц/га |              | Валова продукція, ц |              | Ціна за 1 ц, грн. | Вартість валової продукції при зрошенні |           | Вартість валової продукції без зрошення |         |
|-------------------------------|-----------|-------------------|--------------|---------------------|--------------|-------------------|---|-----------|---|---------|
|                               |           | зрошення          | без зрошення | зрошення            | без зрошення |                   | грн.                                    | на 1 га   | грн.                                    | на 1 га |
| Ярий ячмінь                   | 62,8      | 50,0              | 16,80        | 3 140,00            | 1 055,04     | 850,70            | 2 671 198                               | 42 535    | 14 291,76                               | 227,58  |
| Люцерна 1 року                | 62,8      | 50,0              | 17,82        | 3 140,00            | 1 119,10     | 93,60             | 293 904                                 | 4 680     | 1 667,95                                | 26,56   |
| Люцерна 2 року                | 62,8      | 90,0              | 29,70        | 5 652,00            | 1 865,16     | 93,60             | 529 027                                 | 8 424     | 2 779,92                                | 44,27   |
| Люцерна 3 року                | 62,8      | 70,0              | 23,17        | 4 396,00            | 1 454,82     | 93,60             | 411 466                                 | 6 552     | 2 168,34                                | 34,53   |
| Озима пшениця                 | 62,8      | 70,0              | 25,90        | 4 396,00            | 1 626,52     | 895,80            | 3 937 937                               | 62 706    | 23 201,22                               | 369,45  |
| Просо на зерно                | 62,8      | 35,0              | 16,00        | 2 198,00            | 1 004,80     | 1 400,00          | 3 077 200                               | 49 000    | 22 400,00                               | 356,69  |
| Кукурудза на зерно            | 62,8      | 120,0             | 27,50        | 7 536,00            | 1 727,00     | 873,50            | 6 582 696                               | 104 820   | 24 021,25                               | 382,50  |
| Буряк цукровий                | 94,2      | 900,0             | 450,00       | 84 780,00           | 42 390,00    | 200,00            | 16 956 000                              | 180 000   | 90 000,00                               | 955,41  |
| Всього                        | 435,2     | x                 | x            | x                   | x            | x                 | 34 459 427,60                           | 68 128,56 | 180 530,44                              | 356,92  |

Таблиця 10.6 – Загальні витрати і чистий прибуток при зрошенні

| Сільськогосподарська культура | Площа, га | Вартість валової продукції, грн. | Меліоративні витрати, грн. |         | Сільськогосподарські витрати, грн. |             | Загальні витрати, грн. |         | Чистий прибуток, грн. |          |
|-------------------------------|-----------|----------------------------------|----------------------------|---------|------------------------------------|-------------|------------------------|---------|-----------------------|----------|
|                               |           |                                  | всього                     | на 1га  | на 1га                             | всього      | всього                 | на 1 га | всього                | на 1 га  |
| Ярий ячмінь                   | 62,8      | 2671198                          | 491936,2                   | 7833,4  | 13000                              | 816400      | 1308336,2              | 20833,4 | 1 362 861,8           | 21701,6  |
| Люцерна 1 року                | 62,8      | 293904                           | 983872,4                   | 15666,8 | 12000                              | 753600      | 1737472,4              | 27666,8 | - 1 443 568,4         | -22986,8 |
| Люцерна 2 року                | 62,8      | 529027,2                         | 1639787,3                  | 26111,3 | 9238                               | 580115      | 2219902,3              | 35348,8 | - 1 690 875,1         | -26924,8 |
| Люцерна 3 року                | 62,8      | 411465,6                         | 1024867,1                  | 16319,5 | 8750                               | 549500      | 1574367,1              | 25069,5 | - 1 162 901,5         | -18517,5 |
| Озима пшениця                 | 62,8      | 3937936,8                        | 696909,6                   | 11097,3 | 16200                              | 1017360     | 1714269,6              | 27297,3 | 2 223 667,2           | 35408,7  |
| Просо на зерно                | 62,8      | 3077200                          | 491936,2                   | 7833,4  | 10150                              | 637428,792  | 1129365,0              | 17983,5 | 1 947 835,0           | 31016,5  |
| Кукурудза на зерно            | 62,8      | 6582696                          | 655914,9                   | 10444,5 | 18175                              | 1141390     | 1797304,9              | 28619,5 | 4 785 391,1           | 76200,5  |
| Буряк цукровий                | 94,2      | 16956000                         | 1475808,6                  | 15666,8 | 14750                              | 1389450     | 2865258,6              | 30416,8 | 14 090 741,4          | 149583,2 |
| Всього                        | 435,2     | 34 459 427,60                    | 7461032,2                  | 17143,9 | 15820,9                            | 6885243,792 | 14346276,0             | 32964,8 | 20 113 151,6          | 46215,9  |

Окрім базових розрахунків, важливо також визначити інтегральні показники ефективності, які дають змогу комплексно оцінити вигідність проєкту. До них належать чистий приведений дохід, норма рентабельності (ВНР) та індекс прибутковості інвестицій. Застосування цих показників дозволяє врахувати фактор часу, зміну вартості грошей та порівняти варіанти ведення вирощування сільськогосподарських культур із зрошенням і без нього.

Узагальнюючи всі складові, формують підсумкові техніко-економічні показники: коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, рівень рентабельності виробництва, строк окупності інвестицій, а також очікувану прибавку до валового і чистого доходу господарства. На основі цих даних приймають рішення щодо доцільності реалізації проєкту, визначають оптимальні параметри системи та планують подальші етапи її впровадження.

Таблиця 10.7 – Основні показники техніко-економічні проєкту

| Показник   | Значення  |
|--|-----------|
| Площа зрошення, га                                   | 435,20    |
| Об'єм поданої води, тис.м <sup>3</sup>               | 1 142,96  |
| Сумарні сільськогосподарські витрати, тис.грн.       | 6 885,24  |
| Сумарні меліоративні витрати, тис.грн                | 7 461,03  |
| в т.ч. - амортизаційні                               | 838,61    |
| - поточний ремонт                                    | 425,06    |
| - заробітна платня                                   | 230,16    |
| - капітальний ремонт                                 | 500,03    |
| - електроенергія                                     | 5 180,35  |
| - паливно-мастильні матеріали                        | 155,41    |
| - адміністративно-господарчі                         | 57,54     |
| - інші   | 73,87     |
| Всього витрат, тис.грн.                              | 14 346,28 |
| Собівартість 1 м <sup>3</sup> води, грн              | 12,55     |
| Чистий дохід, тис.грн.                               | 20 113    |
| Рентабельність сільськогосподарського виробництва, % | 140,20    |
| Термін окупності, років                              | 2         |
| Капіталовкладення, тис.грн                           | 24381,714 |
| Коефіцієнт ефективності капітальних вкладень         | 0,41      |

## ВИСНОВКИ

Проект системи зрошення для господарства ТОВ «Ранет» Дніпровського району Дніпропетровської області, у якому застосовано спосіб зрошення дощуванням машиною ДМ «Фрегат», дає можливість суттєво підвищити ефективність вирощування сільськогосподарських культур.

Загальна зрошувана площа становить: нетто – 435,2 га, брутто – 452,6 га.

Вода для зрошення ділянки ТОВ «Ранет» подається зі ставка на річці Суха Сура, яка є малою рівнинною притокою річки Мокра Сура та характеризується нестійким водним режимом, особливо в літній період. Це зумовлює необхідність регулювання стоку та ретельного планування водозабору для забезпечення потреб зрошення.

Гідрохімічні показники води річки свідчать про загальну мінералізацію 2,3–2,6 г/л. Вона належить до слабосолоних та за хімічним складом характеризується як сульфатно-гідрокарбонатна кальцієво-натрієва. Такий склад є типовим для степових регіонів із посушливим кліматом і лесовими відкладами. Переважання сульфатів серед аніонів (56,3 %) та магнію й натрію серед катіонів (46 % і 31,8 % відповідно) вказує на помірну мінералізацію та потенційну небезпеку засолення ґрунтів за інтенсивного використання води без належного контролю.

Значення  $pH = 8,4$  свідчить про слабколужну реакцію, характерну для вод, що контактують із карбонатними породами. Загалом якість води Сухої Сури є придатною для використання в системах зрошення, однак потребує дотримання режиму водокористування, періодичного моніторингу солоності та належного управління меліоративним станом ґрунтів, щоб запобігти вторинному засоленню та втраті родючості.

Обробку матеріалів виконано кластерним методом, що дозволило згрупувати роки за подібністю кліматичних характеристик і виокремити групу років, найбільш близьких до умов 75 % забезпеченості. На основі кластерного аналізу як рік-модель прийнято осереднені дані років, що характеризуються середньою

посушливістю. Обраний рік-модель забезпечує достатню точність воднобалансових розрахунків і дає можливість сформувавши ефективний режим зрошення, який відповідає нормативним вимогам та сприяє стабільній урожайності.

У роботі застосовано два підходи до визначення оптимального режиму зрошення: біокліматичний метод А. М. і С. М. Алпатьєвих та удосконалений біокліматичний метод В. П. Остапчика. Проведені розрахунки та їх порівняння дали змогу оцінити різницю у визначенні поливних норм за кожним із методів. На основі аналізу водоспоживання обрано режим зрошення, визначений за біокліматичним методом Алпатьєвих, який забезпечує раціональне використання водних ресурсів, мінімальні витрати поливної води та необхідний рівень зволоження ґрунту. При визначенні режиму поливів ураховано особливості технології дощування та потреби культур, що вирощуються у господарстві.

У роботі виконано проектування розташування сівозмінної ділянки на плані, елементів техніки поливу та складено календарний графік поливів, на підставі якого визначено гідромодуль – 0,69 л/(с·га).

У дипломному проєкті прийнято радіально-променевою схемою з розташуванням розподільних трубопроводів першого порядку від НСП уздовж полів. Гідрравлічним розрахунком визначено діаметри та матеріал труб. Для будівництва системи передбачено використання поліетиленових труб діаметром 315, 400 і 500 мм. Встановлено необхідний напір насосної станції – 62 м. Запроєктовано три розподільчі колодязі.

На підставі проведених розрахунків виконано креслення зрошувальної мережі: деталювальну схему, поздовжній і поперечний профілі.

Запроєктовано систему ловчих дрен на зрошуваній ділянці, представлену поліетиленовими трубами загальною довжиною 4310 м.

Дипломним проєктом передбачено організацію та технологію будівництва закритої зрошувальної мережі й дренажу: визначено обсяги основних будівельно-монтажних робіт, підібрано комплект будівельних машин, описано технологію виконання робіт, проведено калькуляцію трудових витрат та складено календарний графік будівництва.

Оцінено вплив проєктованої системи на навколишнє середовище – повітряний простір, ґрунтовий покрив і соціальну сферу.

Кошторисна вартість будівництва закритої зрошувальної мережі визначена відповідно до чинних нормативних документів з ціноутворення в будівництві, що регламентують порядок формування витрат на спорудження інженерних мереж та гідромеліоративних систем. Розрахунок виконано ресурсним методом із використанням фактичних цін на матеріали, обладнання, будівельні машини та трудові ресурси на дату складання кошторису. Розрахунок здійснено за допомогою програмного комплексу «Кошторис 8.0».

Загальна вартість будівництва згідно зведеного кошторисного розрахунку склала 24 381 714 грн.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кабінет Міністрів України. Розпорядження від 14 серпня 2019 р. № 688-р «Про схвалення Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року» // База даних «Законодавство України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/688-2019-%D1%80> (дата звернення: 04.11.2025 ).
2. Кабінет Міністрів України. Розпорядження від 21 жовтня 2020 р. № 1567-р «Про затвердження Плану заходів з реалізації Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року» // База даних «Законодавство України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1567-2020-%D1%80> (дата звернення: 04.11.2025 ).
3. Організація Об'єднаних Націй. Цілі сталого розвитку (ЦСР). URL: <https://www.undp.org/uk/ukraine/tsili-staloho-rozvytku> (дата звернення: 04.11.2025 ).
4. Кабінет Міністрів України. «Деякі питання забезпечення досягнення Цілей сталого розвитку в Україні»: Розпорядження від 29 листопада 2024 р. № 1190 // Офіційний сайт КМУ. URL: <https://www.kmu.gov.ua/diyalnist/cili-stalogo-rozvitku-ta-ukrayina> (дата звернення: 04.11.2025).
5. Організація Об'єднаних Націй в Україні. Добровільний національний огляд щодо Цілей сталого розвитку в Україні. URL: <https://surl.li/obanus> (дата звернення: 04.11.2025).
6. Портал «Децентралізація». Миколаївська сільська територіальна громада Дніпропетровської області [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://decentralization.gov.ua/gromada/3349> (дата звернення: 01.11.2025).
7. Паспорт Дніпропетровської області / Дніпропетровська обласна державна адміністрація [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://adm.dp.gov.ua/pro-oblast/dnipropetrovshina/pasport-oblasti> (дата звернення: 01.11.2025).
8. Адміністративно-територіальний устрій Дніпропетровської області / Дніпропетровська ОДА [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://adm.dp.gov.ua/pro-oblast/dnipropetrovshina/administrativnij-ustrij> (дата звернення: 01.11.2025).

9. Геопортал відкритих даних України (Державна служба геодезії, картографії та кадастру) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://geo.gov.ua/> (дата звернення: 01.11.2025).

10. Паранько І. С. Геологія з основами геоморфології [Текст] : навчальний посібник для вузів / І. С. Паранько, А. О. Сіворонов, О. І. Мамедов. -Кривий Ріг : Мінерал, 2018. - 373 с.

11. Національний ґрунтовий атлас України / За ред. С.А. Балюка, Л.І. Медведєва, М.В. Тараріко. – Київ: Центр європ. та міжнар. досліджень, 2018. – 264 с.

12. Геологічна будова України. Сайт [geografiamozil2!](http://geografiamozil2.jimdofree.com/). URL: <https://geografiamozil2.jimdofree.com/головна/геологічна-будова/> (дата звернення: 14.11.2025).

13. Врублевська О.О., Катеруша Г.П. Навчальний посібник з дисципліни «Клімат України та прикладні аспекти його використання» – Одеса: ОДЕКУ, 2012. – 180 с.

14. Агрокліматичний довідник по Дніпропетровській області (1986 - 2005 рр.) / За редакцією О.Т. Прохоренко, Т.І. Адаменко. – Дніпропетровськ: Поліграфічний центр ППВКФ „Поліграф-Медіа”, 2011. – 231 с.

15. Український гідрометеорологічний центр. Кліматична характеристика Дніпровського району Дніпропетровської області [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://meteo.gov.ua> (дата звернення: 01.11.2025).

16. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища України за 2023 рік / Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. – К., 2024.

17. Дніпровська обласна військова адміністрація. Природні умови та клімат регіону [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://adm.dp.gov.ua> (дата звернення: 01.11.2025).

18. Климат Украины / Под ред. М.І. Бабиченко. – К.: Наукова думка, 2021. – 328 с.

19. Класифікація и діагностика почв України / За ред. І.І. Панькова. – Харків: ХНАУ, 2019. – 356 с.
20. ДСТУ 4362:2004. Ґрунти. Визначення гранулометричного (механічного) складу. – Київ: Держспоживстандарт України, 2005. – 14 с.
21. Маринич А.М., Шищенко П.Г. Фізична географія Української РСР. – К.: Вища школа, 1982. – 208 с.
22. Гідрографічна характеристика річок України [Електронний ресурс] / Державне агентство водних ресурсів України. – Режим доступу: <https://davr.gov.ua> (дата звернення: 01.11.2025).
23. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні за 2022 рік. – К. : Міндовкілля України, 2023. – 282 с.
24. Ковальчук І.П., Кураєв В.М. Гідрохімічна характеристика поверхневих вод степової зони України // Вісник ДНУ. Сер. Географія. – 2021. – Т. 29, № 2. – С. 55–63.
25. Державна служба статистики України. Дніпропетровська область: сільське господарство – інфографіка [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://dp.ukrstat.gov.ua/infografika/2023/sg\\_2022.pdf](https://dp.ukrstat.gov.ua/infografika/2023/sg_2022.pdf) (дата звернення: 04.11.2025).
26. Climate-Data.org. Dnipropetrovsk – climate: averages & graphs [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://surl.li/fnzpqh/> (дата звернення: 04.11.2025).
27. Дніпропетровська обласна державна адміністрація. Водні ресурси Дніпропетровської області [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://adm.dp.gov.ua/> (конкретний файл/сторінка: План заходів / звіт) (дата звернення: 04.11.2025).
28. Григор'єва Х.А. Зрошення та продовольча безпека в контексті дефіциту води: правові проблеми та перспективи [Електронний ресурс] / Х.А. Григор'єва. – Серія ПРАВО. Вип. 83, 2024. – Режим доступу: <https://visnyk-juris-uzhnu.com/wp-content/uploads/2024/07/14-1.pdf> (дата звернення: 04.11.2025).
29. Tkachuk, A. V., & Tkachuk, T. I. (2023). Methodology for determining the availability of natural moistening of the territory by hydrometeorological conditions for

the needs of land reclamation. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1254(1), 012090. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1254/1/012090>.

30. В.І. Доценко, В.Ю. Запорожченко, В.В. Коваленко, Д.М. Онопрієнко, І.Ю. Шинкаренко. Розрахунок режимів зрошення сільськогосподарських культур: навч. посіб. – Дніпро: ДДАЕУ, 2023. 356 с.
31. ДБН В.2.4.-1-99 Меліоративні системи і споруди. – К.: Держбуд України, 2000. – 180 с.
32. Методичні вказівки з визначення типового розподілу метеофакторів в характерні по умовах зволоження періоди вегетації для виконання водобалансових розрахунків та агрометеорологічних прогнозів. НТД 33-04-03-93. – Київ : Урожай, 1993. – 37 с.
33. Фрегат, завод. Дошувальна машина фронтальної дії ДМФ [Електронний ресурс] : технічний опис та інструкція з експлуатації. – Миколаїв : Завод «Фрегат», 2020. – 44 с. – Режим доступу: [https://fregat.mk.ua/wp-content/uploads/2021/02/ru\\_dmf\\_062020.pdf](https://fregat.mk.ua/wp-content/uploads/2021/02/ru_dmf_062020.pdf) (дата звернення: 06.11.2025).
34. Доценко В.І. Зрошення сільськогосподарських культур способом дощування: навчальний посібник / В.І. Доценко, В.В. Морозов, Д.М. Онопрієнко – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2014. – 448 с.
35. Рокочинський А.М. Проектування закритих зрошувальних систем: навчальний посібник / А.М. Рокочинський, Ю.І. Гринь, В.І. Доценко, П.І. Мендсь, В.В. Коваленко, С.М. Кропивко, Л.М. Рудаков, А.В. Ткачук //за редакцією проф. А.М. Рокочинського та проф. Ю.І. Гриня. – Рівне: НУВГП – Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2015. – 374 с.
36. ДСТУ EN 12201-2:2018. Системи пластикових труб для подачі води, призначеної для споживання людиною, та для подачі води, призначеної для загального використання, і для стічних вод під тиском. Поліетилен (PE). Частина 2. Труби. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 44 с. (EN 12201-2:2011, IDT).
37. ДСТУ Б А.2.4-34:2008. Система проектної документації для будівництва. Правила виконання робочої документації гідромеліоративних лінійних споруд. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 36 с.

38. ДСТУ Б А.2.4-1:2009. Умовні графічні зображення та умовні позначки трубопроводів та їх елементів. – Чинний від 2010-04-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 32 с.
39. Братчун В. І. Проектування автомобільних доріг: навчальний посібник. – Харків: Кизман-Тех, 2013. – 264 с.
40. Миколайко, В. П., Кирилюк, В. П., Козинська, І. П. Полезахисні лісові смуги як землі сільськогосподарського призначення / В. П. Миколайко, В. П. Кирилюк, І. П. Козинська // *Збалансоване природокористування*. – 2020. – Вип. 2. – С. 45–52. – DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2020.208814>.
41. Морозов О., Морозов В., Козленко Є. Системний підхід у дослідженнях технічної ефективності закритого горизонтального дренажу / О. Морозов, В. Морозов, Є. Козленко. – Херсон : ХДАЕУ, 2021. – 24 с.
42. ВСН 33-2.2.03-86. Мелиоративные системы и сооружения. Дренаж на орошаемых землях. Нормы проектирования. Чинний від 1987-11-01. Вид. офіц. М: Минводхоз СССР, 1987. 92 с.
43. ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013. Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 41 с.
44. ДСТУ-Н Б В.2.5-68:2012. Настанова з будівництва, монтажу та контролю якості трубопроводів зовнішніх мереж водопостачання та каналізації. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 87 с.
45. ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Проектування та монтаж мереж водопостачання та каналізації з пластикових труб. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 44 с.
46. BN01:5010-8744-9592-7634. Кошторисні норми України (КНУ) Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Чинний від 2021-12-31. Вид. офіц. Київ : Мінрегіону, 2021. URL: [https://e-construction.gov.ua/laws\\_detail/3043786250923279794?doc\\_type=1](https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3043786250923279794?doc_type=1) (дата звернення: 10.11.2025).

47. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. На заміну ДБН А.3.1-5-2009 ; чинний від 2017-01-01. Вид. офіц. Київ : М-во регіон. розвитку, буд-ва та житлово-комун. госп-ва України, 2016. 97 с.
48. Кошторисні норми України. Настанова з визначення вартості проєктних, науково-проєктних, вишукувальних робіт та експертизи проєктної документації на будівництво. – Київ : Мінрегіон України, 2021. – 146 с.
49. Кошторисні норми України. Настанова з визначення вартості будівництва : наст. – Київ : Мінрегіон України, 2021. – 183 с.
50. Кабінет Міністрів України. Постанова № 560 від 11 травня 2011 р. «Про затвердження Порядку затвердження проєктів будівництва і проведення їх експертизи» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/560-2011-%D0%BF#Text> (дата звернення: 30.11.2025 р).

# ДОДАТКИ

## Додаток А

Таблиця А.1 - Статистичний ряд спостережень за метеорологічними показниками та їх комплексами, сформований на основі багаторічних даних спостережень на МС Комісарівка

| Рік  | $\Sigma P$ , мм | d, мб | t, *C | a, % | E <sub>о</sub> , мм | Ш    | ГТКП | ГТКВ |
|------|-----------------|-------|-------|------|---------------------|------|------|------|
| 1946 | 253             | 10,4  | 18,1  | 49,5 | 1011                | 3,99 | 0,77 | 3,06 |
| 1947 | 235             | 10    | 17,1  | 48,3 | 989                 | 4,2  | 0,75 | 3,16 |
| 1948 | 309             | 8,6   | 16,8  | 54,6 | 855                 | 2,77 | 1,01 | 2,79 |
| 1949 | 265             | 8,3   | 15,4  | 52,3 | 842                 | 3,18 | 0,94 | 2,98 |
| 1950 | 195             | 9     | 16,8  | 52,8 | 891                 | 4,57 | 0,63 | 2,89 |
| 1951 | 225             | 10,4  | 17,8  | 48,5 | 1017                | 4,51 | 0,69 | 3,13 |
| 1952 | 256             | 8,6   | 16,3  | 53,2 | 863                 | 3,38 | 0,86 | 2,89 |
| 1953 | 172             | 9,2   | 16,7  | 51,4 | 912                 | 5,32 | 0,56 | 2,99 |
| 1954 | 229             | 11,8  | 18,2  | 43,2 | 1143                | 4,99 | 0,69 | 3,44 |
| 1955 | 234             | 7,8   | 15,6  | 55,6 | 791                 | 3,38 | 0,82 | 2,77 |
| 1956 | 312             | 7,7   | 15,5  | 55,9 | 783                 | 2,51 | 1,1  | 2,76 |
| 1957 | 161             | 10,1  | 17,7  | 49,7 | 991                 | 6,15 | 0,5  | 3,06 |
| 1958 | 325             | 7     | 15,5  | 59,8 | 714                 | 2,19 | 1,14 | 2,51 |
| 1959 | 207             | 9,7   | 19,2  | 56,3 | 924                 | 4,46 | 0,59 | 2,63 |
| 1960 | 281             | 8,8   | 16,4  | 52,4 | 882                 | 3,14 | 0,94 | 2,94 |
| 1961 | 235             | 8,4   | 16,5  | 54,9 | 838                 | 3,57 | 0,78 | 2,78 |
| 1962 | 175             | 9,2   | 16,9  | 51,9 | 912                 | 5,22 | 0,56 | 2,95 |
| 1963 | 278             | 10,2  | 17,5  | 48,6 | 1000                | 3,6  | 0,87 | 3,13 |
| 1964 | 241             | 8,3   | 16,3  | 54,7 | 834                 | 3,46 | 0,81 | 2,8  |
| 1965 | 236             | 8,1   | 14,9  | 51,4 | 834                 | 3,53 | 0,87 | 3,07 |
| 1966 | 344             | 8,7   | 17,3  | 55,3 | 862                 | 2,5  | 1,09 | 2,73 |
| 1967 | 210             | 9,4   | 17,2  | 51,6 | 931                 | 4,43 | 0,67 | 2,96 |
| 1968 | 120             | 10,9  | 17,6  | 45,8 | 1065                | 8,84 | 0,37 | 3,3  |
| 1969 | 295             | 8,1   | 15,9  | 55   | 813                 | 2,76 | 1,01 | 2,79 |
| 1970 | 284             | 8     | 16,6  | 57,5 | 796                 | 2,8  | 0,94 | 2,62 |
| 1971 | 280             | 8,1   | 16,2  | 55,7 | 811                 | 2,89 | 0,95 | 2,74 |
| 1972 | 263             | 12    | 18,7  | 43,9 | 1158                | 4,41 | 0,77 | 3,38 |
| 1973 | 320             | 7,1   | 15,6  | 59,6 | 719                 | 2,25 | 1,12 | 2,52 |
| 1974 | 347             | 7     | 15,4  | 59,7 | 709                 | 2,05 | 1,23 | 2,52 |
| 1975 | 182             | 11,9  | 19,1  | 45,6 | 1141                | 6,29 | 0,52 | 3,27 |
| 1976 | 398             | 6     | 15    | 64,2 | 618                 | 1,55 | 1,45 | 2,25 |
| 1977 | 451             | 6,1   | 15,5  | 64,9 | 621                 | 1,38 | 1,59 | 2,19 |
| 1978 | 365             | 6,2   | 14,7  | 62,8 | 634                 | 1,74 | 1,35 | 2,35 |
| 1979 | 245             | 9,7   | 17,1  | 49,7 | 963                 | 3,92 | 0,78 | 3,08 |
| 1980 | 498             | 5,5   | 14,7  | 67   | 563                 | 1,13 | 1,85 | 2,09 |
| 1981 | 291             | 8,7   | 16,7  | 54   | 862                 | 2,96 | 0,95 | 2,83 |
| 1982 | 293             | 6,9   | 15,7  | 61,1 | 694                 | 2,37 | 1,02 | 2,42 |
| 1983 | 196             | 9,3   | 17,2  | 51,9 | 922                 | 4,71 | 0,62 | 2,94 |
| 1984 | 318             | 7,9   | 16,4  | 57,5 | 787                 | 2,47 | 1,06 | 2,62 |
| 1985 | 332             | 7,6   | 16,2  | 58,7 | 758                 | 2,29 | 1,12 | 2,56 |
| 1986 | 193             | 10,1  | 17,3  | 48,3 | 998                 | 5,18 | 0,61 | 3,16 |
| 1987 | 256             | 6,6   | 14,8  | 60,1 | 681                 | 2,66 | 0,95 | 2,52 |
| 1988 | 315             | 7,6   | 17    | 60,8 | 748                 | 2,38 | 1,01 | 2,4  |
| 1989 | 302             | 8,1   | 16,9  | 57,6 | 804                 | 2,66 | 0,98 | 2,6  |
| 1990 | 290             | 7,2   | 15,7  | 59,5 | 724                 | 2,5  | 1,01 | 2,52 |
| 1991 | 304             | 7,8   | 16,8  | 59,2 | 771                 | 2,53 | 0,99 | 2,5  |
| 1992 | 245             | 8,7   | 16,1  | 52,4 | 870                 | 3,55 | 0,83 | 2,95 |
| 1993 | 288             | 7,1   | 15,4  | 59,2 | 721                 | 2,5  | 1,02 | 2,55 |
| 1994 | 276             | 9     | 17,2  | 53,7 | 891                 | 3,23 | 0,88 | 2,83 |
| 1995 | 405             | 7,8   | 16,9  | 58,9 | 778                 | 1,92 | 1,31 | 2,52 |
| 1996 | 398             | 8,6   | 16,9  | 55   | 852                 | 2,14 | 1,29 | 2,76 |

|      |     |      |      |      |      |      |      |      |
|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| 1997 | 378 | 6,4  | 15,5 | 63,5 | 646  | 1,71 | 1,33 | 2,28 |
| 1998 | 183 | 9,2  | 17,8 | 54,5 | 897  | 4,9  | 0,56 | 2,76 |
| 1999 | 207 | 9,6  | 17,9 | 53,1 | 934  | 4,52 | 0,63 | 2,85 |
| 2000 | 381 | 7,6  | 16,9 | 59,9 | 759  | 1,99 | 1,23 | 2,46 |
| 2001 | 267 | 8,3  | 17,5 | 57,9 | 819  | 3,06 | 0,84 | 2,56 |
| 2002 | 298 | 9,5  | 17,7 | 52,9 | 929  | 3,12 | 0,92 | 2,86 |
| 2003 | 218 | 9    | 16,8 | 52,8 | 891  | 4,09 | 0,71 | 2,9  |
| 2004 | 375 | 6,4  | 16   | 64,6 | 642  | 1,71 | 1,28 | 2,19 |
| 2005 | 210 | 8,7  | 17,6 | 56,2 | 857  | 4,08 | 0,65 | 2,67 |
| 2006 | 201 | 8,7  | 17,3 | 55,6 | 859  | 4,27 | 0,64 | 2,71 |
| 2007 | 291 | 11,3 | 18,6 | 46,7 | 1094 | 3,76 | 0,86 | 3,22 |
| 2008 | 452 | 7,8  | 16,9 | 59   | 777  | 1,72 | 1,46 | 2,51 |
| 2009 | 129 | 10,3 | 17,6 | 48,4 | 1013 | 7,83 | 0,4  | 3,14 |
| 2010 | 325 | 11,3 | 22,9 | 59,3 | 1006 | 3,1  | 0,78 | 2,41 |

Таблиця А.2 – Статистична обробка основних метеорологічних факторів та розрахованих на їх основі комплексів

| №<br>п/п | У спадному порядку |      |      |      |      |      | У зростаючому порядку |      |      |      |      |      |      |      |  |
|----------|--------------------|------|------|------|------|------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|          | SP,мм              | рік  | a,%  | рік  | ГТКП | рік  | d,мм                  | рік  | t,*C | рік  | П    | рік  | ГТКВ | рік  |  |
| 1        | 498                | 1980 | 67   | 1980 | 1,85 | 1980 | 5,5                   | 1980 | 14,7 | 1978 | 1,13 | 1980 | 2,09 | 1980 |  |
| 2        | 452                | 2008 | 64,9 | 1977 | 1,59 | 1977 | 6                     | 1976 | 14,7 | 1980 | 1,38 | 1977 | 2,19 | 1977 |  |
| 3        | 451                | 1977 | 64,6 | 2004 | 1,46 | 2008 | 6,1                   | 1977 | 14,8 | 1987 | 1,55 | 1976 | 2,19 | 2004 |  |
| 4        | 405                | 1995 | 64,2 | 1976 | 1,45 | 1976 | 6,2                   | 1978 | 14,9 | 1965 | 1,71 | 1997 | 2,25 | 1976 |  |
| 5        | 398                | 1996 | 63,5 | 1997 | 1,35 | 1978 | 6,4                   | 1997 | 15   | 1976 | 1,71 | 2004 | 2,28 | 1997 |  |
| 6        | 398                | 1976 | 62,8 | 1978 | 1,33 | 1997 | 6,4                   | 2004 | 15,4 | 1974 | 1,72 | 2008 | 2,35 | 1978 |  |
| 7        | 381                | 2000 | 61,1 | 1982 | 1,31 | 1995 | 6,6                   | 1987 | 15,4 | 1949 | 1,74 | 1978 | 2,4  | 1988 |  |
| 8        | 378                | 1997 | 60,8 | 1988 | 1,29 | 1996 | 6,9                   | 1982 | 15,4 | 1993 | 1,92 | 1995 | 2,41 | 2010 |  |
| 9        | 375                | 2004 | 60,1 | 1987 | 1,28 | 2004 | 7                     | 1974 | 15,5 | 1977 | 1,99 | 2000 | 2,42 | 1982 |  |
| 10       | 365                | 1978 | 59,9 | 2000 | 1,23 | 2000 | 7                     | 1958 | 15,5 | 1956 | 2,05 | 1974 | 2,46 | 2000 |  |
| 11       | 347                | 1974 | 59,8 | 1958 | 1,23 | 1974 | 7,1                   | 1973 | 15,5 | 1958 | 2,14 | 1996 | 2,5  | 1991 |  |
| 12       | 344                | 1966 | 59,7 | 1974 | 1,14 | 1958 | 7,1                   | 1993 | 15,5 | 1997 | 2,19 | 1958 | 2,51 | 1958 |  |
| 13       | 332                | 1985 | 59,6 | 1973 | 1,12 | 1985 | 7,2                   | 1990 | 15,6 | 1973 | 2,25 | 1973 | 2,51 | 2008 |  |
| 14       | 325                | 2010 | 59,5 | 1990 | 1,12 | 1973 | 7,6                   | 1985 | 15,6 | 1955 | 2,29 | 1985 | 2,52 | 1973 |  |
| 15       | 325                | 1958 | 59,3 | 2010 | 1,1  | 1956 | 7,6                   | 1988 | 15,7 | 1982 | 2,37 | 1982 | 2,52 | 1974 |  |
| 16       | 320                | 1973 | 59,2 | 1993 | 1,09 | 1966 | 7,6                   | 2000 | 15,7 | 1990 | 2,38 | 1988 | 2,52 | 1987 |  |
| 17       | 318                | 1984 | 59,2 | 1991 | 1,06 | 1984 | 7,7                   | 1956 | 15,9 | 1969 | 2,47 | 1984 | 2,52 | 1990 |  |
| 18       | 315                | 1988 | 59   | 2008 | 1,02 | 1993 | 7,8                   | 1991 | 16   | 2004 | 2,5  | 1966 | 2,52 | 1995 |  |
| 19       | 312                | 1956 | 58,9 | 1995 | 1,02 | 1982 | 7,8                   | 1955 | 16,1 | 1992 | 2,5  | 1990 | 2,55 | 1993 |  |
| 20       | 309                | 1948 | 58,7 | 1985 | 1,01 | 1948 | 7,8                   | 1995 | 16,2 | 1971 | 2,5  | 1993 | 2,56 | 1985 |  |
| 21       | 304                | 1991 | 57,9 | 2001 | 1,01 | 1990 | 7,8                   | 2008 | 16,2 | 1985 | 2,51 | 1956 | 2,56 | 2001 |  |
| 22       | 302                | 1989 | 57,6 | 1989 | 1,01 | 1988 | 7,9                   | 1984 | 16,3 | 1952 | 2,53 | 1991 | 2,6  | 1989 |  |
| 23       | 298                | 2002 | 57,5 | 1984 | 1,01 | 1969 | 8                     | 1970 | 16,3 | 1964 | 2,66 | 1987 | 2,62 | 1970 |  |
| 24       | 295                | 1969 | 57,5 | 1970 | 0,99 | 1991 | 8,1                   | 1965 | 16,4 | 1984 | 2,66 | 1989 | 2,62 | 1984 |  |
| 25       | 293                | 1982 | 56,3 | 1959 | 0,98 | 1989 | 8,1                   | 1969 | 16,4 | 1960 | 2,76 | 1969 | 2,63 | 1959 |  |
| 26       | 291                | 2007 | 56,2 | 2005 | 0,95 | 1987 | 8,1                   | 1971 | 16,5 | 1961 | 2,77 | 1948 | 2,67 | 2005 |  |
| 27       | 291                | 1981 | 55,9 | 1956 | 0,95 | 1981 | 8,1                   | 1989 | 16,6 | 1970 | 2,8  | 1970 | 2,71 | 2006 |  |
| 28       | 290                | 1990 | 55,7 | 1971 | 0,95 | 1971 | 8,3                   | 1949 | 16,7 | 1981 | 2,89 | 1971 | 2,73 | 1966 |  |
| 29       | 288                | 1993 | 55,6 | 2006 | 0,94 | 1960 | 8,3                   | 1964 | 16,7 | 1953 | 2,96 | 1981 | 2,74 | 1971 |  |
| 30       | 284                | 1970 | 55,6 | 1955 | 0,94 | 1949 | 8,3                   | 2001 | 16,8 | 1991 | 3,06 | 2001 | 2,76 | 1956 |  |
| 31       | 281                | 1960 | 55,3 | 1966 | 0,94 | 1970 | 8,4                   | 1961 | 16,8 | 1948 | 3,1  | 2010 | 2,76 | 1996 |  |
| 32       | 280                | 1971 | 55   | 1996 | 0,92 | 2002 | 8,6                   | 1948 | 16,8 | 1950 | 3,12 | 2002 | 2,76 | 1998 |  |
| 33       | 278                | 1963 | 55   | 1969 | 0,88 | 1994 | 8,6                   | 1952 | 16,8 | 2003 | 3,14 | 1960 | 2,77 | 1955 |  |
| 34       | 276                | 1994 | 54,9 | 1961 | 0,87 | 1963 | 8,6                   | 1996 | 16,9 | 1989 | 3,18 | 1949 | 2,78 | 1961 |  |
| 35       | 267                | 2001 | 54,7 | 1964 | 0,87 | 1965 | 8,7                   | 1966 | 16,9 | 1962 | 3,23 | 1994 | 2,79 | 1969 |  |
| 36       | 265                | 1949 | 54,6 | 1948 | 0,86 | 2007 | 8,7                   | 1981 | 16,9 | 1995 | 3,38 | 1952 | 2,79 | 1948 |  |
| 37       | 263                | 1972 | 54,5 | 1998 | 0,86 | 1952 | 8,7                   | 1992 | 16,9 | 1996 | 3,38 | 1955 | 2,8  | 1964 |  |
| 38       | 256                | 1952 | 54   | 1981 | 0,84 | 2001 | 8,7                   | 2005 | 16,9 | 2000 | 3,46 | 1964 | 2,83 | 1981 |  |
| 39       | 256                | 1987 | 53,7 | 1994 | 0,83 | 1992 | 8,7                   | 2006 | 16,9 | 2008 | 3,53 | 1965 | 2,83 | 1994 |  |
| 40       | 253                | 1946 | 53,2 | 1952 | 0,82 | 1955 | 8,8                   | 1960 | 17   | 1988 | 3,55 | 1992 | 2,85 | 1999 |  |
| 41       | 245                | 1992 | 53,1 | 1999 | 0,81 | 1964 | 9                     | 1950 | 17,1 | 1979 | 3,57 | 1961 | 2,86 | 2002 |  |
| 42       | 245                | 1979 | 52,9 | 2002 | 0,78 | 2010 | 9                     | 1994 | 17,1 | 1947 | 3,6  | 1963 | 2,89 | 1950 |  |
| 43       | 241                | 1964 | 52,8 | 2003 | 0,78 | 1961 | 9                     | 2003 | 17,2 | 1967 | 3,76 | 2007 | 2,89 | 1952 |  |

|    |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 44 | 236 | 1965 | 52,8 | 1950 | 0,78 | 1979 | 9,2  | 1953 | 17,2 | 1983 | 3,92 | 1979 | 2,9  | 2003 |
| 45 | 235 | 1961 | 52,4 | 1960 | 0,77 | 1946 | 9,2  | 1962 | 17,2 | 1994 | 3,99 | 1946 | 2,94 | 1983 |
| 46 | 235 | 1947 | 52,4 | 1992 | 0,77 | 1972 | 9,2  | 1998 | 17,3 | 1966 | 4,08 | 2005 | 2,94 | 1960 |
| 47 | 234 | 1955 | 52,3 | 1949 | 0,75 | 1947 | 9,3  | 1983 | 17,3 | 1986 | 4,09 | 2003 | 2,95 | 1992 |
| 48 | 229 | 1954 | 51,9 | 1962 | 0,71 | 2003 | 9,4  | 1967 | 17,3 | 2006 | 4,2  | 1947 | 2,95 | 1962 |
| 49 | 225 | 1951 | 51,9 | 1983 | 0,69 | 1954 | 9,5  | 2002 | 17,5 | 1963 | 4,27 | 2006 | 2,96 | 1967 |
| 50 | 218 | 2003 | 51,6 | 1967 | 0,69 | 1951 | 9,6  | 1999 | 17,5 | 2001 | 4,41 | 1972 | 2,98 | 1949 |
| 51 | 210 | 2005 | 51,4 | 1953 | 0,67 | 1967 | 9,7  | 1979 | 17,6 | 1968 | 4,43 | 1967 | 2,99 | 1953 |
| 52 | 210 | 1967 | 51,4 | 1965 | 0,65 | 2005 | 9,7  | 1959 | 17,6 | 2005 | 4,46 | 1959 | 3,06 | 1946 |
| 53 | 207 | 1999 | 49,7 | 1957 | 0,64 | 2006 | 10   | 1947 | 17,6 | 2009 | 4,51 | 1951 | 3,06 | 1957 |
| 54 | 207 | 1959 | 49,7 | 1979 | 0,63 | 1999 | 10,1 | 1986 | 17,7 | 1957 | 4,52 | 1999 | 3,07 | 1965 |
| 55 | 201 | 2006 | 49,5 | 1946 | 0,63 | 1950 | 10,1 | 1957 | 17,7 | 2002 | 4,57 | 1950 | 3,08 | 1979 |
| 56 | 196 | 1983 | 48,6 | 1963 | 0,62 | 1983 | 10,2 | 1963 | 17,8 | 1951 | 4,71 | 1983 | 3,13 | 1951 |
| 57 | 195 | 1950 | 48,5 | 1951 | 0,61 | 1986 | 10,3 | 2009 | 17,8 | 1998 | 4,9  | 1998 | 3,13 | 1963 |
| 58 | 193 | 1986 | 48,4 | 2009 | 0,59 | 1959 | 10,4 | 1946 | 17,9 | 1999 | 4,99 | 1954 | 3,14 | 2009 |
| 59 | 183 | 1998 | 48,3 | 1947 | 0,56 | 1998 | 10,4 | 1951 | 18,1 | 1946 | 5,18 | 1986 | 3,16 | 1986 |
| 60 | 182 | 1975 | 48,3 | 1986 | 0,56 | 1962 | 10,9 | 1968 | 18,2 | 1954 | 5,22 | 1962 | 3,16 | 1947 |
| 61 | 175 | 1962 | 46,7 | 2007 | 0,56 | 1953 | 11,3 | 2007 | 18,6 | 2007 | 5,32 | 1953 | 3,22 | 2007 |
| 62 | 172 | 1953 | 45,8 | 1968 | 0,52 | 1975 | 11,3 | 2010 | 18,7 | 1972 | 6,15 | 1957 | 3,27 | 1975 |
| 63 | 161 | 1957 | 45,6 | 1975 | 0,5  | 1957 | 11,8 | 1954 | 19,1 | 1975 | 6,29 | 1975 | 3,3  | 1968 |
| 64 | 129 | 2009 | 43,9 | 1972 | 0,4  | 2009 | 11,9 | 1975 | 19,2 | 1959 | 7,83 | 2009 | 3,38 | 1972 |
| 65 | 120 | 1968 | 43,2 | 1954 | 0,37 | 1968 | 12   | 1972 | 22,9 | 2010 | 8,84 | 1968 | 3,44 | 1954 |

## Проектний режим зрошення обчислений за методом Алпатьяєвих (МС Комі-сарівка)

Розрахунок дефіциту водоспоживання

Пшениця озима

| Декада    | E,мм | P,мм | dW,мм | Wg,мм | D,мм | SD,мм | bm,% | h,м | mm,мм | n | m,мм | d,м3/га |
|-----------|------|------|-------|-------|------|-------|------|-----|-------|---|------|---------|
| 1 квітень | 17   | 18   | 50    | 0     | -44  | -44   | 70   | 0.5 | 50    |   |      |         |
| 2 квітень | 22   | 8    | 10    | 0     | 7    | -37   | 70   | 0.6 | 60    |   |      |         |
| 3 квітень | 37   | 6    | 7     | 0     | 27   | -10   | 75   | 0.8 | 65    |   | 17   |         |
| 1 травень | 42   | 10   | 8     | 0     | 28   | 18    | 75   | 0.9 | 75    | 1 | 40   | 27      |
| 2 травень | 50   | 8    | 0     | 0     | 45   | 63    | 75   | 0.9 | 75    | 1 | 40   | 37      |
| 3 травень | 40   | 25   | 15    | 0     | 10   | 73    | 70   | 0.9 | 90    |   | 28   |         |
| 1 червень | 43   | 4    | 0     | 0     | 41   | 114   | 70   | 0.9 | 90    | 1 | 40   | 26      |
| 2 червень | 28   | 19   | 15    | 0     | 2    | 116   | 65   | 0.9 | 105   |   | 21   |         |

Режим зрошення

| №полива       | Дата  | m,мм |
|---------------|-------|------|
| В             | 1.09  | 60   |
| 1             | 6.05  | 40   |
| 2             | 15.05 | 40   |
| 3             | 8.06  | 40   |
| M=180 мм      |       |      |
| SE=280 мм     |       |      |
| dmax=37 м3/га |       |      |

Кукурудза на зерно (середньостигла)

| Декада    | E,мм | P,мм | dW,мм | Wg,мм | D,мм | SD,мм | bm,% | h,м | mm,мм | n | m,мм | d,м3/га |
|-----------|------|------|-------|-------|------|-------|------|-----|-------|---|------|---------|
| 1 травень | 16   | 10   | 40    | 0     | -31  | -31   | 70   | 0.6 | 55    |   |      |         |
| 2 травень | 23   | 8    | 0     | 0     | 17   | -14   | 70   | 0.6 | 55    |   |      |         |
| 3 травень | 20   | 25   | 0     | 0     | 3    | -11   | 70   | 0.6 | 55    |   | 10   |         |
| 1 червень | 29   | 4    | -10   | 0     | 37   | 25    | 75   | 0.6 | 45    | 1 | 40   | 20      |
| 2 червень | 27   | 19   | 0     | 0     | 13   | 39    | 75   | 0.6 | 45    |   | 25   |         |
| 3 червень | 40   | 10   | 15    | 0     | 19   | 58    | 75   | 0.9 | 70    | 1 | 40   | 16      |
| 1 липень  | 38   | 23   | 0     | 0     | 22   | 80    | 75   | 0.9 | 70    |   | 21   |         |
| 2 липень  | 40   | 19   | 0     | 0     | 26   | 106   | 75   | 0.9 | 70    | 1 | 40   | 24      |
| 3 липень  | 38   | 7    | 22    | 0     | 11   | 118   | 70   | 1.0 | 95    |   | 19   |         |
| 1 серпень | 39   | 9    | 0     | 0     | 33   | 151   | 70   | 1.0 | 95    | 1 | 40   | 22      |
| 2 серпень | 19   | 29   | 17    | 0     | -18  | 133   | 65   | 1.0 | 115   |   | 7    |         |
| 3 серпень | 15   | 9    | 0     | 0     | 9    | 142   | 65   | 1.0 | 115   |   |      |         |

Режим зрошення

| №полива       | Дата  | m,мм |
|---------------|-------|------|
| 1             | 7.06  | 40   |
| 2             | 29.06 | 40   |
| 3             | 20.07 | 40   |
| 4             | 9.08  | 40   |
| M=160 мм      |       |      |
| SE=344 мм     |       |      |
| dmax=25 м3/га |       |      |

Просо (поживно)

| Декада     | E,мм | P,мм | dW,мм | Wg,мм | D,мм | SD,мм | bm,% | h,м | mm,мм | n | m,мм | d,м3/га |
|------------|------|------|-------|-------|------|-------|------|-----|-------|---|------|---------|
| 1 серпень  | 30   | 9    | 27    | 0     | -2   | -2    | 70   | 0.4 | 40    |   | 3    |         |
| 2 серпень  | 26   | 29   | 13    | 0     | -5   | -8    | 70   | 0.6 | 60    |   |      |         |
| 3 серпень  | 29   | 9    | 7     | 0     | 17   | 9     | 70   | 0.7 | 70    | 1 | 40   | 6       |
| 1 вересень | 38   | 1    | 7     | 0     | 31   | 40    | 70   | 0.8 | 80    |   | 24   |         |
| 2 вересень | 32   | 14   | -13   | 0     | 37   | 77    | 75   | 0.8 | 65    | 1 | 40   | 34      |
| 3 вересень | 22   | 6    | 0     | 0     | 18   | 95    | 75   | 0.8 | 65    | 1 | 40   | 28      |
| 1 жовтень  | 10   | 9    | 13    | 0     | -8   | 87    | 70   | 0.8 | 80    |   | 5    |         |
| 2 жовтень  | 11   | 11   | 13    | 0     | -9   | 78    | 65   | 0.8 | 90    |   |      |         |

3 жовтень 8 15 0 0 -1 77 65 0.8 90

Режим зрошення

№полива Дата т,мм

П 15.07 40

1 25.08 40

2 20.09 40

3 28.09 40

M=160 мм

SE=205 мм

dmax=34 м3/га

Буряки цукрові

Декада E,мм P,мм dW,мм Wg,мм D,мм SD,мм bm,% h,м mm,мм n т,мм d,м3/га

1 травень 16 10 27 0 -18 -18 70 0.4 35

2 травень 31 8 -2 0 27 9 75 0.5 40 1 40 4

3 травень 26 25 8 0 0 9 70 0.5 45 13

1 червень 38 4 7 0 29 38 70 0.6 55 15

2 червень 31 19 0 0 18 55 70 0.6 55 1 40 23

3 червень 41 10 13 0 21 77 70 0.8 75 19

1 липень 39 23 13 0 10 87 70 1.0 95 1 40 16

2 липень 41 19 0 0 28 115 70 1.0 95 19

3 липень 44 7 0 0 39 154 70 1.0 95 1 40 34

1 серпень 50 9 0 0 44 198 70 1.0 95 1 40 42

2 серпень 29 29 17 0 -8 190 65 1.0 115 18

3 серпень 26 9 0 0 20 210 65 1.0 115 1 40 6

1 вересень 29 1 0 0 28 239 65 1.0 115 24

2 вересень 25 14 0 0 15 254 65 1.0 115 1 40 22

3 вересень

Режим зрошення

№полива Дата т,мм

1 13.05 40

2 19.06 40

3 7.07 40

4 29.07 40

5 9.08 40

6 25.08 40

7 19.09 40

M=280 мм

SE=467 мм

dmax=42 м3/га

Люцерна минулих років на з/к (сіно)

Декада E,мм P,мм dW,мм Wg,мм D,мм SD,мм bm,% h,м mm,мм n т,мм d,м3/га

1 квітень 12 18 100 0 -98 -98 70 1.0 95

2 квітень 15 8 0 0 11 -88 70 1.0 95

3 квітень 27 6 0 0 24 -64 70 1.0 95 17

1 травень 34 10 0 0 28 -35 70 1.0 95 26

2 травень 50 8 -17 0 62 26 75 1.0 80 1 60 45

3 травень 33 25 17 0 1 27 70 1.0 95 31

1 червень 51 4 -17 0 65 92 75 1.0 80 1 60 33

2 червень 42 19 0 0 30 123 75 1.0 80 1 60 48

3 червень 43 10 17 0 21 143 70 1.0 95 25

1 липень 43 23 -17 0 46 190 75 1.0 80 1 60 33

2 липень 45 19 0 0 33 223 75 1.0 80 40

3 липень 39 7 17 0 19 242 70 1.0 95 1 60 26

1 серпень 58 9 -17 0 70 312 75 1.0 80 1 60 44

2 серпень 36 29 17 0 2 314 70 1.0 95 36

3 серпень 29 9 0 0 24 338 70 1.0 95 13

1 вересень 37 1 -17 0 52 390 75 1.0 80 1 60 38

2 вересень 38 14 0 0 29 419 75 1.0 80 41

3 вересень 29 6 17 0 8 428 70 1.0 95 1 60 19

1 жовтень 15 9 0 0 10 438 70 1.0 95 9

2 жовтень 12 11 0 0 5 443 70 1.0 95 8

Режим зрошення

| №полива       | Дата  | m,мм |
|---------------|-------|------|
| 1             | 14.05 | 60   |
| 2             | 5.06  | 60   |
| 3             | 11.06 | 60   |
| 4             | 2.07  | 60   |
| 5             | 21.07 | 60   |
| 6             | 2.08  | 60   |
| 7             | 6.09  | 60   |
| 8             | 29.09 | 60   |
| M=480 мм      |       |      |
| SE=688 мм     |       |      |
| dmax=48 м3/га |       |      |

Люцерна під покров ярого ячменю

| Декада     | E,мм | P,мм | dW,мм | Wg,мм | D,мм | SD,мм | bm,% | h,м | mm,мм | n  | m,мм | d,м3/га |
|------------|------|------|-------|-------|------|-------|------|-----|-------|----|------|---------|
| 3 квітень  | 12   | 6    | 33    | 0     | -25  | -25   | 70   | 0.4 | 35    |    |      |         |
| 1 травень  | 18   | 10   | 8     | 0     | 3    | -21   | 70   | 0.5 | 45    |    |      |         |
| 2 травень  | 30   | 8    | 8     | 0     | 16   | -5    | 70   | 0.6 | 55    | 10 |      |         |
| 3 травень  | 31   | 25   | -3    | 0     | 20   | 15    | 75   | 0.7 | 55    | 1  | 40   | 18      |
| 1 червень  | 43   | 4    | 0     | 0     | 41   | 55    | 75   | 0.7 | 55    | 1  | 40   | 30      |
| 2 червень  | 34   | 19   | 20    | 0     | 3    | 58    | 70   | 0.8 | 75    |    |      | 22      |
| 3 червень  | 35   | 10   | 0     | 0     | 30   | 87    | 70   | 0.8 | 75    | 1  | 40   | 16      |
| 1 липень   | 32   | 23   | 0     | 0     | 19   | 106   | 70   | 0.8 | 75    |    |      | 24      |
| 2 липень   | 39   | 19   | 8     | 0     | 19   | 125   | 70   | 0.9 | 85    | 1  | 40   | 19      |
| 3 липень   | 45   | 7    | 0     | 0     | 41   | 166   | 70   | 0.9 | 85    | 1  | 40   | 30      |
| 1 серпень  | 36   | 9    | 8     | 0     | 23   | 189   | 70   | 1.0 | 95    |    |      | 32      |
| 2 серпень  | 25   | 29   | -17   | 0     | 24   | 213   | 75   | 1.0 | 80    | 1  | 40   | 24      |
| 3 серпень  | 27   | 9    | 17    | 0     | 5    | 219   | 70   | 1.0 | 95    |    |      | 15      |
| 1 вересень | 34   | 1    | 0     | 0     | 33   | 252   | 70   | 1.0 | 95    | 1  | 40   | 19      |
| 2 вересень | 33   | 14   | -17   | 0     | 41   | 294   | 75   | 1.0 | 80    | 1  | 40   | 37      |
| 3 вересень | 25   | 6    | 0     | 0     | 21   | 315   | 75   | 1.0 | 80    |    |      | 31      |
| 1 жовтень  | 14   | 9    | 0     | 0     | 8    | 323   | 75   | 1.0 | 80    | 1  | 40   | 15      |

Режим зрошення

| №полива       | Дата  | m,мм |
|---------------|-------|------|
| 1             | 28.05 | 40   |
| 2             | 4.06  | 40   |
| 3             | 22.06 | 40   |
| 4             | 13.07 | 40   |
| 5             | 21.07 | 40   |
| 6             | 16.08 | 40   |
| 7             | 4.09  | 40   |
| 8             | 13.09 | 40   |
| M=320 мм      |       |      |
| SE=513 мм     |       |      |
| dmax=37 м3/га |       |      |

Средньозважена зрошувальна норма 263 мм

Середнє сумарне випаровування за вегетацію 416 мм

Примітка. E - сумарне водоспоживання с.г. культурою, мм;

P - атмосферні опади, мм;

dW - використання весняних запасів вологи, мм;

Wg - підживлення підґрунтовими водами, мм;

D - дефіцит водоспоживання за декаду, мм;

SD - сумарний дефіцит водоспоживання, мм;

bm - мінімальна передполивна вологість ґрунту, %НВ

h - глибина активного коренемісного шару ґрунту, м

mm - максимальна поливна норма, мм

m - розрахункова поливна норма, мм

n - кількість поливів за декаду

d - середньодобовий дефіцит водоспоживання, м3/га

M - зрошувальна норма, мм

SE - сумарне водоспоживання за вегетацію, мм

dmax - масимальний середньдобовий дефіцит водоспоживання, мЗ/га

## Проектний режим зрошення розрахований за удосконаленим біокліматичним методом Остапчика

Найближча метеостанція - Комісарівка

Пшениця озима

| Декада    | Фаза розвитку       | Ев   | Еб   | Ег   | f    | Е    | Р    | Wгр  | D    | SD    | h   | bm | dW   | W2   | mm  | m  | n    | dcp  |
|-----------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-----|----|------|------|-----|----|------|------|
| 1 квітень | Кущіння             | 21.6 | 21.2 | 12.6 | 0.70 | 15.8 | 17.7 | 0.00 | 5.2  | 5.2   | 0.6 | 60 | 81.0 | 75.8 | 80  |    | 2.6  |      |
| 2 квітень | Початок трубкування | 26.4 | 29.8 | 12.8 | 1.00 | 25.3 | 7.8  | 0.00 | 20.7 | 25.8  | 0.7 | 65 | 1.1  | 56.2 | 80  |    | 10.3 |      |
| 3 квітень | Трубкування         | 43.3 | 49.0 | 20.1 | 1.00 | 41.6 | 5.7  | 0.03 | 38.2 | 64.0  | 0.8 | 65 | 11.5 | 29.6 | 90  |    | 19.1 |      |
| 1 травень | Трубкування         | 48.6 | 55.4 | 24.8 | 1.00 | 47.1 | 10.2 | 0.04 | 40.9 | 104.9 | 0.9 | 65 | 11.2 | 39.9 | 100 | 40 | 1    | 20.5 |
| 2 травень | Колосіння           | 62.6 | 72.0 | 30.7 | 1.00 | 61.2 | 8.2  | 0.05 | 56.3 | 161.2 | 0.9 | 65 | 0.0  | 23.6 | 100 | 40 | 1    | 28.1 |
| 3 травень | Квітування          | 52.2 | 54.8 | 34.2 | 1.00 | 46.6 | 24.7 | 0.04 | 31.7 | 192.9 | 0.9 | 65 | 0.0  | 31.8 | 100 | 40 | 1    | 15.9 |
| 1 червень | Молочна стиглість   | 65.2 | 67.2 | 29.2 | 1.00 | 57.1 | 3.9  | 0.05 | 54.7 | 247.6 | 0.9 | 65 | 0.0  | 17.1 | 100 | 40 | 1    | 27.4 |
| 2 червень | Молочна стиглість   | 52.4 | 44.6 | 31.5 | 1.00 | 37.9 | 19.2 | 0.03 | 26.3 | 274.0 | 0.9 | 60 | 15.0 | 5.7  | 115 |    |      | 13.2 |
| 3 червень | Повна стиглість     | 63.2 | 42.3 | 31.8 | 1.00 | 36.0 | 9.6  | 0.03 | 30.2 | 304.2 | 0.9 | 60 | 0.0  | 15.6 | 115 | 40 | 1    | 15.1 |

Режим зрошення

№полив Дата т,мм

В 15.08 60

1 10.05 40

2 18.05 40

3 28.05 40

4 6.06 40

5 22.06 40

M=260 мм

SE=369 мм

SP=107 мм

dmax= 28.1 мм

Просо (позивно)

| Декада     | Фаза розвитку    | Ев   | Еб   | Ег   | f    | Е    | Р    | Wгр  | D    | SD    | h   | bm | dW   | W2   | mm  | m  | n    | dcp  |
|------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-----|----|------|------|-----|----|------|------|
| 1 серпень  | Сходи            | 73.8 | 70.1 | 36.4 | 0.15 | 35.3 | 8.6  | 0.00 | 30.1 | 30.1  | 0.5 | 60 | 40.0 | 9.9  | 40  |    | 15.0 |      |
| 2 серпень  | Кущіння          | 46.7 | 50.4 | 32.5 | 0.48 | 34.9 | 28.9 | 0.00 | 17.6 | 47.7  | 0.6 | 60 | 29.7 | 22.0 | 80  |    | 8.8  |      |
| 3 серпень  | Виход в трубку   | 47.3 | 51.1 | 23.4 | 0.70 | 36.3 | 8.6  | 0.03 | 31.2 | 78.9  | 0.7 | 60 | 12.8 | 3.6  | 90  |    | 15.6 |      |
| 1 вересень | Виход в трубку   | 57.1 | 60.0 | 24.0 | 0.80 | 44.9 | 1.2  | 0.04 | 44.1 | 123.0 | 0.7 | 60 | 0.0  | 39.5 | 90  | 40 | 2    | 22.1 |
| 2 вересень | Викидання волоті | 52.4 | 50.3 | 28.6 | 1.00 | 42.8 | 13.7 | 0.04 | 34.5 | 157.5 | 0.8 | 65 | -0.2 | 4.8  | 90  |    | 17.3 |      |
| 3 вересень | Викидання волоті | 39.1 | 37.2 | 18.4 | 1.00 | 31.6 | 6.3  | 0.03 | 27.8 | 185.3 | 0.8 | 65 | 0.0  | 17.0 | 90  | 40 | 1    | 13.9 |
| 1 жовтень  | Викидання волоті | 20.9 | 18.8 | 10.4 | 1.00 | 16.0 | 8.9  | 0.01 | 10.6 | 195.9 | 0.8 | 65 | 0.0  | 6.4  | 90  |    | 5.3  |      |
| 2 жовтень  | Викидання волоті | 21.8 | 18.5 | 11.2 | 1.00 | 15.7 | 10.5 | 0.01 | 9.4  | 205.3 | 0.8 | 60 | 13.4 | 10.3 | 105 |    | 4.7  |      |
| 3 жовтень  | Викидання волоті | 15.5 | 12.4 | 8.58 | 1.00 | 10.5 | 14.6 | 0.01 | 1.8  | 207.1 | 0.8 | 60 | 0.0  | 8.6  | 105 |    | 0.9  |      |

Режим зрошення

№полив Дата т,мм

П 1.07 40

1 1.09 40

2 10.09 40

3 22.09 40

M=160 мм

SE=268 мм

SP=101 мм

dmax= 22.1 мм

Кукурудза на зерно (середньостигла)

| Декада     | Фаза розвитку     | Ев   | Еб   | Ег   | f    | Е    | Р    | Wгр  | D    | SD    | h   | bm | dW    | W2   | mm  | m  | n    | dcp  |
|------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-----|----|-------|------|-----|----|------|------|
| 1 травень  | Сходи             | 48.6 | 43.7 | 24.8 | 0.14 | 23.3 | 10.2 | 0.00 | 16.2 | 16.2  | 0.6 | 60 | 60.7  | 44.6 | 60  |    | 8.1  |      |
| 2 травень  | Сходи             | 62.6 | 56.4 | 30.7 | 0.30 | 32.6 | 8.2  | 0.00 | 26.9 | 43.1  | 0.6 | 60 | 20.2  | 37.9 | 80  |    | 13.5 |      |
| 3 травень  | 4-й листок        | 52.2 | 47.0 | 34.2 | 0.53 | 34.8 | 24.7 | 0.03 | 17.5 | 60.6  | 0.6 | 60 | 0.0   | 20.4 | 80  |    | 8.8  |      |
| 1 червень  | 8-й листок        | 65.2 | 63.9 | 29.2 | 0.75 | 46.9 | 3.9  | 0.04 | 44.2 | 104.8 | 0.6 | 60 | 0.0   | 16.2 | 80  | 40 | 1    | 22.1 |
| 2 червень  | 12-й листок       | 52.4 | 55.1 | 31.5 | 0.85 | 43.8 | 19.2 | 0.04 | 30.3 | 135.1 | 0.6 | 65 | -10.1 | 15.8 | 70  | 40 | 1    | 15.2 |
| 3 червень  | 15-листок         | 63.2 | 71.4 | 31.8 | 0.95 | 59.0 | 9.6  | 0.05 | 52.2 | 187.3 | 0.7 | 65 | 11.2  | 14.8 | 80  | 40 | 1    | 26.1 |
| 1 липень   | Квітування        | 57.0 | 58.1 | 36.2 | 1.00 | 49.4 | 22.7 | 0.04 | 33.4 | 220.8 | 0.9 | 65 | 22.7  | 4.0  | 100 |    | 16.7 |      |
| 2 липень   | Квітування        | 55.5 | 55.5 | 33.1 | 1.00 | 47.2 | 18.9 | 0.04 | 33.9 | 254.7 | 0.9 | 65 | 0.0   | 10.1 | 100 | 40 | 1    | 17.0 |
| 3 липень   | Квітування        | 59.2 | 56.2 | 28.1 | 1.00 | 47.8 | 6.6  | 0.04 | 43.1 | 297.8 | 0.9 | 65 | 0.0   | 7.0  | 100 | 40 | 1    | 21.6 |
| 1 серпень  | Квітування        | 73.8 | 66.4 | 36.4 | 1.00 | 56.4 | 8.6  | 0.05 | 50.4 | 348.2 | 1.0 | 65 | 11.5  | 8.1  | 115 | 40 | 1    | 25.2 |
| 2 серпень  | Молочна стиглість | 46.7 | 39.7 | 32.5 | 1.00 | 33.7 | 28.9 | 0.03 | 13.5 | 361.6 | 1.0 | 60 | 16.6  | 11.3 | 130 |    | 6.7  |      |
| 3 серпень  | Молочна стиглість | 47.3 | 37.8 | 23.4 | 1.00 | 32.2 | 8.6  | 0.03 | 26.1 | 387.7 | 1.0 | 60 | 0.0   | 25.1 | 130 | 40 | 1    | 13.1 |
| 1 вересень | Воскова стиглість | 57.1 | 42.8 | 24.0 | 1.00 | 36.4 | 1.2  | 0.03 | 35.5 | 423.3 | 1.0 | 60 | 0.0   | 29.6 | 130 | 40 | 1    | 17.8 |

|            |                   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |     |    |     |      |     |          |
|------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-----|----|-----|------|-----|----------|
| 2 вересень | Воскова стиглість | 52.4 | 37.8 | 28.6 | 1.00 | 32.1 | 13.7 | 0.03 | 22.5 | 445.8 | 1.0 | 60 | 0.0 | 7.1  | 130 | 11.2     |
| 3 вересень | Збирання врожаю   | 39.1 | 26.6 | 18.4 | 1.00 | 22.6 | 6.3  | 0.02 | 18.2 | 463.9 | 1.0 | 60 | 0.0 | 28.9 | 130 | 40 1 9.1 |
| 1 жовтень  | Збирання врожаю   | 20.9 | 13.6 | 10.4 | 1.00 | 11.5 | 8.9  | 0.01 | 5.3  | 469.2 | 1.0 | 60 | 0.0 | 23.6 | 130 | 2.6      |

## Режим зрошення

№полив Дата т,мм

|   |       |    |
|---|-------|----|
| 1 | 5.06  | 40 |
| 2 | 15.06 | 40 |
| 3 | 24.06 | 40 |
| 4 | 12.07 | 40 |
| 5 | 23.07 | 40 |
| 6 | 2.08  | 40 |
| 7 | 25.08 | 40 |
| 8 | 8.09  | 40 |
| 9 | 24.09 | 40 |

M=360 мм

SE=610 мм

SP=200 мм

dmax= 26.1 мм

## Буряки цукрові

| Декада     | Фаза розвитку    | Ев   | Еб   | Ег   | f    | Е    | Р    | Wгр  | D    | SD    | h   | bm | dW   | W2   | mm  | m  | n    | dcp  |
|------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-----|----|------|------|-----|----|------|------|
| 1 травень  | Сходи            | 48.6 | 41.3 | 24.8 | 0.12 | 22.7 | 10.2 | 0.00 | 15.6 | 15.6  | 0.4 | 65 | 34.6 | 19.0 | 30  |    | 7.8  |      |
| 2 травень  | 4-й листок       | 62.6 | 57.6 | 30.7 | 0.30 | 33.0 | 8.2  | 0.00 | 27.2 | 42.8  | 0.5 | 65 | 25.3 | 17.1 | 55  |    | 13.6 |      |
| 3 травень  | 6-листок         | 52.2 | 52.2 | 34.2 | 0.43 | 35.7 | 24.7 | 0.03 | 18.3 | 61.2  | 0.5 | 65 | 0.0  | 38.7 | 55  | 40 | 1    | 9.2  |
| 1 червень  | 9-й листок       | 65.2 | 70.4 | 29.2 | 0.58 | 45.1 | 3.9  | 0.04 | 42.4 | 103.5 | 0.6 | 65 | 11.0 | 7.3  | 70  |    | 21.2 |      |
| 2 червень  | 11-й листок      | 52.4 | 58.2 | 31.5 | 0.65 | 41.5 | 19.2 | 0.03 | 28.0 | 131.6 | 0.6 | 65 | 0.0  | 19.3 | 70  | 40 | 1    | 14.0 |
| 3 червень  | 13-й листок      | 63.2 | 70.7 | 31.8 | 0.80 | 53.5 | 9.6  | 0.04 | 46.8 | 178.3 | 0.6 | 65 | 0.0  | 12.5 | 70  | 40 | 1    | 23.4 |
| 1 липень   | Змикання листя   | 57.0 | 64.4 | 36.2 | 1.00 | 54.7 | 22.7 | 0.04 | 38.8 | 217.1 | 0.8 | 65 | 22.7 | 36.5 | 90  | 40 | 1    | 19.4 |
| 2 липень   | Змикання листя   | 55.5 | 63.8 | 33.1 | 1.00 | 54.3 | 18.9 | 0.04 | 41.0 | 258.1 | 0.9 | 65 | 11.2 | 6.7  | 100 |    | 20.5 |      |
| 3 липень   | Змикання листя   | 59.2 | 69.8 | 28.1 | 1.00 | 59.4 | 6.6  | 0.05 | 54.7 | 312.8 | 1.0 | 60 | 28.1 | 20.1 | 130 | 40 | 1    | 27.3 |
| 1 серпень  | Закриття міжрядь | 73.8 | 83.3 | 36.4 | 1.00 | 70.8 | 8.6  | 0.06 | 64.8 | 377.5 | 1.0 | 60 | 0.0  | 35.3 | 130 | 40 | 2    | 32.4 |
| 2 серпень  | Закриття міжрядь | 46.7 | 50.4 | 32.5 | 1.00 | 42.8 | 28.9 | 0.04 | 22.6 | 400.1 | 1.0 | 60 | 0.0  | 12.8 | 130 |    | 11.3 |      |
| 3 серпень  | Закриття міжрядь | 47.3 | 49.2 | 23.4 | 1.00 | 41.8 | 8.6  | 0.03 | 35.8 | 435.9 | 1.0 | 60 | 0.0  | 17.0 | 130 | 40 | 1    | 17.9 |
| 1 вересень | Пожовтіння листя | 57.1 | 58.3 | 24.0 | 1.00 | 49.5 | 1.2  | 0.04 | 48.6 | 484.5 | 1.0 | 60 | 0.0  | 8.4  | 130 | 40 | 1    | 24.3 |
| 2 вересень | Пожовтіння листя | 52.4 | 52.4 | 28.6 | 1.00 | 44.6 | 13.7 | 0.04 | 34.9 | 519.5 | 1.0 | 55 | 16.6 | 30.0 | 145 | 40 | 1    | 17.5 |
| 3 вересень | Пожовтіння листя | 39.1 | 31.3 | 18.4 | 1.00 | 26.6 | 6.3  | 0.02 | 22.2 | 541.6 | 1.0 | 55 | 0.0  | 7.8  | 145 |    | 11.1 |      |
| 1 жовтень  | Пожовтіння листя | 20.9 | 15.6 | 10.4 | 1.00 | 13.3 | 8.9  | 0.01 | 7.1  | 548.7 | 1.0 | 55 | 0.0  | 0.8  | 145 |    | 3.5  |      |
| 2 жовтень  | Пожовтіння листя | 21.8 | 15.7 | 11.2 | 1.00 | 13.3 | 10.5 | 0.01 | 6.0  | 554.7 | 1.0 | 55 | 0.0  | 34.8 | 145 | 40 | 1    | 3.0  |
| 3 жовтень  | Пожовтіння листя | 15.5 | 11.2 | 8.58 | 1.00 | 9.48 | 14.6 | 0.01 | -0.7 | 553.9 | 1.0 | 55 | 0.0  | 35.6 | 145 |    | -0.4 |      |

## Режим зрошення

№полив Дата т,мм

|    |       |    |
|----|-------|----|
| 1  | 30.05 | 40 |
| 2  | 13.06 | 40 |
| 3  | 25.06 | 40 |
| 4  | 8.07  | 40 |
| 5  | 23.07 | 40 |
| 6  | 4.08  | 40 |
| 7  | 10.08 | 40 |
| 8  | 24.08 | 40 |
| 9  | 4.09  | 40 |
| 10 | 15.09 | 40 |
| 11 | 12.10 | 40 |

M=440 мм

SE=712 мм

SP=225 мм

dmax= 32.4 мм

## Люцерна минулих років на з/к (сіно)

| Декада    | Фаза розвитку         | Ев   | Еб   | Ег   | f    | Е    | Р    | Wгр  | D    | SD   | h   | bm | dW    | W2    | mm  | m | n    | dcp |
|-----------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|----|-------|-------|-----|---|------|-----|
| 1 квітень | Відновлення вегетації | 21.6 | 17.3 | 12.6 | 0.17 | 11.4 | 17.7 | 0.00 | 0.8  | 0.8  | 1.0 | 65 | 116.3 | 115.5 | 115 |   | 0.4  |     |
| 2 квітень | Кущіння               | 26.4 | 21.6 | 12.8 | 0.50 | 14.6 | 7.8  | 0.00 | 10.0 | 10.7 | 1.0 | 65 | 0.0   | 105.5 | 115 |   | 5.0  |     |
| 3 квітень | Кущіння               | 43.3 | 36.0 | 20.1 | 0.60 | 25.2 | 5.7  | 0.02 | 21.7 | 32.5 | 1.0 | 65 | 0.0   | 83.8  | 115 |   | 10.9 |     |
| 1 травень | Стеблювання           | 48.6 | 42.3 | 24.8 | 0.80 | 32.9 | 10.2 | 0.03 | 26.8 | 59.3 | 1.0 | 60 | 16.6  | 73.6  | 130 |   | 13.4 |     |

|            |             |      |      |      |      |      |      |      |      |       |     |    |       |      |     |           |
|------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-----|----|-------|------|-----|-----------|
| 2 травень  | Квітування  | 62.6 | 59.5 | 30.7 | 1.00 | 50.6 | 8.2  | 0.04 | 45.6 | 104.9 | 1.0 | 65 | -16.6 | 11.3 | 115 | 22.8      |
| 3 травень  | Відростання | 52.2 | 41.8 | 34.2 | 0.60 | 32.9 | 24.7 | 0.03 | 18.1 | 123.0 | 1.0 | 65 | 0.0   | 43.3 | 115 | 50 1 9.0  |
| 1 червень  | Кущіння     | 65.2 | 53.5 | 29.2 | 0.70 | 39.3 | 3.9  | 0.03 | 36.9 | 159.9 | 1.0 | 60 | 16.6  | 23.0 | 130 | 18.4      |
| 2 червень  | Стеблювання | 52.4 | 44.6 | 31.5 | 0.90 | 36.8 | 19.2 | 0.03 | 25.2 | 185.1 | 1.0 | 65 | -16.6 | 31.1 | 115 | 50 1 12.6 |
| 3 червень  | Бутонізація | 63.2 | 51.8 | 31.8 | 1.00 | 44.0 | 9.6  | 0.04 | 38.2 | 223.3 | 1.0 | 65 | 0.0   | 42.9 | 115 | 50 1 19.1 |
| 1 липень   | Відростання | 57.0 | 45.6 | 36.2 | 0.60 | 35.5 | 22.7 | 0.03 | 21.9 | 245.2 | 1.0 | 65 | 0.0   | 21.0 | 115 | 10.9      |
| 2 липень   | Кущіння     | 55.5 | 46.1 | 33.1 | 0.80 | 37.0 | 18.9 | 0.03 | 25.6 | 270.8 | 1.0 | 60 | 16.6  | 12.0 | 130 | 12.8      |
| 3 липень   | Бутонізація | 59.2 | 53.3 | 28.1 | 1.00 | 45.3 | 6.6  | 0.04 | 41.3 | 312.1 | 1.0 | 65 | -16.6 | 4.2  | 115 | 50 1 20.6 |
| 1 серпень  | Квітування  | 73.8 | 70.1 | 36.4 | 1.00 | 59.6 | 8.6  | 0.05 | 54.3 | 366.4 | 1.0 | 65 | 0.0   | 49.8 | 115 | 50 2 27.2 |
| 2 серпень  | Відростання | 46.7 | 37.3 | 32.5 | 0.60 | 30.1 | 28.9 | 0.02 | 12.7 | 379.2 | 1.0 | 65 | 0.0   | 37.1 | 115 | 6.4       |
| 3 серпень  | Кущіння     | 47.3 | 39.3 | 23.4 | 0.80 | 30.7 | 8.6  | 0.03 | 25.5 | 404.7 | 1.0 | 60 | 16.6  | 28.2 | 130 | 12.7      |
| 1 вересень | Бутонізація | 57.1 | 51.4 | 24.0 | 1.00 | 43.7 | 1.2  | 0.04 | 42.9 | 447.6 | 1.0 | 65 | -16.6 | 18.6 | 115 | 50 1 21.5 |
| 2 вересень | Бутонізація | 52.4 | 48.2 | 28.6 | 1.00 | 41.0 | 13.7 | 0.03 | 32.8 | 480.4 | 1.0 | 65 | 0.0   | 35.9 | 115 | 50 1 16.4 |
| 3 вересень | 4-й укіс    | 39.1 | 37.2 | 18.4 | 1.00 | 31.6 | 6.3  | 0.03 | 27.8 | 508.1 | 1.0 | 60 | 16.6  | 24.7 | 130 | 13.9      |
| 1 жовтень  | Відростання | 20.9 | 16.7 | 10.4 | 0.60 | 12.0 | 8.9  | 0.01 | 6.7  | 514.8 | 1.0 | 60 | 0.0   | 18.0 | 130 | 3.3       |
| 2 жовтень  | Кущіння     | 21.8 | 17.8 | 11.2 | 0.70 | 13.5 | 10.5 | 0.01 | 7.2  | 522.0 | 1.0 | 65 | -16.6 | 44.3 | 115 | 50 1 3.6  |
| 3 жовтень  | Кущіння     | 15.5 | 12.7 | 8.58 | 0.70 | 9.75 | 14.6 | 0.01 | 1.0  | 523.0 | 1.0 | 65 | 0.0   | 43.3 | 115 | 0.5       |

## Режим зрошення

№полив Дата т,мм

|   |       |    |
|---|-------|----|
| 1 | 27.05 | 50 |
| 2 | 16.06 | 50 |
| 3 | 29.06 | 50 |
| 4 | 23.07 | 50 |
| 5 | 1.08  | 50 |
| 6 | 10.08 | 50 |
| 7 | 5.09  | 50 |
| 8 | 16.09 | 50 |
| 9 | 18.10 | 50 |

M=450 мм

SE=677 мм

SP=257 мм

dmax= 27.2 мм

## Люцерна під покров ярого ячменю

| Декада     | Фаза розвитку     | Ев   | Еб   | Ег   | f    | Е    | Р    | Wгр  | D    | SD    | h   | bm | dW    | W2   | mm  | m  | n    | dcp  |
|------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-----|----|-------|------|-----|----|------|------|
| 3 квітень  | Сходи             | 43.3 | 41.2 | 20.1 | 0.20 | 20.7 | 5.7  | 0.00 | 17.3 | 17.3  | 0.5 | 65 | 51.3  | 34.1 | 50  |    | 8.6  |      |
| 1 травень  | Кущіння           | 48.6 | 48.6 | 24.8 | 0.40 | 29.1 | 10.2 | 0.00 | 23.0 | 40.3  | 0.5 | 65 | 8.6   | 19.6 | 55  |    | 11.5 |      |
| 2 травень  | Кущіння           | 62.6 | 65.8 | 30.7 | 0.80 | 50.0 | 8.2  | 0.04 | 45.0 | 85.3  | 0.6 | 65 | 11.0  | 25.6 | 70  | 40 | 1    | 22.5 |
| 3 травень  | Трубування        | 52.2 | 54.8 | 34.2 | 1.00 | 46.6 | 24.7 | 0.04 | 31.7 | 117.0 | 0.7 | 65 | 11.2  | 5.1  | 80  |    | 15.9 |      |
| 1 червень  | Колосіння         | 65.2 | 64.6 | 29.2 | 1.00 | 54.9 | 3.9  | 0.05 | 52.5 | 169.5 | 0.7 | 65 | 0.0   | 32.6 | 80  | 40 | 2    | 26.3 |
| 2 червень  | Квітування        | 52.4 | 41.9 | 31.5 | 1.00 | 35.7 | 19.2 | 0.03 | 24.1 | 193.6 | 0.8 | 65 | 11.5  | 20.0 | 90  |    | 12.1 |      |
| 3 червень  | Воскова стиглість | 63.2 | 44.2 | 31.8 | 1.00 | 37.6 | 9.6  | 0.03 | 31.8 | 225.4 | 0.8 | 65 | 0.0   | 28.2 | 90  | 40 | 1    | 15.9 |
| 1 липень   | Збирання ячменю   | 57.0 | 42.7 | 36.2 | 0.80 | 35.2 | 22.7 | 0.03 | 21.5 | 247.0 | 0.8 | 65 | 0.0   | 6.6  | 90  |    | 10.8 |      |
| 2 липень   | Кущіння люцерни   | 55.5 | 45.5 | 33.1 | 0.90 | 37.6 | 18.9 | 0.03 | 26.3 | 273.3 | 0.8 | 60 | 13.4  | 33.7 | 105 | 40 | 1    | 13.1 |
| 3 липень   | Стеблювання       | 59.2 | 50.3 | 28.1 | 1.00 | 42.8 | 6.6  | 0.04 | 38.8 | 312.0 | 0.8 | 65 | -13.4 | 21.6 | 90  | 40 | 1    | 19.4 |
| 1 серпень  | Стеблювання       | 73.8 | 64.2 | 36.4 | 1.00 | 54.5 | 8.6  | 0.04 | 49.3 | 361.4 | 0.9 | 65 | 11.2  | 23.4 | 100 | 40 | 1    | 24.7 |
| 2 серпень  | Бутонізація       | 46.7 | 42.9 | 32.5 | 1.00 | 36.5 | 28.9 | 0.03 | 19.1 | 380.5 | 0.9 | 65 | 0.0   | 4.3  | 100 |    | 9.6  |      |
| 3 серпень  | Квітування        | 47.3 | 47.3 | 23.4 | 1.00 | 40.2 | 8.6  | 0.03 | 35.0 | 415.5 | 1.0 | 65 | 11.5  | 20.8 | 115 | 40 | 1    | 17.5 |
| 1 вересень | 1-й укіс          | 57.1 | 45.7 | 24.0 | 1.00 | 38.8 | 1.2  | 0.03 | 38.1 | 453.6 | 1.0 | 65 | 0.0   | 22.7 | 115 | 40 | 1    | 19.0 |
| 2 вересень | Відростання       | 52.4 | 36.7 | 28.6 | 0.70 | 29.1 | 13.7 | 0.02 | 20.9 | 474.5 | 1.0 | 65 | 0.0   | 1.8  | 115 |    | 10.4 |      |
| 3 вересень | Кущіння           | 39.1 | 32.1 | 18.4 | 0.80 | 24.9 | 6.3  | 0.02 | 21.1 | 495.6 | 1.0 | 65 | 0.0   | 20.7 | 115 | 40 | 1    | 10.6 |
| 1 жовтень  | Кущіння           | 20.9 | 17.3 | 10.4 | 0.90 | 14.1 | 8.9  | 0.01 | 8.8  | 504.4 | 1.0 | 65 | 0.0   | 11.9 | 115 |    | 4.4  |      |
| 2 жовтень  | Стеблювання       | 21.8 | 18.5 | 11.2 | 1.00 | 15.7 | 10.5 | 0.01 | 9.4  | 513.8 | 1.0 | 65 | 0.0   | 2.5  | 115 |    | 4.7  |      |
| 3 жовтень  | Стеблювання       | 15.5 | 13.5 | 8.58 | 1.00 | 11.5 | 14.6 | 0.01 | 2.7  | 516.5 | 1.0 | 60 | 16.6  | 16.4 | 130 |    | 1.3  |      |

## Режим зрошення

№полив Дата т,мм

|   |       |    |
|---|-------|----|
| 1 | 16.05 | 40 |
| 2 | 1.06  | 40 |
| 3 | 9.06  | 40 |
| 4 | 27.06 | 40 |
| 5 | 16.07 | 40 |
| 6 | 27.07 | 40 |

7 6.08 40  
 8 22.08 40  
 9 6.09 40  
 10 21.09 40

M=400 мм  
 SE=656 мм  
 SP=231 мм  
 dmax= 26.3 мм

Середньовиважена зрошувальна норма - 345 мм

Середнє сумарне випаровування з поля - 549 мм

Максимальний дефіцит водоспоживання розрахований за дві суміжні декади пікового періоду - 32.4 мЗ/га

ПРИМІТКА: Декада на яку ведеться розрахунок

Фаза розвитку сільськогосподарської культури

Ев - випаровування з водної поверхні, мм

Еб - випаровування з поверхні рослин (транспірація)

Ег - випаровування з поверхні ґрунту не зайнятого рослинами

f - проєктний ступінь покриття рослинами поверхні ґрунту

Е - сумарне випаровування, мм

P - атмосферні опади, мм

W<sub>гр</sub> - підживлення ґрунтовими водами коренемісного шару, мм

D - дефіцит водоспоживання сільськогосподарської культури, мм

SD - дефіцит водоспоживання наростаючим підсумком, мм

h - глибина активного коренемісного шару ґрунту, м

b<sub>m</sub> - передполивна вологість ґрунту, %НВ

W<sub>2</sub> - запаси легкодоступної вологи на кінець декади, мм

m<sub>m</sub> - максимальна допустима поливна норма розрахована за формулою О.М. Костякова

m - розрахункова поливна норма, мм

n - розрахункова кількість поливів за декаду

d<sub>ср</sub> - середньодобовий дефіцит водоспоживання розрахований за дві суміжні декади, мм

M - зрошувальна норма, мм

SE - сумарне випаровування за вегетацію, мм

SP - сума атмосферних опадів за декаду, мм

d<sub>max</sub> - максимальний добовий дефіцит водоспоживання, мЗ/га

Таблиця В.1 – Відомість неуккомплектованого графіка поливів

| № п/п | Сільськогосподарська культура   | Площа, га | Зрошувальна норма, м <sup>3</sup> /га | Номер поливу | Поливна норма, м <sup>3</sup> /га | Строки поливів |          | Тривалість, днів | Витрата, л/с |
|-------|---------------------------------|-----------|---------------------------------------|--------------|-----------------------------------|----------------|----------|------------------|--------------|
|       |                                 |           |                                       |              |                                   | початок        | кінець   |                  |              |
| 1     | 2                               | 3         | 4                                     | 5            | 6                                 | 7              | 8        | 9                | 10           |
| 1     | Люцерна під покров ячменю       | 68,2      | 3200                                  | 1            | 400                               | 21.05.25       | 26.05.25 | 6                | 75           |
|       |                                 |           |                                       | 2            | 400                               | 30.05.25       | 04.06.25 | 6                |              |
|       |                                 |           |                                       | 3            | 400                               | 17.06.25       | 22.06.25 | 6                |              |
|       |                                 |           |                                       | 4            | 400                               | 08.07.25       | 13.07.25 | 6                |              |
|       |                                 |           |                                       | 5            | 400                               | 16.07.25       | 21.07.25 | 6                |              |
|       |                                 |           |                                       | 6            | 400                               | 11.08.25       | 16.08.25 | 6                |              |
|       |                                 |           |                                       | 7            | 400                               | 30.08.25       | 04.09.25 | 6                |              |
|       |                                 |           |                                       | 8            | 400                               | 08.09.25       | 13.09.25 | 6                |              |
| 2     | Люцерна другого року            | 68,2      | 4000                                  | 1            | 500                               | 06.05.25       | 12.05.25 | 7                | 75           |
|       |                                 |           |                                       | 2            | 500                               | 26.05.25       | 01.06.25 | 7                |              |
|       |                                 |           |                                       | 3            | 500                               | 08.06.25       | 14.06.25 | 7                |              |
|       |                                 |           |                                       | 4            | 500                               | 26.06.25       | 02.07.25 | 7                |              |
|       |                                 |           |                                       | 5            | 500                               | 19.07.25       | 25.07.25 | 7                |              |
|       |                                 |           |                                       | 6            | 500                               | 27.07.25       | 02.08.25 | 7                |              |
|       |                                 |           |                                       | 7            | 500                               | 01.09.25       | 07.09.25 | 7                |              |
|       |                                 |           |                                       | 8            | 500                               | 23.09.25       | 29.09.25 | 7                |              |
| 3     | Люцерна третього року           | 68,2      | 2500                                  | 1            | 500                               | 05.05.25       | 11.05.25 | 7                | 75           |
|       |                                 |           |                                       | 2            | 500                               | 28.05.25       | 03.06.25 | 7                |              |
|       |                                 |           |                                       | 3            | 500                               | 05.06.25       | 11.06.25 | 7                |              |
|       |                                 |           |                                       | 4            | 500                               | 26.06.25       | 02.07.25 | 7                |              |
|       |                                 |           |                                       | 5            | 500                               | 19.07.25       | 25.07.25 | 7                |              |
| 4     | Озима пшениця+ просо (пожнивно) | 68,2      | 1700                                  | В            | 500                               | 26.08.25       | 01.09.25 | 7                | 75           |
|       |                                 |           |                                       | 1            | 400                               | 29.04.25       | 04.05.25 | 6                |              |
|       |                                 |           |                                       | 2            | 400                               | 10.05.25       | 15.05.25 | 6                |              |
|       |                                 |           | 1200                                  | 3            | 400                               | 04.06.25       | 09.06.25 | 6                |              |
|       |                                 |           |                                       | П            | 400                               | 10.07.25       | 15.07.25 | 6                |              |
|       |                                 |           |                                       | 1            | 400                               | 19.08.25       | 24.08.25 | 6                |              |
| 5     | Кукурудза на зерно              | 68,2      | 1600                                  | 1            | 400                               | 02.06.25       | 07.06.25 | 1                | 75           |
|       |                                 |           |                                       | 2            | 400                               | 23.06.25       | 28.06.25 | 2                |              |
|       |                                 |           |                                       | 3            | 400                               | 13.07.25       | 18.07.25 | 3                |              |
|       |                                 |           |                                       | 4            | 400                               | 03.08.25       | 08.08.25 | 4                |              |
| 6     | Буряк цукровий                  | 94,2      | 2400                                  | 1            | 400                               | 01.05.25       | 08.05.25 | 8                | 75           |
|       |                                 |           |                                       | 2            | 400                               | 12.06.25       | 19.06.25 | 8                |              |
|       |                                 |           |                                       | 3            | 400                               | 30.06.25       | 07.07.25 | 8                |              |
|       |                                 |           |                                       | 4            | 400                               | 22.07.25       | 29.07.25 | 8                |              |
|       |                                 |           |                                       | 5            | 400                               | 03.08.25       | 10.08.25 | 8                |              |
|       |                                 |           |                                       | 6            | 400                               | 18.09.25       | 25.09.25 | 8                |              |



|    |            |  |                          |          |             |             |            |        |         |           |        |
|----|------------|--|--------------------------|----------|-------------|-------------|------------|--------|---------|-----------|--------|
|    |            | Укладання трубопроводів з поліетиленових труб з гідравлічним випробуванням, зовнішній діаметр 315 мм   |                          |          | 55 887,8 4  | 22 328, 04  |            |        |         | 189,451 1 | 137,54 |
| 7  | C113-1448  | Труби поліетиленові для подачі холодної води PE 80 SDR 13.6(1,0 МПа), зовнішній діаметр 315x23,2 мм (додається вартість ресурсу) Обсяг = 0,726 * 1 010,0 | м                        | 733,26   | 2 731,76    |             | 2 003 09 0 |        |         |           |        |
| 8  | КБ22-11-9  | Укладання трубопроводів з поліетиленових труб з гідравлічним випробуванням, зовнішній діаметр 400 мм   | 1 км трубопроводу        | 0,815    | 174 309, 68 | 103 770 ,47 | 142 062    | 50 108 | 84 573  | 538,610 0 | 438,97 |
|    |            |  |                          |          | 61 482,3 3  | 28 939, 42  |            |        | 23 586  |           |        |
| 9  | C113-1449  | Труби поліетиленові для подачі холодної води PE 80 SDR 13.6(1,0 МПа), зовнішній діаметр 400x29,4 мм Обсяг = 0,815 * 1 010,0                              | м                        | 823,15   | 4 358,14    |             | 3 587 40 3 |        |         |           |        |
| 10 | КБ22-11-10 | Укладання трубопроводів з поліетиленових труб з гідравлічним випробуванням, зовнішній діаметр 500 мм   | 1 км трубопроводу        | 1,125    | 215 955, 79 | 129 920 ,71 | 242 950    | 83 932 | 146 161 | 653,580 0 | 735,28 |
|    |            |  |                          |          | 74 606,1 6  | 35 882, 49  |            |        | 40 368  |           |        |
| 11 | C113-1450  | Труби поліетиленові для подачі холодної води PE 80 SDR 13.6(1,0 МПа), зовнішній діаметр 500x36,8 мм (додається вартість ресурсу) Обсяг = 1,125 * 1 010,0 | м                        | 1 136,25 | 6 817,61    |             | 7 746 50 9 |        |         |           |        |
| 12 | КБ31-9-3   | Монтаж оглядових колодязів 4шт Обсяг = 4,0 * 1,5 * 2,0 * 3,14 * 0,75 ^ 2,0   | 1 м3 збірних конструкцій | 28,26    | 9 863,87    | 1 119,0 0   | 278 753    | 46 655 | 31 623  | 13,9600   | 394,51 |
|    |            |  |                          |          | 1 650,91    | 399,30      |            |        | 11 284  |           |        |
| 13 | КБ25-15-1  | Монтаж засувки   | 1 вузол засувки          | 3,0      | 168 773, 88 | 61 779, 48  | 506 322    | 44 484 | 185 338 | 110,600 0 | 331,80 |
|    |            |  |                          |          | 14 828,1 4  | 14 407, 19  |            |        | 43 222  |           |        |
| 14 | КБ1-27-4   | Часткова засипка траншеї ґрунтом   | 1000 м3 ґрунту           | 11,38235 | 7 549,78    | 7 549,7 8   | 85 934     | -      | 85 934  | -         | -      |
|    |            |  |                          |          | -           | 1 879,5 0   |            |        | 21 393  |           |        |
| 15 | КБ1-27-4   | Зворотна засипка траншеї ґрунтом   | 1000 м3 ґрунту           | 15,13445 | 7 549,78    | 7 549,7 8   | 114 262    | -      | 114 262 | -         | -      |
|    |            |  |                          |          | -           | 1 879,5 0   |            |        | 28 445  |           |        |
| 16 | КБ22-37-3  | Установлення гідрантів   | 1 шт                     | 53,0     | 9 992,27    | 58,87       | 529 590    | 16 338 | 3 120   | 2,9100    | 154,23 |
|    |            |  |                          |          | 308,26      | 18,82       |            |        | 997     |           |        |
| 17 | КБ22-37-1  | Установлення вантузів  | 1 шт                     | 4,0      | 422,02      | 26,43       | 1 688      | 1 169  | 106     | 2,5900    | 10,36  |
|    |            |  |                          |          | 292,18      | 8,52        |            |        | 34      |           |        |

|    |            |   |                            |        |          |           |             |            |         |        |           |
|----|------------|---|----------------------------|--------|----------|-----------|-------------|------------|---------|--------|-----------|
| 18 | C1630-2    | Вантузи для повітря та води, тиск 1 МПа (10 кгс/см <sup>2</sup> ), діаметр 100 мм     | комплект                   | 2,0    | 7 263,86 |           | 14 528      |            |         |        |           |
| 19 | C1630-1198 | Вантузи для повітря та води, ВМТ, тиск 1 МПа (10 кгс/см <sup>2</sup> ), діаметр 50 мм | комплект                   | 2,0    | 3 127,52 |           | 6 255       |            |         |        |           |
| 20 | КБ1-28-1   | Відновлення рослинного шару ґрунту  | 1000 м <sup>3</sup> ґрунту | 34,434 | 5 265,69 | 5 265,6 9 | 181 319     | -          | 181 319 | -      | -         |
|    |            |   |                            |        | -        | 1 133,1 1 |             |            | 39 018  | 7,3712 | 253,82    |
|    |            | Разом прямих витрат по кошторису  |                            |        |          |           | 16 712 062  | 578892     | 1763192 |        | 5 304,04  |
|    |            | Разом прямі витрати   |                            |        |          | грн.      | 16 712 062  |            |         |        |           |
|    |            | в тому числі:   |                            |        |          | грн.      |             |            |         |        |           |
|    |            | вартість матеріалів, виробів і комплектів   |                            |        |          |           | 14 369 978  |            |         |        |           |
|    |            | вартість ЕММ  |                            |        |          | грн.      | 1 763 192   |            |         |        |           |
|    |            | в т.ч. заробітна плата в ЕММ  |                            |        |          | грн.      |             | 494 296    |         |        |           |
|    |            | заробітна плата робітників  |                            |        |          | грн.      |             | 578 892    |         |        |           |
|    |            | всього заробітна плата  |                            |        |          | грн.      |             | 1 073 188  |         |        |           |
|    |            | Загальновиробничі витрати   |                            |        |          | грн.      | 544 625     |            |         |        |           |
|    |            | трудомісткість в загальновиробничих витратах  |                            |        |          | люд-г     |             |            |         |        | 998,55    |
|    |            | заробітна плата в загальновиробничих витратах   |                            |        |          | грн.      | 185 073     |            |         |        |           |
|    |            | Всього по кошторису   |                            |        |          | грн.      | 17 256 6 87 |            |         |        |           |
|    |            | Кошторисна трудомісткість   |                            |        |          | люд-г     |             |            |         |        | 9 882,6 0 |
|    |            | Кошторисна заробітна плата  |                            |        |          | грн.      |             | 1 258 2 61 |         |        |           |

Склав

Перевірив

\_\_\_\_\_ [посада, підпис (ініціали, прізвище)]

\_\_\_\_\_ [посада, підпис (ініціали, прізвище)]

## Локальний кошторис на будівельні роботи № 06-001-002

на

Будівництво дренажної мережі. Будівництву системи зрошення

(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

ОСНОВА:

креслення(специфікації)№

Кошторисна вартість

3 061,408 тис. грн.

Кошторисна трудомісткість

5,28558 тис. люд.-год

Кошторисна заробітна плата

726,098 тис. грн.

Середній розряд робіт

3,1 розряд

Складений в поточних цінах станом на 6 грудня 2025 р.

| №<br>Ч.<br>ч. | Обґрунтування<br>(шифр норми) | Найменування робіт і<br>витрат                     | Одиниця<br>виміру  | Кількість | Вартість одиниці, грн. |                              | Загальна вартість, грн. |                  |                         | Витрати труда робіт-<br>ників, люд.год. не за-<br>йнятих обслуговуван-<br>ням машин |                                |        |
|---------------|-------------------------------|--|--|-----------|------------------------|------------------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|---|--------------------------------|--------|
|               |                               |  |  |           | Всього                 | Експлуа-<br>тації ма-<br>шин | Всього                  | заробітної плати | Експлуата-<br>ції машин | в тому числі<br>заробітної<br>плати   | тих, що обслуговують<br>машини |        |
|               |                               |  |  |           |                        |                              |                         |                  |                         |   | на оди-<br>ницю                | всього |
| 1             | КБ1-25-1                      | Зрізання рослинного шару грунту з траси траншеї    | 1000 м3<br>грунту  | 17,24     | 8 675,76               | 8 675,7 6                    | 149 570                 | -                | 149 570                 | -   | -                              |        |
|               |                               |  |  |           | -                      | 1 866,9 1                    |                         |                  | 32 186                  | 12,1448   | 209,38                         |        |
| 2             | КБ1-30-2                      | Планування траси траншеї під проектний похил 0,001 | 1000м <sup>2</sup><br>спланованої поверхні і за 1 рохід бульдозеру | 15,516    | 322,50                 | 322,50                       | 5 004                   | -                | 5 004                   | -   | -                              |        |
|               |                               |  |  |           | -                      | 80,29                        |                         |                  | 1 246                   | 0,5148  | 7,99                           |        |
| 3             | КБ1-13-1                      | Розробка ґрунту в траншеї механічним способом      | 1000 м <sup>3</sup><br>грунту                                      | 36,9583   | 23 115,4 4             | 22 195, 12                   | 854 307                 | 34 013           | 820 294                 | 9,5400  | 352,58                         |        |
|               |                               |  |  |           | 920,32                 | 8 007,7 1                    |                         |                  | 295 951                 | 58,9016   | 2 176,9 0                      |        |
| 4             | КБ1-13-1                      | Розробка ґрунту в котлованах під колодязі          | 1000 м <sup>3</sup><br>грунту                                      | 0,16      | 23 115,4 4             | 22 195, 12                   | 3 698                   | 147              | 3 551                   | 9,5400  | 1,53                           |        |
|               |                               |  |  |           | 920,32                 | 8 007,7 1                    |                         |                  | 1 281                   | 58,9016   | 9,42                           |        |
| 5             | КБ1-113-1                     | Улаштування дренажу з пластмасових труб            | 1000м<br>дренаж у  | 4,31      | 37 660,2 2             | 34 895, 77                   | 162 316                 | 11 915           | 150 401                 | 24,8200   | 106,97                         |        |
|               |                               |  |  |           | 2 764,45               | 8 890,8 6                    |                         |                  | 38 320                  | 62,5073   | 269,41                         |        |

| 1  | 2          | 3   | 4                                    | 5        | 6          | 7          | 8       | 9         | 10      | 11        | 12       |
|----|------------|---|--------------------------------------|----------|------------|------------|---------|-----------|---------|-----------|----------|
| 6  | C113-2325  | Труби E2-R1 одношарові гофровані для систем дренажу діам. 160 мм (додається вартість ресурсу)<br>Обсяг = 4,31 * 1 017,0                     | м                                    | 4 383,27 | 133,31     |            | 584 334 |           |         |           |          |
| 7  | КБ31-9-3   | Монтаж оглядових колодязів 5шт Обсяг = 5,0 * 1,5 * 2,0 * 3,14 * 0,75 ^ 2,0  | 1 м <sup>3</sup> збірних конструкцій | 35,325   | 9 863,87   | 1 119,0 0  | 348 441 | 58 318    | 39 529  | 13,9600   | 493,14   |
|    |            |   |                                      |          | 1 650,91   | 399,30     |         |           | 14 105  | 3,0433    | 107,50   |
| 8  | КБ38-5-2   | Відсіпання щебених призм для трубчастого дренажу  | 100м <sup>3</sup>                    | 1,75     | 37 044,6 3 | 17 789, 34 | 64 828  | 31 813    | 31 131  | 184,860 0 | 323,51   |
|    |            |   |                                      |          | 18 179,1 3 | 7 035,8 3  |         |           | 12 313  | 47,1904   | 82,58    |
| 9  | C1421-9636 | Суміші піщано-гравійні для будівельних робіт N1, розмір зерен понад 0 до 70 мм, марка ДР8 (додається вартість ресурсу) Обсяг = 1,75 * 105,0 | м <sup>3</sup>                       | 183,75   | 960,03     |            | 176 406 |           |         |           |          |
| 10 | КБ1-27-4   | Зворотна засипка траншеї грунтом  | 1000 м <sup>3</sup> ґрунту           | 37,1183  | 7 549,78   | 7 549,7 8  | 280 235 | -         | 280 235 | -         | -        |
|    |            |   |                                      |          | -          | 1 879,5 0  |         |           | 69 764  | 12,0516   | 447,33   |
| 11 | КБ20-13-2  | Установлення дренажних гирл   | клапан                               | 3,0      | 10 448,4 3 | 12,61      | 31 345  | 720       | 38      | 2,1800    | 6,54     |
|    |            |   |                                      |          | 239,89     | 4,77       |         |           | 14      | 0,0399    | 0,12     |
| 12 | КБ1-28-1   | Відновлення рослинного шару ґрунту  | 1000 м <sup>3</sup> ґрунту           | 17,24    | 5 265,69   | 5 265,6 9  | 90 780  | -         | 90 780  | -         | -        |
|    |            |   |                                      |          | -          | 1 133,1 1  |         |           | 19 535  | 7,3712    | 127,08   |
|    |            | Разом прямих витрат по кошторису  |                                      |          |            |            | 2781264 | 136926    | 1570533 |           | 1 284,27 |
|    |            |   |                                      |          |            |            |         | 484715    |         |           | 3 437,71 |
|    |            | Разом прямі витрати   |                                      |          |            |            | грн.    | 2 751 264 |         |           |          |
|    |            | в тому числі:   |                                      |          |            |            | грн.    |           |         |           |          |
|    |            | вартість матеріалів, виробів і комплектів   |                                      |          |            |            |         | 1 043 805 |         |           |          |
|    |            | вартість ЕММ  |                                      |          |            |            | грн.    | 1 570 533 |         |           |          |
|    |            | в т.ч. заробітна плата в ЕММ  |                                      |          |            |            | грн.    |           | 484 715 |           |          |
|    |            | заробітна плата робітників  |                                      |          |            |            | грн.    |           | 136 926 |           |          |
|    |            | всього заробітна плата  |                                      |          |            |            | грн.    |           | 621 641 |           |          |
|    |            | Загальновиробничі витрати   |                                      |          |            |            | грн.    | 310 144   |         |           |          |

| 1 | 2 | 3  | 4 | 5 | 6 | 7     | 8          | 9       | 10 | 11 | 12        |
|---|---|--|---|---|---|-------|------------|---------|----|----|-----------|
|   |   | трудомісткість в загально виробничих витратах  |   |   |   | люд-г |            |         |    |    | 563,60    |
|   |   | заробітна плата в загально виробничих витратах |   |   |   | грн.  |            | 104 457 |    |    |           |
|   |   | Всього по кошторису                            |   |   |   | грн.  | 3 061 40 8 |         |    |    |           |
|   |   | Кошторисна трудомісткість                      |   |   |   | люд-г |            |         |    |    | 5 285,5 8 |
|   |   | Кошторисна заробітна плата                     |   |   |   | грн.  |            | 726 098 |    |    |           |

Склав

\_\_\_\_\_

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

\_\_\_\_\_

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Додаток Г.3

(найменування об'єкта будівництва)

Об'єктний кошторис № 06-001

на будівництво

Будівництву системи зрошення

(найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість 20 318,095 тис. грн.  
 Кошторисна трудомісткість 15,16818 тис. люд.-год  
 Кошторисна заробітна плата 1 984,359 тис. грн.  
 Вимірник одиничної вартості

Складений в поточних цінах станом на 6 грудня 2025 р.

| №<br>Ч.ч. | Номери кошторисів і кошторис-<br>них розрахунків | Найменування робіт і витрат     | Кошторисна вартість, тис.грн. |   |            | Кошторисна<br>трудоміст-<br>кість, тис.<br>люд.год | Кошторисна<br>заробітна<br>плата,<br>тис.грн. | Показники<br>одиничної<br>вартості |
|-----------|--|---------------------------------|-------------------------------|---|------------|--|---|------------------------------------|
|           |  |                                 | будівельних<br>робіт          | устаткування,<br>меблів та ін-<br>вентарю | всього     |  |   |                                    |
| 1         | 2  | 3                               | 4                             | 5   | 6          | 7  | 8   | 9                                  |
| 1         | 06-001-001                                       | Будівництво зрошувальної мережі | 17 256,687                    |   | 17 256,687 | 9,88260  | 1 258,261                                     |                                    |
| 2         | 06-001-002                                       | Будівництво дренажної мережі    | 3 061,408                     |   | 3 061,408  | 5,28558  | 726,098                                       |                                    |
|           |  | Всього по кошторису             | 20 318,095                    |   | 20 318,095 | 15,16818   | 1 984,359                                     |                                    |

Головний інженер проекту  
 (Головний архітектор проекту)

[підпис (ініціали, прізвище)]

Керівник відділу

Склав (найменування) [підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив [посада, підпис (ініціали, прізвище)]

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Додаток Г.4

Будівництво системи зрошення

(найменування об'єкта будівництва)

РОЗРАХУНОК № 1-2

загальновиборничих витрат до об'єктного кошторису № 06-001

К1 - Усереднений коефіцієнт переходу від нормативно-розрахункової трудомісткості робіт у прямих витратах, до витрат труда робітників, заробітна плата яких враховується в загальновиборничих витратах

К2 - Усереднений показник для визначення коштів на покриття решти статей загальновиборничих витрат, грн/люд.год.

Складений в поточних цінах станом на 6 грудня 2025 р.

| № поз. лк | Шифр і № позиції нормативу | Кіл-сть                         | Норматив н-розр. кошторис на трудомісткість прямих витрат, люд.год. | К1    | Трудомісткість [4x5] люд.год. | Вартість люд.год. робітників, заробітна плата яких враховується вЗВВ грн. | I блок заробітна плата [6x7] грн. | Заробітна плата в прямих витратах грн. | II блок Єдиний внесок на загальнообов'язкове держ. соц.страхування [(8+9) x 22,00%] грн. | К2   | III блок кошти на покриття решти статей [4x11] грн. | Всього [8+10+12] грн. |
|-----------|----------------------------|---------------------------------|---|-------|-------------------------------|---|-----------------------------------|--|--|------|---|-----------------------|
| 1         | 2                          | 3                               | 4   | 5     | 6                             | 7   | 8                                 | 9                                      | 10   | 11   | 12  | 13                    |
|           | 06-001-001                 | Будівництво зрошувальної мережі |   |       |                               |   |                                   |  |  |      |   |                       |
| 1         | КБ1-25-1                   | 34,434                          | 12,1448<br>418,19   | 0,12  | 1,4574<br>50,18               | 185,34  | 270,11<br>9 301                   | 1 866,91<br>64 285                     | 470,14<br>16 189   | 7,48 | 90,84<br>3 128                                      | 831,09<br>28 618      |
| 2         | КБ1-30-2                   | 38,26                           | 0,5148<br>19,70   | 0,12  | 0,0618<br>2,36                | 185,34  | 11,45<br>438                      | 80,29<br>3 072                         | 20,18<br>772   | 7,48 | 3,85<br>147   | 35,48<br>1 357        |
| 3         | КБ1-13-1                   | 24,77335                        | 68,4416<br>1 695,53   | 0,12  | 8,2130<br>203,46              | 185,34  | 1 522,20<br>37 710                | 8 928,03<br>221 177                    | 2 299,05<br>56 956   | 7,48 | 511,94<br>12 682                                    | 4 333,19<br>107 348   |
| 4         | КБ1-162-1                  | 12,4345                         | 212,5000<br>2 642,33  | 0,12  | 25,5000<br>317,08             | 185,34  | 4 726,17<br>58 768                | 21 904,50<br>272 372                   | 5 858,75<br>72 850   | 7,48 | 1 589,50<br>19 765                                  | 12 174,42<br>151 383  |
| 5         | КБ1-13-1                   | 0,5                             | 68,4416<br>34,22  | 0,12  | 8,2130<br>4,11                | 185,34  | 1 522,20<br>761                   | 8 928,03<br>4 464                      | 2 299,05<br>1 150  | 7,48 | 511,94<br>256                                       | 4 333,19<br>2 167     |
| 6         | КБ22-11-8                  | 0,726                           | 679,0511<br>492,99  | 0,094 | 63,8308<br>46,34              | 185,34  | 11 830,40<br>8 589                | 78 215,88<br>56 785                    | 19 810,18<br>14 382  | 6,99 | 4 746,57<br>3 446                                   | 36 387,15<br>26 417   |
| 8         | КБ22-11-9                  | 0,815                           | 776,0640<br>632,50  | 0,094 | 72,9500<br>59,45              | 185,34  | 13 520,56<br>11 019               | 90 421,75<br>73 694                    | 22 867,31<br>18 637  | 6,99 | 5 424,69<br>4 421                                   | 41 812,56<br>34 077   |
| 10        | КБ22-11-10                 | 1,125                           | 948,7637<br>1 067,36  | 0,094 | 89,1838<br>100,33             | 185,34  | 16 529,32<br>18 595               | 110 488,65<br>124 300                  | 27 943,95<br>31 437  | 6,99 | 6 631,86<br>7 461                                   | 51 105,13<br>57 493   |
| 12        | КБ31-9-3                   | 28,26                           | 17,0033<br>480,51   | 0,132 | 2,2444<br>63,43               | 185,34  | 415,98<br>11 756                  | 2 050,21<br>57 939                     | 542,56<br>15 332   | 9,18 | 156,09<br>4 411                                     | 1 114,63<br>31 499    |
| 13        | КБ25-15-1                  | 3,0                             | 218,0329<br>654,10  | 0,102 | 22,2394<br>66,72              | 185,34  | 4 121,84<br>12 366                | 29 235,33<br>87 706                    | 7 338,58<br>22 016   | 7,4  | 1 613,44<br>4 840                                   | 13 073,86<br>39 222   |
|           |                            | 11,38235                        | 12,0516   | 0,12  | 1,4462                        | 185,34  | 268,04                            | 1 879,50                               | 472,46   | 7,48 | 90,15   | 830,65                |

| 1  | 2  | 3                            | 4        | 5     | 6       | 7      | 8        | 9         | 10       | 11   | 12       | 13        |
|----|--|------------------------------|----------|-------|---------|--------|----------|-----------|----------|------|----------|-----------|
| 14 | КБ1-27-4   |                              | 137,18   |       | 16,46   |        | 3 051    | 21 393    | 5 378    |      | 1 026    | 9 455     |
| 15 | КБ1-27-4   | 15,13445                     | 12,0516  | 0,12  | 1,4462  | 185,34 | 268,04   | 1 879,50  | 472,46   | 7,48 | 90,15    | 830,65    |
| 16 | КБ22-37-3  | 53,0                         | 182,39   | 0,094 | 21,89   |        | 4 057    | 28 445    | 7 150    |      | 1 364    | 12 571    |
| 17 | КБ22-37-1  | 4,0                          | 3,0675   |       | 0,2883  | 185,34 | 53,44    | 327,08    | 83,71    | 6,99 | 21,44    | 158,59    |
| 17 | КБ22-37-1  | 4,0                          | 162,58   | 0,094 | 15,28   |        | 2 832    | 17 335    | 4 437    |      | 1 136    | 8 405     |
| 20 | КБ1-28-1   | 34,434                       | 2,6613   |       | 0,2502  | 185,34 | 46,37    | 300,70    | 76,36    | 6,99 | 18,60    | 141,33    |
| 20 | КБ1-28-1   | 34,434                       | 10,65    |       | 1,00    |        | 185      | 1 203     | 306      |      | 74       | 565       |
| 20 | КБ1-28-1   | 34,434                       | 7,3712   | 0,12  | 0,8845  | 185,34 | 163,94   | 1 133,11  | 285,35   | 7,48 | 55,14    | 504,43    |
| 20 | КБ1-28-1   | 34,434                       | 253,82   |       | 30,46   |        | 5 645    | 39 018    | 9 826    |      | 1 899    | 17 370    |
|    | Разом по кошторису   |                              | 8 884,05 |       | 998,55  |        | 185 073  | 1 073 188 | 276 818  |      | 66 056   | 527 947   |
|    | Кошти на оплату перших п`яти днів тимчасової непрацездатності<br>(185 073,00 + 1 073 188,00) * 0,007800  |                              |          |       |         |        |          |           |          |      |          | 9 814     |
|    | Кошти на сплату єдиного внеску, нарахованого на суму оплати перших п`яти днів тимчасової непрацездатності<br>(185 073,00 + 1 073 188,00) * 0,007800 * 0,220000 |                              |          |       |         |        |          |           |          |      |          | 2 159     |
|    | Кошти на сплату єдиного внеску, нарахованого на суму допомоги з тимчасової непрацездатності (понад 5 днів)<br>(185 073,00 + 1 073 188,00) * 0,003739           |                              |          |       |         |        |          |           |          |      |          | 4 705     |
|    | Всього загальнопромислові витрати по кошторису   |                              |          |       |         |        |          |           |          |      |          | 544 625   |
|    | 06-001-002   | Будівництво дренажної мережі |          |       |         |        |          |           |          |      |          |           |
| 1  | КБ1-25-1   | 17,24                        | 12,1448  | 0,12  | 1,4574  | 185,34 | 270,11   | 1 866,91  | 470,14   | 7,48 | 90,84    | 831,09    |
| 2  | КБ1-30-2   | 15,516                       | 209,38   | 0,12  | 25,13   | 185,34 | 4 657    | 32 186    | 8 105    | 7,48 | 1 566    | 14 328    |
| 3  | КБ1-13-1   | 36,9583                      | 0,5148   |       | 0,0618  | 185,34 | 11,45    | 80,29     | 20,18    | 7,48 | 3,85     | 35,48     |
| 3  | КБ1-13-1   | 36,9583                      | 7,99     | 0,12  | 0,96    | 185,34 | 178      | 1 246     | 313      | 7,48 | 60       | 551       |
| 4  | КБ1-13-1   | 0,16                         | 68,4416  | 0,12  | 8,2130  | 185,34 | 1 522,20 | 8 928,03  | 2 299,05 | 7,48 | 511,94   | 4 333,19  |
| 4  | КБ1-13-1   | 0,16                         | 2 529,48 | 0,12  | 303,54  | 185,34 | 56 258   | 329 964   | 84 969   | 7,48 | 18 920   | 160 147   |
| 4  | КБ1-13-1   | 0,16                         | 68,4416  | 0,12  | 8,2130  | 185,34 | 1 522,20 | 8 928,03  | 2 299,05 | 7,48 | 511,94   | 4 333,19  |
| 4  | КБ1-13-1   | 0,16                         | 10,95    |       | 1,31    |        | 244      | 1 428     | 367      |      | 82       | 693       |
| 5  | КБ1-113-1  | 4,31                         | 87,3273  | 0,12  | 10,4793 | 185,34 | 1 942,23 | 11 655,31 | 2 991,46 | 7,48 | 653,21   | 5 586,90  |
| 7  | КБ31-9-3   | 35,325                       | 376,38   | 0,132 | 45,17   | 185,34 | 8 371    | 50 235    | 12 894   | 9,18 | 2 815    | 24 080    |
| 8  | КБ38-5-2   | 1,75                         | 17,0033  | 0,095 | 2,2444  | 185,34 | 415,98   | 2 050,21  | 542,56   | 7,41 | 156,09   | 1 114,63  |
| 8  | КБ38-5-2   | 1,75                         | 600,64   | 0,095 | 79,28   | 185,34 | 14 694   | 72 423    | 19 166   | 7,41 | 5 514    | 39 374    |
| 8  | КБ38-5-2   | 1,75                         | 232,0504 | 0,095 | 22,0448 | 185,34 | 4 085,78 | 25 214,96 | 6 446,16 | 7,41 | 1 719,49 | 12 251,43 |
| 10 | КБ1-27-4   | 37,1183                      | 406,09   | 0,12  | 38,58   | 185,34 | 7 150    | 44 126    | 11 281   | 7,48 | 3 009    | 21 440    |
| 10 | КБ1-27-4   | 37,1183                      | 12,0516  | 0,12  | 1,4462  | 185,34 | 268,04   | 1 879,50  | 472,46   | 7,48 | 90,15    | 830,65    |
| 11 | КБ20-13-2  | 3,0                          | 447,33   | 0,105 | 53,68   | 185,34 | 9 949    | 69 764    | 17 537   |      | 3 346    | 30 832    |
| 11 | КБ20-13-2  | 3,0                          | 2,2199   | 0,105 | 0,2331  | 185,34 | 43,20    | 244,66    | 63,33    | 8,7  | 19,31    | 125,84    |
| 12 | КБ1-28-1   | 17,24                        | 6,66     |       | 0,70    |        | 130      | 734       | 190      |      | 58       | 378       |
| 12 | КБ1-28-1   | 17,24                        | 7,3712   | 0,12  | 0,8845  | 185,34 | 163,94   | 1 133,11  | 285,35   | 7,48 | 55,14    | 504,43    |
| 12 | КБ1-28-1   | 17,24                        | 127,08   |       | 15,25   |        | 2 826    | 19 535    | 4 919    |      | 951      | 8 696     |

| 1 | 2  | 3 | 4         | 5 | 6        | 7 | 8       | 9         | 10      | 11 | 12      | 13      |
|---|--|---|-----------|---|----------|---|---------|-----------|---------|----|---------|---------|
|   | Разом по кошторису   |   | 4 721,98  |   | 563,60   |   | 104 457 | 621 641   | 159 741 |    | 36 321  | 300 519 |
|   | Кошти на оплату перших п'яти днів тимчасової непрацездатності<br>(104 457,00 + 621 641,00) * 0,007800  |   |           |   |          |   |         |           |         |    |         | 5 664   |
|   | Кошти на сплату єдиного внеску, нарахованого на суму оплати перших п'яти днів тимчасової непрацездатності<br>(104 457,00 + 621 641,00) * 0,007800 * 0,220000 |   |           |   |          |   |         |           |         |    |         | 1 246   |
|   | Кошти на сплату єдиного внеску, нарахованого на суму допомоги з тимчасової непрацездатності (понад 5 днів)<br>(104 457,00 + 621 641,00) * 0,003739           |   |           |   |          |   |         |           |         |    |         | 2 715   |
|   | Всього загально виробничі витрати по кошторису   |   |           |   |          |   |         |           |         |    |         | 310 144 |
|   | Разом по об'єктному кошторису  |   | 13 606,03 |   | 1 562,15 |   | 289 530 | 1 694 829 | 436 559 |    | 102 377 | 828 466 |
|   | Кошти на оплату перших п'яти днів тимчасової непрацездатності  |   |           |   |          |   |         |           |         |    |         | 18 883  |
|   | Кошти на сплату єдиного внеску, нарахованого на суму допомоги з тимчасової непрацездатності (понад 5 днів)   |   |           |   |          |   |         |           |         |    |         | 7 420   |
|   | Всього загально виробничі витрати по об'єктному кошторису  |   |           |   |          |   |         |           |         |    |         | 854 769 |

Склав

\_\_\_\_\_ [посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

\_\_\_\_\_ [посада, підпис (ініціали, прізвище)]

(найменування об'єкта будівництва)  
**ВІДОМІСТЬ РЕСУРСІВ**  
до об'єктного кошторису № 06-001

| № Ч.ч.                             | Шифр ресурсу     | Найменування   | Одиниця виміру | Кількість  | Поточна ціна за одиницю, грн. | у тому числі:        |                        |                                |
|------------------------------------|------------------|--|----------------|------------|-------------------------------|----------------------|------------------------|--------------------------------|
|                                    |                  |  |                |            |                               | відпускна ціна, грн. | трансп. складова, грн. | загот. складські витрати, грн. |
|                                    |                  |  |                |            |                               | всього, грн.         | всього, грн.           | всього, грн.                   |
| 1                                  | 2                | 3  | 4              | 5          | 6                             | 7                    | 8                      | 9                              |
| I. Витрати труда                   |                  |  |                |            |                               |                      |                        |                                |
| 1                                  | 1                | Витрати труда робітників-будівельників   | люд.год.       | 6 588,31   | 108,65                        | -                    | -                      | -                              |
| 2                                  |                  | Середній розряд робіт, що виконуються робітниками-будівельниками   | розряд         | 3,20       | -                             | -                    | -                      | -                              |
| 3                                  | 3                | Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин   | люд.год.       | 7 017,72   | 139,5056                      | -                    | -                      | -                              |
| 4                                  |                  | Середній розряд ланки робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин   | розряд         | 5,10       | -                             | -                    | -                      | -                              |
| 5                                  |                  | Витрати труда робітників, заробітна плата яких передбачена в загальновиробничих витратах   | люд.год.       | 1 562,15   | 185,3407                      | -                    | -                      | -                              |
| 6                                  |                  | Разом загальна кошторисна трудомісткість   | люд.год.       | 15 168,18  | 130,8238                      | -                    | -                      | -                              |
| 7                                  |                  | Середній розряд робіт  | розряд         | 3,20       | -                             | -                    | -                      | -                              |
| II. Будівельні машини та механізми |                  |  |                |            |                               |                      |                        |                                |
| 1                                  | КБМ201-12        | Автомобілі бортові, вантажопідйомність 5 т   | маш.год        | 119,57752  | 420,19                        | -                    | -                      | -                              |
| 2                                  | КБМ215-202       | Агрегати зварювальні двопостові для ручного зварювання на тракторі потужністю 79 кВт (108 к.с.)                                      | маш.год        | 60,21      | 733,68                        | -                    | -                      | -                              |
| 3                                  | КБМ215-101       | Агрегати наповнювальні-обпресувальні, продуктивність до 70 м <sup>3</sup> /год   | маш.год        | 121,9225   | 939,75                        | -                    | -                      | -                              |
| 4                                  | *КБМ225-591<br>3 | Апарати для стикового зварювання поліетиленових труб діаметром до 315 мм, потужність 3,7 кВт (працює від пересувної електростанції)  | маш.год        | 63,3072    | 183,66                        | -                    | -                      | -                              |
| 5                                  | *КБМ225-591<br>4 | Апарати для стикового зварювання поліетиленових труб діаметром до 630 мм, потужність 10,2 кВт (працює від пересувної електростанції) | маш.год        | 201,9535   | 194,20                        | -                    | -                      | -                              |
| 6                                  |                  |  | маш.год        | 601,961103 | 826,92                        | -                    | -                      | -                              |

| 1  | 2            | 3  | 4       | 5          | 6         | 7         | 8      | 9        |
|--|--------------|--|---------|------------|-----------|-----------|--------|----------|
|  | КБМ207-149   | Бульдозери, потужність 79 кВт (108 к.с.)   |         |            | 497 774   |           |        |          |
| 7  | КБМ207-150   | Бульдозери, потужність 96 кВт (130 к.с.)   | маш.год | 741,5219   | 971,53    | -         | -      | -        |
|  |              |  |         |            | 720 411   |           |        |          |
| 8  | КБМ208-902   | Дреноукладальники (безтраншейні) з тягачем потужністю 118 кВт (160 к.с.)   | маш.год | 55,8145    | 2 672,12  | -         | -      | -        |
|  |              |  |         |            | 149 143   |           |        |          |
| 9  | КБМ206-246   | Екскаватори одноковшеві дизельні на гусеничному ході, місткість ковша 0,4 м <sup>3</sup>                           | маш.год | 2          | 535,08    | -         | -      | -        |
|  |              |  |         | 588,005642 | 1 384 790 |           |        |          |
| 10   | КБМ204-102-3 | Електростанції пересувні, потужність 12 кВт  | маш.год | 201,9535   | 160,37    | -         | -      | -        |
|  |              |  |         |            | 32 387    |           |        |          |
| 11   | КБМ204-101   | Електростанції пересувні, потужність 2 кВт   | маш.год | 7,66       | 90,38     | -         | -      | -        |
|  |              |  |         |            | 692       |           |        |          |
| 12   | КБМ204-102   | Електростанції пересувні, потужність 4 кВт   | маш.год | 63,3072    | 161,32    | -         | -      | -        |
|  |              |  |         |            | 10 213    |           |        |          |
| 13   | КБМ205-102   | Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згоряння, тиск до 686 кПа (7 ат), продуктивність 5 м <sup>3</sup> /хв | маш.год | 90,12      | 418,12    | -         | -      | -        |
|  |              |  |         |            | 37 681    |           |        |          |
| 14   | КБМ202-1141  | Крани на автомобільному ході, вантажопідйомність 10 т  | маш.год | 151,57849  | 702,19    | -         | -      | -        |
|  |              |  |         |            | 106 437   |           |        |          |
| 15   | КБМ202-1216  | Крани на гусеничному ході при роботі на гідроенергетичному будівництві, вантажопідйомність до 16 т                 | маш.год | 55,3       | 561,89    | -         | -      | -        |
|  |              |  |         |            | 31 073    |           |        |          |
| 16   | КБМ215-702   | Крани-трубоукладальники для труб діаметром до 700 мм, вантажопідйомність 12,5 т                                    | маш.год | 83,91      | 1 229,83  | -         | -      | -        |
|  |              |  |         |            | 103 195   |           |        |          |
| 17   | КБМ212-2100  | Установка для приготування ґрунтових сумішей, потужність 116 кВт (158 к.с.)  | маш.год | 0,06       | 1 431,01  | -         | -      | -        |
|  |              |  |         |            | 86        |           |        |          |
|  |              | Разом:   | грн.    | -          | 3 333 724 | -         | -      | -        |
| <b>III. Механізований інструмент</b>                   |              |  |         |            |           |           |        |          |
| 1  | КБМ270-106   | Апарат для газового зварювання і різання   | маш.год | 5,4        |           |           |        |          |
| 2  | *КБМ270-115  | Дрилі електричні (працює від пересувної електростанції)  | маш.год | 7,66       |           |           |        |          |
| 3  | КБМ270-108   | Котли бітумні пересувні, місткість 400 л   | маш.год | 1,89       |           |           |        |          |
| 4  | КБМ203-303   | Лебідки ручні та важільні, тягове зусилля до 14,72 кН (1,5 т)  | маш.год | 1,62       |           |           |        |          |
|  |              | Разом вартість ресурсів, спожитих механізованим інструментом і врахованих в вартості матеріалів                    | грн.    | -          | 30        | -         | -      | -        |
| <b>IV. Будівельні матеріали, вироби та конструкції</b> |              |  |         |            |           |           |        |          |
| 1  | C111-70      | Бензин автомобільний АИ-98, АИ-95, "Экстра", АИ-93 [535,45 грн/т * 1,13 т]   | т       | 0,0045     | 66 532,72 | 64 623,10 | 605,06 | 1 304,56 |
|  |              |  |         |            | 299       | 291       | 3      | 6        |

| 1  | 2          | 3   | 4         | 5       | 6          | 7          | 8        | 9        |
|----|------------|---|-----------|---------|------------|------------|----------|----------|
| 2  | C111-73    | Бітуми нафтові будівельні, марка БН-90/10 [614,77 грн/т * 1,03 т]   | т         | 0,0018  | 37 686,07  | 36 313,92  | 633,21   | 738,94   |
|    |            |   |           |         | 68         | 65         | 1        | 1        |
| 3  | C111-1554  | Бітуми нафтові дорожні БНД-40/60, перший сорт [674,80 грн/т * 1,03 т]   | т         | 0,63585 | 22 788,83  | 21 646,95  | 695,04   | 446,84   |
|    |            |   |           |         | 14 490     | 13 764     | 442      | 284      |
| 4  | C111-1848  | Болти будівельні з гайками та шайбами [329,69 грн/т * 1,12 т]   | т         | 0,0006  | 185 137,13 | 181 137,74 | 369,25   | 3 630,14 |
|    |            |   |           |         | 111        | 109        | -        | 2        |
| 5  | C130-40    | Болти з гайками та шайбами, діаметр 16 мм [402,75 грн/т * 1,12 т]   | т         | 0,1528  | 90 683,88  | 88 454,68  | 451,08   | 1 778,12 |
|    |            |   |           |         | 13 856     | 13 516     | 69       | 272      |
| 6  | C111-1601  | Бризол [775,51 грн/т * 2,3 т]   | 1000м2    | 0,0618  | 388 090,00 | 378 696,72 | 1 783,67 | 7 609,61 |
|    |            |   |           |         | 23 984     | 23 403     | 110      | 470      |
| 7  | C112-29    | Бруси обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 100, 125 мм, III сорт [432,63 грн/т * 0,61 т]   | м3        | 0,63585 | 9 540,89   | 9 089,91   | 263,90   | 187,08   |
|    |            |   |           |         | 6 067      | 5 780      | 168      | 119      |
| 8  | C1630-1198 | Вантузи для повітря та води, ВМТ, тиск 1 МПа (10 кгс/см2), діаметр 50 мм [402,75 грн/т * 0,037 т]                         | ком-плект | 2,0     | 3 127,52   | 3 051,30   | 14,90    | 61,32    |
|    |            |   |           |         | 6 255      | 6 103      | 30       | 123      |
| 9  | C1630-2    | Вантузи для повітря та води, тиск 1 МПа (10 кгс/см2), діаметр 100 мм [402,75 грн/т * 0,061 т]                             | ком-плект | 2,0     | 7 263,86   | 7 096,86   | 24,57    | 142,43   |
|    |            |   |           |         | 14 528     | 14 194     | 49       | 285      |
| 10 | C111-306   | Вироби гумові технічні морозостійкі [356,81 грн/т * 0,00126 т]  | кг        | 1,032   | 185,92     | 181,82     | 0,45     | 3,65     |
|    |            |   |           |         | 192        | 188        | -        | 4        |
| 11 | C142-10-2  | Вода  | м3        | 686,55  | 35,94      | 35,94000   | -        | -        |
|    |            |   |           |         | 24 675     | 24 675     | -        | -        |
| 12 | C1535-182  | Вузли трубопроводів з сталевих труб, зовнішній діаметр 530 мм, товщина стінки 9 мм [338,28 грн/т * 1,02 т]                | т         | 1,77    | 124 632,30 | 121 843,48 | 345,05   | 2 443,77 |
|    |            |   |           |         | 220 599    | 215 663    | 611      | 4 325    |
| 13 | C1630-3    | Гідранти підземні, тиск 1 МПа (10 кгс/см2), діаметр 125 мм, висота 500-2500 мм [402,75 грн/т * 0,184 т]                   | шт        | 53,0    | 9 371,23   | 9 113,37   | 74,11    | 183,75   |
|    |            |   |           |         | 496 675    | 483 009    | 3 928    | 9 739    |
| 14 | C112-53    | Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 25 мм, III сорт [432,63 грн/т * 0,61 т]         | м3        | 0,1575  | 11 063,40  | 10 582,57  | 263,90   | 216,93   |
|    |            |   |           |         | 1 742      | 1 667      | 42       | 34       |
| 1  | 2          | 3   | 4         | 5       | 6          | 7          | 8        | 9        |
| 15 | C112-58    | Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 32,40 мм, IV сорт [432,63 грн/т * 0,61 т]       | м3        | 0,63585 | 8 156,84   | 7 733,00   | 263,90   | 159,94   |
|    |            |   |           |         | 5 187      | 4 917      | 168      | 102      |
| 16 | C112-62    | Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 44 мм і більше, IV сорт [432,63 грн/т * 0,61 т] | м3        | 0,63585 | 7 447,46   | 7 037,53   | 263,90   | 146,03   |
|    |            |   |           |         | 4 735      | 4 475      | 168      | 93       |
| 17 | C111-1899  |   | т         | 0,054   | 187 624,70 | 183 546,15 | 399,63   | 3 678,92 |

| 1  | 2            | 3  | 4  | 5        | 6                    | 7                   | 8               | 9               |
|----|--------------|--|----|----------|----------------------|---------------------|-----------------|-----------------|
| 18 | 2307-11111   | Електроди для зварювання магістральних газонафтопроводів [356,81 грн/т * 1,12 т]<br>Засувка фланцева 31Ч6НЖ, ДУ50, РУ10 [402,75 грн/т * 0,036 т] | шт | 3,0      | 10 132<br>3 679,19   | 9 911<br>3 592,55   | 22<br>14,50     | 199<br>72,14    |
| 19 | C111-797     | Катанка гарячекатана у мотках, діаметр 6,3-6,5 мм [315,04 грн/т * 1,0 т]   | т  | 0,190755 | 11 038<br>24 408,99  | 10 778<br>23 615,34 | 44<br>315,04    | 216<br>478,61   |
| 20 | C111-324     | Кисень технічний газоподібний [535,45 грн/т * 0,0124 т]  | м3 | 2,64     | 4 656<br>70,76       | 4 505<br>62,73      | 60<br>6,64      | 91<br>1,39      |
| 21 | K58-5521-ЛЮ0 | Кільця КС15.18 залізобетонні серія 3.900.1-14 випуск 1 [263,66 грн/т * 2,01 т]   | шт | 63,585   | 187<br>3 579,61      | 166<br>2 979,46     | 18<br>529,96    | 4<br>70,19      |
| 22 | 230723-12844 | Клапан зворотний гумований фланцевий 16Ч14Р(ЕА41099-03)ДУ150, РУ6 [402,75 грн/т * 0,04172 т]   | шт | 3,0      | 227 610<br>10 094,09 | 189 449<br>9 879,37 | 33 698<br>16,80 | 4 463<br>197,92 |
| 23 | C111-1708    | Ключчя просочене [535,45 грн/т * 0,00113 т]  | кг | 47,0529  | 30 282<br>128,10     | 29 638<br>124,98    | 50<br>0,61      | 594<br>2,51     |
| 24 | C111-1695    | Масика бігумно-гумова ізоляційна [535,45 грн/т * 1,13 т]   | т  | 0,258    | 6 027<br>32 829,00   | 5 881<br>31 580,23  | 29<br>605,06    | 118<br>643,71   |
| 25 | C111-629     | Оліфа комбінована К-4 [535,45 грн/т * 1,15 т]  | т  | 0,0006   | 8 470<br>28 119,06   | 8 148<br>26 951,94  | 156<br>615,77   | 166<br>551,35   |
| 26 | C111-849     | Пластина гумова рулонна вулканізована [356,81 грн/т * 0,00126 т]   | кг | 0,06     | 17<br>244,10         | 16<br>238,86        | -<br>0,45       | -<br>4,79       |
| 27 | C1546-66     | Пропан-бутан технічний [535,45 грн/т * 0,01856 т]  | м3 | 0,51     | 15<br>51,86          | 14<br>40,90         | -<br>9,94       | -<br>1,02       |
| 28 | C1425-11680  | Розчин готовий кладковий важкий цементний, марка М25 [391,74 грн/т * 2,2 т]  | м3 | 2,5434   | 26<br>2 661,74       | 21<br>1 747,72      | 5<br>861,83     | 1<br>52,19      |
| 29 | C111-1788    | Скоби ходові [356,81 грн/т * 0,00168 т]  | шт | 254,34   | 6 770<br>489,84      | 4 445<br>479,64     | 2 192<br>0,60   | 133<br>9,60     |
| 30 | C111-1681    | Стрічка полімерна для захисту ізоляційних покриттів газонафтопродуктопроводів, товщина 0,5мм [775,51 грн/т * 0,0003 т]                           | м2 | 27,6     | 124 586<br>56,46     | 121 992<br>55,12    | 153<br>0,23     | 2 442<br>1,11   |
| 31 | C1424-11612  | Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В15 (М200), крупність заповнювача більше 20 до 40 мм [391,74 грн/т * 2,4 т]                             | м3 | 5,72265  | 1 558<br>3 399,78    | 1 521<br>2 392,94   | 6<br>940,18     | 31<br>66,66     |
| 32 | C1421-9636   | Суміші піщано-гравійні для будівельних робіт N1, розмір зерен понад 0 до 70 мм, марка ДР8 [465,73 грн/т * 1,6 т]                                 | м3 | 183,75   | 19 456<br>960,03     | 13 694<br>196,04    | 5 380<br>745,17 | 381<br>18,82    |
| 33 | C113-2325    | Труби Е2-Р1 одношарові гофровані для систем дренажу діам. 160 мм [868,53 грн/т * 0,00187 т]  | м  | 4 383,27 | 176 406<br>133,31    | 36 022<br>129,08    | 136 925<br>1,62 | 3 458<br>2,61   |
| 34 | C113-1448    | Труби поліетиленові для подачі холодної води РЕ 80   | м  | 733,26   | 584 334<br>2 731,76  | 565 792<br>2 659,35 | 7 101<br>18,85  | 11 440<br>53,56 |
|    |              |  |    |          | 2 003 090            | 1 949 995           | 13 822          | 39 273          |

| 1  | 2          | 3  | 4        | 5         | 6          | 7              | 8       | 9        |
|--|------------|--|----------|-----------|------------|----------------|---------|----------|
| 35   | C113-1449  | SDR 13.6(1,0 МПа), зовнішній діаметр 315х23,2 мм [868,53 грн/т * 0,0217 т]<br>Труби поліетиленові для подачі холодної води PE 80 | м        | 823,15    | 4 358,14   | 4 242,38       | 30,31   | 85,45    |
|  |            |  |          |           | 3 587 403  | 3 492 115      | 24 950  | 70 338   |
| 36   | C113-1450  | SDR 13.6(1,0 МПа), зовнішній діаметр 400х29,4 мм [868,53 грн/т * 0,0349 т]<br>Труби поліетиленові для подачі холодної води PE 80 | м        | 1 136,25  | 6 817,61   | 6 636,42       | 47,51   | 133,68   |
|  |            |  |          |           | 7 746 509  | 7 540 632      | 53 983  | 151 894  |
| 37   | C111-430   | Фарба олійна та алкідна земляна, готова до застосування, сурик залізний, МА-15, ПФ-14 [535,45 грн/т * 1,11 т]                    | т        | 0,0012    | 78 163,27  | 76 036,31      | 594,35  | 1 532,61 |
|  |            |  |          |           | 94         | 91             | 1       | 2        |
| 38   | C111-174   | Цвяхи будівельні з конічною головкою 3,5х90 мм [356,81 грн/т * 1,12 т]   | т        | 0,002275  | 61 888,14  | 60 275,02      | 399,63  | 1 213,49 |
|  |            |  |          |           | 141        | 137            | 1       | 3        |
| 39   | C1421-9471 | Щебінь із природного каменю для будівельних робіт, фракція 20-40 мм, марка М400 [465,73 грн/т * 1,5 т]                           | м3       | 20,3472   | 1 547,45   | 818,51         | 698,60  | 30,34    |
|  |            |  |          |           | 31 486     | 16 654         | 14 215  | 617      |
|  |            | Разом:   | грн.     | -         | 15 413 756 | 14 813 435     | 298 597 | 301 723  |
| Підсумкові показники   |            |  |          |           |            |                |         |          |
|  |            | Кошторисна трудомісткість (I)  | люд.год. | 15 168,18 | 1 984 359  | -              | -       | -        |
|  |            | Будівельні машини та механізми (II)  | грн.     | -         | 3 333 724  | -              | -       | -        |
|  |            | Будівельні матеріали, роботи та конструкції (III+IV)   | грн.     | -         | 15 413 786 | -              | -       | -        |
| Ресурси, спожиті будівельними машинами, автотранспортом і механізованим інструментом |            |  |          |           |            |                |         |          |
|  |            | Бензин   | кг       | 508,4741  | 62,71      | 31 886,3761    |         |          |
|  |            | Дизельне паливо  | кг       | 29        | 53,10      | 1 591 566,1626 |         |          |
|  |            | Електроенергія   | квт.г.   | 5,856     | 8,4354     | 49,3980        |         |          |
|  |            | Дрова  | м3       | 0,2268    | 119,13     | 27,0187        |         |          |
| 1  | 2          | 3  | 4        | 5         | 6          | 7              | 8       | 9        |
|  |            | Мастильні матеріали  | кг       | 1         | 159,41     | 243            |         |          |
|  |            | Гідравлічна рідина   | кг       | 528,4285  |            | 634,2388       |         |          |
|  |            |  |          | 237,908   | 142,97     | 34 013,4218    |         |          |

Поточні ціни матеріальних ресурсів прийняті станом на 6 грудня 2025 р.

\* Відмічені ресурси, ціну на які змінено.

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

ЗАТВЕРДЖЕНО

(назва організації, що затверджує)

(посада, підпис, ініціали, прізвище)

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

ДЕФЕКТНИЙ АКТ  
на Будівництво системи зрошення

(найменування об'єкта)

Умови виконання робіт:

## Об'єми робіт

| № Ч.ч. | Найменування робіт і витрат  | Одиниця виміру   | Кількість | Примітка |
|--------|--|--|-----------|----------|
| 1      | 2  | 3  | 4         | 5        |
|        | Будівництво зрошувальної мережі  |  |           |          |
| 1      | Зрізання рослинного шару ґрунту з траси траншеї  | м <sup>3</sup> ґрунту                                      | 34 434    |          |
| 2      | Планування траси траншеї під проектний похил 0,001   | м <sup>2</sup> спланованої поверхні за 1 прохід бульдозеру | 38 260    |          |
| 3      | Розробка ґрунту в траншеї механічним способом  | м <sup>3</sup> ґрунту                                      | 24 773,35 |          |
| 4      | Розробка ґрунту в траншеї вручну   | м <sup>3</sup> ґрунту                                      | 1 243,45  |          |
| 5      | Розробка ґрунту в котлованах під колодязі  | м <sup>3</sup> ґрунту                                      | 500       |          |
| 6      | Укладання трубопроводів з поліетиленових труб з гідравлічним випробуванням, зовнішній діаметр 315 мм | км трубопроводу  | 0,726     |          |
| 7      | Укладання трубопроводів з поліетиленових труб з гідравлічним випробуванням, зовнішній діаметр 400 мм | км трубопроводу  | 0,815     |          |
| 8      | Укладання трубопроводів з поліетиленових труб з гідравлічним випробуванням, зовнішній діаметр 500 мм | км трубопроводу  | 1,125     |          |
| 9      | Монтаж оглядових колодязів 4шт<br>Обсяг = (4*1.5*2*3.14*0.75^2)*1                                    | м <sup>3</sup> збірних конструкцій                         | 28,26     |          |
| 10     | Монтаж засувки   | вузел засувки  | 3         |          |
| 11     | Часткова засипка траншеї ґрунтом   | м <sup>3</sup> ґрунту                                      | 11 382,35 |          |
| 12     | Зворотна засипка траншеї ґрунтом   | м <sup>3</sup> ґрунту                                      | 15 134,45 |          |
| 13     | Установлення гідрантів   | шт   | 53        |          |
| 14     | Установлення вантузів  | шт   | 4         |          |
| 15     | Відновлення рослинного шару ґрунту   | м <sup>3</sup> ґрунту                                      | 34 434    |          |
|        | Будівництво дренажної мережі   |  |           |          |
| 16     | Зрізання рослинного шару ґрунту з траси траншеї  | м <sup>3</sup> ґрунту                                      | 17 240    |          |
| 17     | Планування траси траншеї під проектний похил 0,001   | м <sup>2</sup> спланованої поверхні за 1 прохід бульдозеру | 15 516    |          |
| 18     | Розробка ґрунту в траншеї механічним способом  | м <sup>3</sup> ґрунту                                      | 36 958,3  |          |
| 19     | Розробка ґрунту в котлованах під колодязі  | м <sup>3</sup> ґрунту                                      | 160       |          |
| 20     | Улаштування дренажу з пластмасових труб  | м дренажу  | 4 310     |          |
| 21     | Монтаж оглядових колодязів 5шт<br>Обсяг = (5*1.5*2*3.14*0.75^2)*1                                    | м <sup>3</sup> збірних конструкцій                         | 35,325    |          |
| 22     | Відсіпання щебеневих призм для трубчастого дренажу   | м3   | 175       |          |
| 23     | Зворотна засипка траншеї ґрунтом   | м <sup>3</sup> ґрунту                                      | 37 118,3  |          |
| 24     | Установлення дренажних гирл  | клапан   | 3         |          |
| 25     | Відновлення рослинного шару ґрунту   | м <sup>3</sup> ґрунту                                      | 17 240    |          |

Склав

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

(назва організації, що затверджує)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зведений кошторисний розрахунок в сумі

24 381,714 тис. грн.

В тому числі зворотних сум

тис. грн.

(посилання на документ про затвердження)

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

ЗВЕДЕНИЙ КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК  
ВАРТОСТІ ОБ'ЄКТА БУДІВНИЦТВА № \_\_\_\_\_

Будівництво системи зрошення

(найменування об'єкта будівництва)

Складений в поточних цінах станом на 6 грудня 2025 р.

| № Ч.ч.   | Номери кошторисів і кошторисних розрахунків | Найменування глав, будівель, споруд, лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, робіт і витрат | Кошторисна вартість, тис.грн. |                                   |              |                   |
|--|---|--|-------------------------------|-----------------------------------|--------------|-------------------|
|  |   |  | будівельних робіт             | устаткування, меблів та інвентарю | інших витрат | загальна вартість |
| 1  | 2   | 3  | 4                             | 5                                 | 6            | 7                 |
| <b>Глава 6. Зовнішні мережі і споруди водопостачання, каналізації, теплопостачання та газопостачання</b> |   |  |                               |                                   |              |                   |
| 1  | 06-001                                      | Будівництво системи зрошення   | 20 318,095                    |                                   |              | 20 318,095        |
| 2  | 06-001-001                                  | Будівництво зрошувальної мережі  | 17 256,687                    |                                   |              | 17 256,687        |
| 3  | 06-001-002                                  | Будівництво дренажної мережі   | 3 061,408                     |                                   |              | 3 061,408         |
|  |   | <b>Разом за главою № 6</b>   | 20 318,095                    |                                   |              | 20 318,095        |
|  |   | <b>Разом за главами № 1 - 7</b>  | 20 318,095                    |                                   |              | 20 318,095        |
|  |   | <b>Разом за главами № 1 - 12</b>   | 20 318,095                    |                                   |              | 20 318,095        |
|  |   | <b>Разом</b>   | 20 318,095                    |                                   |              | 20 318,095        |
|  |   | Податок на додану вартість   |                               |                                   | 4 063,619    | 4 063,619         |
|  |   | <b>Всього по зведеному кошторисному розрахунку</b>   | 20 318,095                    |                                   | 4 063,619    | 24 381,714        |

Керівник проектної організації

[підпис (ініціали, прізвище)]

Головний інженер проекту  
(Головний архітектор проекту)

[підпис (ініціали, прізвище)]

Керівник

відділу

(найменування)

[підпис (ініціали, прізвище)]