ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри цивільної інженерії,
технологій будівництва і захисту довкілля
професор _____ Вікторія ВОЛКОВА
«____» _____ 2026 р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

освітній ступінь «Бакалавр»

на тему: ОРГАНІЗАЦІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ РОБІТ З РЕКОНСТРУКЦІЇ ЗРОШУВАЛЬНОГО МАСИВУ В ТОВ «ПРОГРЕС» ДНІПРОВСЬКОГО РАЙОНУ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Виконав: здобувач вищої освіти
групи БЦІ-1-22
спеціальності– 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
освітньої програми – «Гідротехніка (водні ресурси)»

Сергій ВОЛОШИН
(прізвище та ініціали)

Керівник – ст. викл. Андрій МАКАРОВ
(прізвище та ініціали)

Рецензент_____
(прізвище та ініціали)

Дніпро – 2026

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля
Освітній ступінь «Бакалавр»
Спеціальність - 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
Освітня програма «Гідротехніка (водні ресурси)»

З А Т В Е Р Д Ж У Ю :
Зав. кафедрою цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля
_____Вікторія ВОЛКОВА
«__ _ ___»___ _____2026 р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу здобувачу
Волошину Сергію Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: «Організація і технологія робіт з реконструкції зрошувального масиву в ТОВ «Прогрес» Дніпровського району Дніпропетровської області»

керівник роботи ___Макаров Андрій Віталійович, к. т. н. _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від «24»_ квітня _ 2026 р. № _820_

1. Термін здачі студентом закінченої роботи: «15»_ _червня_ 2026 р.

2. Вихідні дані до роботи: 1. Природні умови району досліджень. 2. Технічний стан зрошувального масиву; 3. План масиву зрошення М 1:5000 в горизонталях.
3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити) Вступ. 1. Загальна характеристика району дослідження; 2. Об'єми будівельно-монтажних робіт; 3. Технологія будівельно-монтажних робіт; 4. Організація будівництва; 5. Охорона праці; Висновки; Список використаної літератури; Додатки.

4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Презентація в середовищі Power Point з демонстрацією слайдів за результатами досліджень. 2. План реконструкції масиву зрошення М 1:10000. 3. План, поздовжній та поперечний профілі будівлі насосної станції. 4. Календарний план виконання робіт з реконструкції зрошувального масиву.

5. Дата видачі завдання: «24» квітня 2026 р.

6.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, РЕФЕРАТ, ВСТУП	24.04.2026 р.	
2.	ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ	01.05.2026 р.	
3.	ОБ'ЄМИ БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНИХ РОБІТ	08.05.2026 р.	
4.	ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНИХ РОБІТ	15.05.2026 р.	
5.	ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА	22.05.2026 р.	
6.	ОХОРОНА ПРАЦІ	29.05.2026 р.	
7.	КОШТОРИСНА ВАРТІСТЬ БУДІВНИЦТВА	05.06.2026 р.	
8.	ВИСНОВКИ	12.06.2026 р.	
9.	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	15.06.2026 р.	

Студент-дипломник_____Сергій ВОЛОШИН
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____Андрій МАКАРОВ
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ	6
	РЕФЕРАТ	8
	ВСТУП	11
1	ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ	14
1.1	Місцезнаходження та коротка характеристика об’єкту реконструкції	14
1.2	Кліматична характеристика	18
1.3	Рельєф поверхні	23
1.4	Геологічні умови і гідрогеологія	25
1.5	Ґрунтові умови	29
1.6	Джерело зрошення	34
2	ОБ’ЄМИ БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНИХ РОБІТ	39
2.1	Розрахунок об’ємів робіт з реконструкції закритої зрошувальної мережі	40
2.2	Розрахунок об’ємів робіт з експлуатаційного планування полів	45
2.3	Розрахунок об’ємів робіт з реконструкції експлуатаційних доріг та створення лісосмуг	48
3	ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНИХ РОБІТ	51
3.1	Технологія ремонтно-будівельних робіт з реконструкції закритої зрошувальної мережі	52
3.2	Технологія планування полів	64
3.3	Технологія виконання робіт з реконструкції експлуатаційних доріг	66
3.4	Технологія висадки лісосмуг навколо гідротехнічних споруд	68
4	ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА	72
4.1	Календарне планування	77
4.2	Калькуляція трудових витрат і заробітної плати	85
4.3	Проєктування санітарно-побутових приміщень	89

4.4	Розрахунок складів будівельних матеріалів і конструкцій	92
4.5	Водопостачання на будівництві	95
4.6	Енергозабезпечення на будівництві	100
4.7	Потреби будівництва в машинах та механізмах	104
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	108
6	КОШТОРИСНА ВАРТІСТЬ БУДІВНИЦТВА	112
6.1	Пояснювальна записка	112
6.2	Зведений кошторис	115
6.3	Об’єктний кошторис	117
6.4	Локальний кошторис	120
	ВИСНОВКИ	123
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	127
	ДОДАТКИ	133

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Значення
1	Об’єкт реконструкції	—	Зрошувальний масив ТОВ «Прогрес»
2	Місце розташування об’єкта	—	Дніпровський район Дніпропетровської області
3	Джерело зрошення	—	річка Дніпро
4	Вид робіт	—	реконструкція закритої зрошувальної мережі
5	Тип труб, що укладаються	—	поліетиленові труби ПЕ-100 Ø 355 мм
6	Довжина трубопроводу, що укладається	м	1607
7	Об’єм зрізання рослинного шару ґрунту під час ліквідації трубопроводу	м³	29100
8	Об’єм зрізання рослинного шару ґрунту під час улаштування зрошувальної мережі	м³	33600
9	Площа планування траси траншеї під проєктний похил	м²	42000
10	Загальний об’єм розробки ґрунту в траншеї під час ліквідації трубопроводу	м³	23169
11	Об’єм механізованої розробки ґрунту під час ліквідації трубопроводу	м³	20852
12	Об’єм ручної розробки ґрунту під час ліквідації трубопроводу	м³	2317
13	Загальний об’єм розробки ґрунту в траншеї для зрошувальної мережі	м³	7433
14	Об’єм механізованої розробки ґрунту для зрошувальної мережі	м³	6690

15	Об’єм ручної розробки ґрунту для зрошувальної мережі	м³	743
16	Об’єм розробки ґрунту в приямках під стики труб	м³	78
17	Об’єм розробки ґрунту в котлованах під колодязі	м³	223
18	Довжина реконструкції експлуатаційних доріг	км	12,6
19	Загальна тривалість виконання ремонтно-будівельних робіт	днів	274
20	Загальні трудові витрати за нормативними показниками	люд.-днів	3446,93
21	Загальні трудові витрати за планом	люд.-днів	3274,58
22	Підвищення продуктивності праці	%	5
23	Виконання норми виробітку	%	105
24	Загальна кількість працівників	осіб	109
25	Кількість машиністів	осіб	35
26	Кількість монтажників	осіб	31
27	Кількість робітників інших спеціальностей	осіб	43
28	Кошторисна трудомісткість робіт	люд.-год	3395,09
29	Кошторисна заробітна плата	грн	1677808
30	Середній розряд робіт	—	4,9
31	Загальна кошторисна вартість реконструкції	тис. грн	30437,106
32	Кошторисний прибуток	тис. грн	295,077
33	Основні машини та механізми	—	Komatsu D39EX/PX, ЭО-4121А, КС-45729А

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота виконана на тему: «Організація і технологія робіт з реконструкції зрошувального масиву в ТОВ «Прогрес» Дніпровського району Дніпропетровської області».

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Загальний обсяг роботи становить 151 сторінка друкованого тексту. У роботі наведено графічні матеріали, таблиці, розрахунки, кошторисну документацію та додатки.

Об’єктом дослідження є процес реконструкції зрошувального масиву в умовах ТОВ «Прогрес» Дніпровського району Дніпропетровської області.

Предметом дослідження є організаційні та технологічні рішення щодо виконання робіт з реконструкції закритої зрошувальної мережі, а також інженерно-меліоративні заходи, спрямовані на підвищення ефективності її функціонування.

Метою кваліфікаційної роботи є обґрунтування організації і технології робіт з реконструкції зрошувального масиву в ТОВ «Прогрес» з метою покращення водозабезпечення сільськогосподарських угідь, зниження експлуатаційних витрат та підвищення ефективності використання зрошуваних земель.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішено такі завдання: проаналізовано природно-кліматичні, рельєфні, геологічні, гідрогеологічні та ґрунтові умови району дослідження; охарактеризовано джерело зрошення; обґрунтовано необхідність реконструкції зрошувального масиву; визначено об’єми будівельно-монтажних робіт; розроблено технологію виконання робіт з реконструкції закритої зрошувальної мережі; розглянуто технологію планування полів, реконструкції експлуатаційних доріг і створення лісосмуг; виконано організацію будівництва; визначено потребу в трудових ресурсах, машинах і механізмах; складено кошторисну частину роботи.

У процесі виконання роботи встановлено, що територія зрошувального масиву розташована в зоні недостатнього та нестійкого природного зволоження. Середньорічна температура повітря становить близько +8,6 °С, середньорічна кількість атмосферних опадів — близько 441,6 мм, що підтверджує необхідність застосування зрошення для стабільного вирощування сільськогосподарських культур. Джерелом зрошення масиву є річка Дніпро.

У роботі передбачено реконструкцію закритої зрошувальної мережі з укладанням поліетиленових труб ПЕ-100 Ø355 мм довжиною 1607 м. Визначено основні обсяги земляних і монтажних робіт, зокрема зрізання рослинного шару ґрунту, розробку траншей, улаштування приямків і котлованів, монтаж трубопроводів, колодязів, засувок, гідрантів, вантузів та виконання зворотного засипання.

За результатами календарного планування загальна тривалість ремонтно-будівельних робіт становить 274 дні. Загальні трудові витрати за нормативними показниками дорівнюють 3446,93 люд.-днів, за планом — 3274,58 люд.-днів. Для виконання робіт передбачено залучення 109 працівників, зокрема 35 машиністів, 31 монтажника та 43 робітників інших спеціальностей.

Кошторисна трудомісткість робіт становить 3395,09 люд.-год, кошторисна заробітна плата — 1677808 грн, середній розряд робіт — 4,9. Загальна кошторисна вартість реконструкції за зведеним кошторисом становить 30437,106 тис. грн, кошторисний прибуток — 295,077 тис. грн.

Практичне значення роботи полягає в тому, що запропоновані організаційні та технологічні рішення можуть бути використані під час реконструкції зрошувальних систем у господарствах Дніпропетровської області. Реалізація запропонованих заходів сприятиме підвищенню надійності роботи зрошувальної мережі, зменшенню втрат води, раціональному використанню водних ресурсів, покращенню умов експлуатації трубопроводів і підвищенню ефективності використання зрошуваних земель.

Ключові слова: реконструкція, зрошувальний масив, ТОВ «Прогрес», закрита зрошувальна мережа, поліетиленові труби, будівельно-монтажні роботи, організація будівництва, кошторисна вартість.

ВСТУП

Застосування штучного зрошення в умовах Степової зони України, до якої територіально належить Дніпропетровська область, виступає ключовим чинником інтенсифікації агропромислового сектору. Цей регіон характеризується нестабільним рівнем природного зволоження, регулярними посухами, суттєвими температурними показниками та нерівномірністю опадів у період вегетації. Вказані кліматичні фактори стримують розкриття біологічного потенціалу сільськогосподарських культур. Відтак, гарантування оптимального рівня вологозабезпечення рослин є критично важливою умовою формування стабільно високої та якісної врожайності

Історично склалося, що Дніпропетровщина володіє потужним фондом зрошуваних угідь, які свого часу стали фундаментом для розвитку аграрного потенціалу краю. Проте більшість цих меліоративних об’єктів було зведено ще протягом 1970–1980-х років, через що сучасний стан інфраструктури потребує негайного технічного втручання через критичний термін експлуатації. Фізичне зношення трубопроводів та застаріла насосна база спричиняють суттєві втрати водних ресурсів при транспортуванні, а також призводять до надмірного споживання електроенергії, що нівелює ефективність меліорації. Загострює ситуацію тривалий брак капітального оновлення інженерних споруд. У зв’язку з цим, проведення комплексної реконструкції та технологічної модернізації існуючих зрошувальних систем є нагальною потребою для відновлення їхньої продуктивності та сталого функціонування в майбутньому.

Наукова та практична актуальність обраної теми зумовлена нагальною потребою у розробці обґрунтованих організаційно-технологічних стратегій реконструкції зрошувального масиву, що перебуває на балансі ТОВ «Прогрес» (Дніпровський район, Дніпропетровська область). Проведення комплексної модернізації та технічного переоснащення меліоративної інфраструктури є

критично важливим для забезпечення безперебійної подачі води на поля, мінімізації втрат водних ресурсів при транспортуванні та оптимізації поточних експлуатаційних витрат. Запропоновані заходи дозволять не лише відновити належний технічний стан гідромеліоративних систем, а й закласти підґрунтя для сталого та економічно доцільного використання зрошуваних угідь у перспективі.

Дослідження охоплює низку аспектів, що стосуються модернізації меліоративної мережі, зокрема: заміну фізично зношених трубопроводів, монтаж додаткових елементів закритої зрошувальної системи та вибір високоефективного насосного устаткування. Значну частину роботи зосереджено на розробці оптимального організаційно-технологічного алгоритму реалізації будівельно-монтажних заходів. Ключовою метою є впровадження таких інженерно-технічних рішень, які дозволять оптимізувати режим водопостачання, мінімізувати втрати напору в мережі та суттєво зменшити рівень споживання електричної енергії в процесі подальшої експлуатації гідромеліоративного комплексу.

Об'єктом даного наукового дослідження виступає процес модернізації зрошувального масиву, що функціонує на базі ТОВ «Прогрес» (Дніпропетровська обл., Дніпровський р-н).

Предметом аналізу є комплекс організаційно-технологічних та гідромеліоративних заходів, необхідних для проведення реконструкції зрошувальної мережі. Окрім безпосереднього виконання будівельних робіт, до предметної сфери належать стратегії підвищення надійності системи, відновлення її технічного ресурсу та оптимізація подальшої виробничої експлуатації.

Головною метою цього дослідження є наукове обґрунтування раціональних організаційно-технологічних стратегій, спрямованих на реконструкцію зрошувального масиву, що перебуває у користуванні ТОВ «Прогрес». Впровадження запропонованих заходів має забезпечити оптимізацію водоподачі на сільськогосподарські площі, мінімізацію витрат під час експлуатації систем та підвищення продуктивності меліорованих земель.

Для досягнення вказаної мети було поставлено та вирішено комплекс завдань:

- проведено оцінку сучасного технічного стану наявних меліоративних систем;
- сформульовано аргументацію щодо доцільності модернізації зрошувальної мережі;
- визначено особливості природно-кліматичних та виробничих умов на території реалізації проєкту;
- здійснено необхідні гідротехнічні розрахунки для проєктування параметрів реконструкції;
- обґрунтовано інженерні рішення з технічного переоснащення закритої зрошувальної системи;
- проведено вибір оптимального насосного обладнання та здійснено розрахунок робочих характеристик насосної станції;
- розраховано обсяги необхідних будівельно-монтажних робіт;
- опрацьовано організаційно-технологічні аспекти виконання робіт із модернізації зрошувального масиву.

Практична цінність даного дослідження зумовлена можливістю імплементації розроблених інженерно-технічних, організаційних та технологічних стратегій у процесі модернізації меліоративного комплексу аграрних підприємств Дніпропетровського регіону. Запровадження цих рішень забезпечить підвищення експлуатаційної надійності зрошувальних систем, раціоналізацію водокористування та суттєве зниження енергоємності процесів поливу. Окрім того, це дозволить створити базу для стабільного нарощування обсягів виробництва сільськогосподарської продукції на зрошуваних землях.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Місцезнаходження та коротка характеристика об’єкту реконструкції

Зрошувальний масив, що перебуває на балансі ТОВ «Прогрес», локалізований у межах Дніпровського району Дніпропетровської області (поблизу с. Звонецьке). Земельні ресурси об’єкта віднесені до категорії сільськогосподарських угідь, які інтенсивно використовуються для вирощування польових культур. Враховуючи приналежність регіону до зони недостатнього природного зволоження, стабільність агровиробництва є критично залежною від ефективного функціонування іригаційної інфраструктури. Штучне зрошення дозволяє здійснювати прецизійне регулювання водного режиму ґрунтового профілю, що нівелює негативні прояви аридних періодів та забезпечує гарантовану врожайність агрокультур.

Об’єктом проєктного технічного переоснащення є зрошувальна система, що забезпечує подачу води на угіддя ТОВ «Прогрес» і перебуває на балансі спеціалізованої водогосподарської організації. Меліоративна інфраструктура, споруджена кілька десятиліть тому, внаслідок тривалої експлуатації зазнала значного фізичного та морального зношення вузлів і конструктивних елементів. Основними деструктивними факторами виступають: зниження гідравлічної пропускної здатності трубопроводів, значні фільтраційні втрати водних ресурсів при транспортуванні та нераціональне використання енергоносіїв. Вищезазначені обставини обґрунтовують нагальну потребу в комплексній реконструкції системи, спрямованій на відновлення її технічного ресурсу, оптимізацію гідравлічних режимів та забезпечення економічної ефективності подальшої експлуатації.

Локалізація об’єкта в межах Степової зони України зумовлює хронічний дефіцит природного вологозабезпечення, що поглиблюється вираженою аридністю клімату та нерівномірним розподілом атмосферних опадів упродовж вегетаційного циклу. Зазначені екологічні чинники суттєво лімітують продуктивний потенціал аграрного виробництва, обґрунтовуючи стратегічну необхідність впровадження іригаційних технологій. Пікові показники водоспоживання припадають на фази активного росту, розвитку рослин та формування генеративних органів, що робить меліорацію визначальним чинником стабільності сільськогосподарського виробництва в даному регіоні.

У літній період на досліджуваній території спостерігається регулярна фіксація екстремальних температурних значень, розвиток суховіїв та інтенсивна деплеція (виснаження) запасів продуктивної вологи в ґрунтових горизонтах. Синергічний вплив цих абіотичних чинників обґрунтовує пріоритетну роль штучного зрошення як ключового інструментарію агротехнологічного управління. Застосування іригації є обов’язковою умовою для підвищення продуктивності агроценозів, мінімізації ризиків варіативності врожайності та забезпечення раціонального використання земельного фонду.

Село Звонецьке розташоване на правому березі Дніпра в оточенні таких населених пунктів, як Майорка та Олексіївка. Дана територія вирізняється сприятливим водогосподарським розташуванням, зумовленим близькістю до водних об'єктів Дніпровського басейну. Це створює сприятливий базис для іригації сільськогосподарських угідь. Проте фактична ефективність використання місцевих водних ресурсів прямо залежить від функціонального стану гідротехнічної мережі, технічної справності насосних агрегатів та якості організації безперебійного транспортування поливної води на зрошувані ділянки.

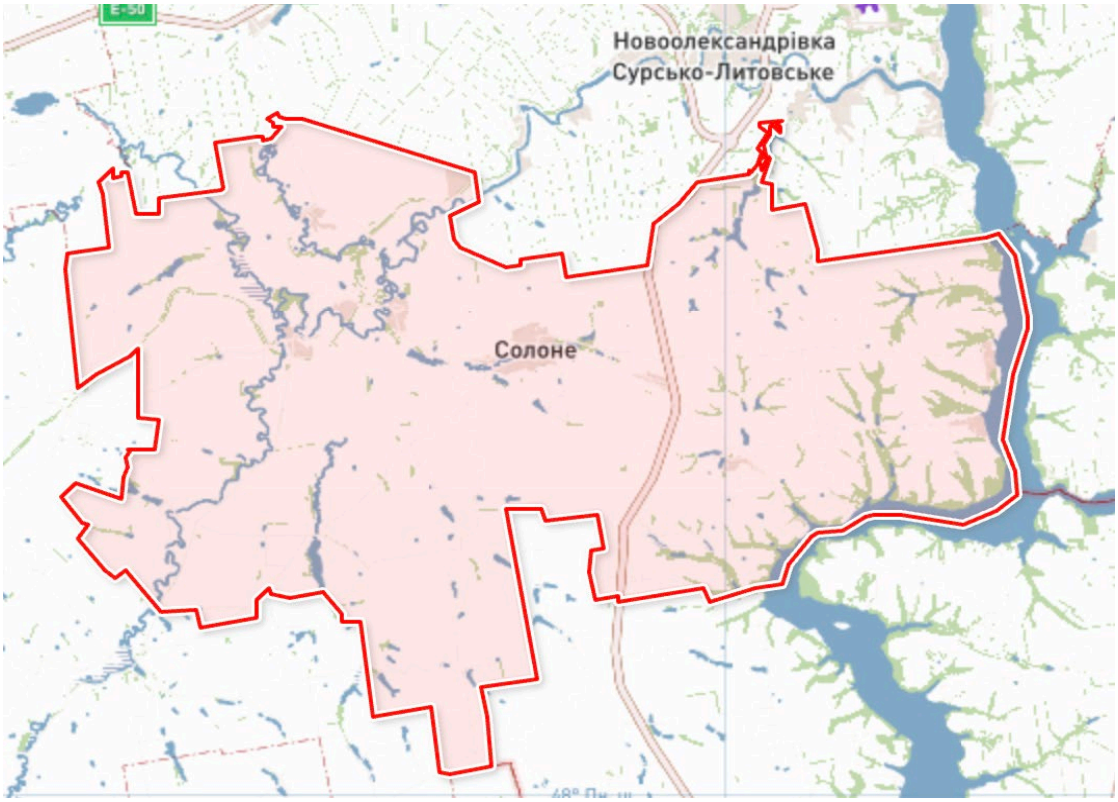


Рисунок 1.1 – Карта Солонянської селищної територіальної громади Дніпровського району Дніпропетровської області

Дніпровський район відіграє ключову роль в аграрному секторі Дніпропетровської області. Сприятливі природно-кліматичні характеристики цієї території створюють підґрунтя для культивування широкого спектра зернових, технічних та кормових культур. Однак недостатній рівень вологозабезпеченості ґрунтів виступає стримуючим фактором для реалізації біологічної продуктивності рослин. Тому модернізація діючих меліоративних систем є нагальним завданням, спрямованим на оптимізацію використання земельно-водного фонду, зростання врожайності та мінімізацію витрат на технічну підтримку інфраструктури зрошення.

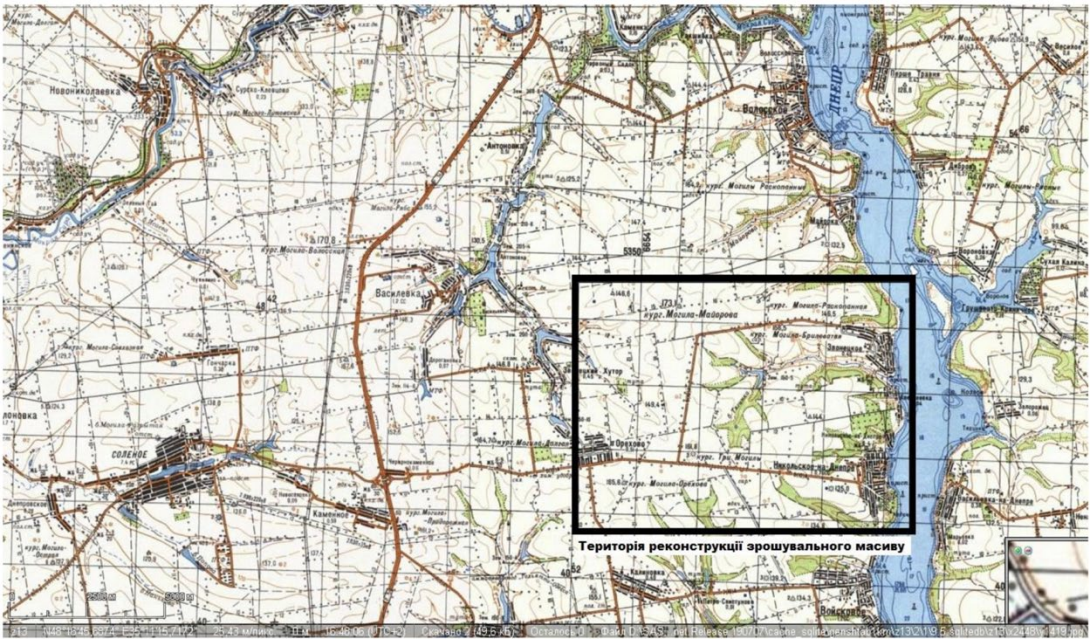


Рисунок 1.2 – Оглядова схема території реконструкції ЗМ «Прогрес»

Проєкт реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» спрямований на відновлення працездатності закритої мережі, підвищення надійності водопостачання та мінімізацію втрат водних ресурсів під час транспортування. Для досягнення належних експлуатаційних показників меліоративного комплексу заплановано виконання низки організаційних, технологічних та будівельно-монтажних робіт. Ключовим вектором модернізації є технічне оновлення інфраструктурних об'єктів, що дозволить налагодити раціональний режим подачі води як до дощувальних машин, так і безпосередньо на поливні ділянки.

Підсумовуючи, слід зазначити, що розташування зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» у регіоні з обмеженим природним вологозабезпеченням актуалізує завдання щодо стабільного та високоефективного функціонування іригаційної мережі. Отже, модернізація даного об'єкта виступає критично важливим інженерно-меліоративним кроком, реалізація якого дозволить оптимізувати продуктивність зрошуваних угідь, мінімізувати втрати водних та енергетичних ресурсів, а також створити необхідний фундамент для довгострокового сталого розвитку аграрного виробництва на базі господарства.

1.2 Кліматична характеристика

Проєктна ділянка розміщена в межах Степової зони України, де переважає помірно континентальний клімат. Цей кліматичний пояс відзначається спекотним, аридним літнім сезоном, м’якою зимою з періодичним та нестабільним сніговим покривом, а також високою мінливістю метеорологічних показників протягом річного циклу. Крім того, характерною рисою є нерівномірність випадання атмосферних опадів. Вказані природні чинники суттєво детермінують водний режим ґрунтового покриву та є головним аргументом на користь застосування додаткового штучного зрошення для задоволення потреб агрокультур у волозі.

Формування кліматичного режиму досліджуваної території зумовлене динамічною взаємодією повітряних мас різного походження. Зокрема, на регіон впливають вологі потоки атлантичного генезису, арктичні маси з низькими температурами та сухі континентальні повітряні потоки, що приходять із внутрішніх регіонів Євразії. Взаємодія цих факторів протягом річного циклу спричиняє значні амплітуди температурних коливань, зміну рівня вологості, трансформацію вітрового режиму, а також зумовлює нестійкий характер випадання атмосферних опадів.

Зимовий період у межах досліджуваного регіону відзначається активізацією циклонічних процесів, які є визначальними для формування погодних умов у холодну пору року. Початок зими часто пов’язаний із проникненням холодних арктичних повітряних мас, що супроводжується стрімким падінням температурних показників. Проте для зимового сезону також притаманні регулярні відлиги, спричинені перенесенням тепліших повітряних потоків з боку Атлантики, а також із басейнів Чорного та Середземного морів. Така висока динаміка атмосферної циркуляції призводить до формування нестійкого снігового покриву з незначною потужністю, який у окремі роки може повністю сходити ще до завершення зимового періоду.

У весняний період спостерігається тенденція до поступового зростання температури повітря, проте протягом квітня та травня зберігається ризик раптових похолодань, включно з пізніми заморозками. Подібні явища зумовлені періодичними вторгненнями холодних повітряних мас арктичного генезису. Такі несприятливі метеорологічні чинники створюють загрозу для ранніх фаз розвитку агрокультур, суттєво впливаючи на процеси появи сходів, приживлення рослин та формування їхньої вегетативної маси.

Літньому сезону на території проєктування притаманні переважно високі температури, посушливість та значна тривалість сонячного сяйва. Для цього періоду є характерними дефіцит атмосферних опадів та активне випаровування вологи з поверхні ґрунту, що призводить до суттєвого виснаження його запасів. Наявні літні опади здебільшого мають зливовий характер; через високу інтенсивність вони не встигають поглинатися ґрунтовим профілем (інфільтруватися), натомість переважно витрачаються на поверхневий стік або швидке випаровування. Згадані чинники зумовлюють хронічний дефіцит продуктивної вологи в ґрунті, що виступає фундаментальним аргументом на користь впровадження систем штучного зрошення.

Осінній сезон супроводжується поступовим зниженням температурного фону, зростанням хмарності, вищою частотою виникнення туманів та активізацією циклонічної діяльності. Протягом жовтня–листопада спостерігається посилення впливу Сибірського антициклону при одночасному нівелюванні ролі Азорського антициклону. У другій половині осені спостерігається чітка тенденція до збільшення похмурих днів та зростання кількості опадів. Проте для розвитку більшості сільськогосподарських культур у цей період вони вже мають мінімальне агротехнічне значення, оскільки вегетація добігає кінця.

Згідно з багаторічними метеорологічними спостереженнями по станції Дніпро, середньорічна температура повітря в досліджуваному регіоні становить близько +8,6 °C. Температурний максимум припадає на липень, коли середньомісячні

значення сягають позначки +21,3 °C. Натомість найхолоднішим місяцем є січень із середньою температурою близько –5,4 °C. Кліматичні умови регіону характеризуються суттєвою амплітудою абсолютних температурних екстремумів: під час пікових літніх температур повітря може прогріватися до +40 °C, тоді як у зимовий період мінімальні показники здатні опускатися до –34 °C [4].

Весняне потепління характеризується послідовним подоланням температурних порогів: перехід середньодобових показників через 0 °C зазвичай припадає на середину березня, через +5 °C — на початок квітня, а через +10 °C — на другу половину квітня. В осінній період зворотне зниження температури до рівня нижче +5 °C переважно реєструється в останні дні жовтня, тоді як перехід через 0 °C відбувається у другій половині листопада. Розрахункова сума ефективних температур вище +10 °C становить приблизно 3025 °C, що вказує на високий тепловий потенціал території, сприятливий для культивування більшості польових культур. Проте варто зауважити, що остаточна реалізація біологічної продуктивності рослин критично залежить від стабільності рівня їхнього вологозабезпечення.

Атмосферні опади виступають ключовим чинником, що детермінує формування поверхневого та підземного стоків, а також суттєво регулює водний режим ґрунтових горизонтів. Територія, на якій заплановано реконструкцію зрошувального масиву, локалізована в межах зони з нестійким природним зволоженням. За багаторічними даними, середньорічний рівень опадів тут сягає приблизно 441,6 мм: при цьому на теплий сезон припадає 280,7 мм, а на холодний — близько 160,9 мм. В умовах дефіциту зволоження, що відповідає забезпеченості 75 %, річна сума опадів скорочується до 366,9 мм, а під час екстремально посушливих періодів (забезпеченість 95 %) цей показник може падати до позначки 321,0 мм [4].

Для літнього сезону на території проєктування характерна висока ймовірність тривалого бездощового періоду. Практично щороку фіксуються інтервали без

опадів тривалістю понад 20 діб, причому виникнення більш затяжних посушливих явищ також є типовим для цього регіону. Подібні кліматичні обставини спричиняють критичне виснаження запасів вологи у верхньому ґрунтовому горизонті, що значно ускладнює проростання посівного матеріалу, уповільнює розвиток рослин та загалом негативно впливає на рівень врожайності. Найвищої гостроти проблема дефіциту води набуває під час активної вегетації агрокультур, коли потреба рослин у вологозабезпеченні досягає свого піка.

Сніговий покрив у межах досліджуваної території характеризується нестабільністю формування та нерівномірністю просторового розміщення. Його висота, сталість та тривалість залягання прямо залежать від мінливих метеорологічних умов кожного конкретного сезону. Через часті відлиги, що нерідко супроводжуються дощами, сніговий шар протягом зими може неодноразово деформуватися або повністю зникати. У середньому сніговий покрив утримується протягом 76 діб, проте цей показник має значну річну варіативність. Глибина промерзання ґрунтового шару в середньому становить близько 56 см; водночас її фактичні мінімальні та максимальні значення безпосередньо зумовлені температурною динамікою зими, тривалістю періодів морозів та потужністю снігового шару.

Вологість повітря виступає важливим кліматичним параметром, що відображає особливості мікроклімату регіону дослідження. Сезонна динаміка абсолютної вологості характеризується мінімальними значеннями в зимовий період та піковими показниками в літні місяці; при цьому середньорічний рівень становить орієнтовно 8,9 мб. Своєю чергою, відносна вологість демонструє протилежну тенденцію: її максимум припадає на зимові місяці (84–86 %), тоді як влітку цей показник падає до 58–60 %. У середньому за рік відносна вологість повітря на досліджуваній території становить близько 71 % [4].

Вітровий режим досліджуваної території вирізняється вираженою сезонною динамікою напрямків повітряних мас. Для теплої пори року характерним є

переважання вітрів північно-західного сектору, тоді як у зимовий сезон домінують південні та південно-східні потоки. Ця закономірність зумовлена як глобальними процесами атмосферної циркуляції, так і специфікою орографії, зокрема просторовою орієнтацією долини Дніпра. Середньорічна швидкість вітру в регіоні становить близько 4,6 м/с, проте в окремі періоди можливі шквалисті пориви до 20 м/с. Влітку на даній території спостерігаються суховійні явища, які завдають істотної шкоди агровиробництву: вони активізують випаровування вологи з ґрунтового покриву та інтенсифікують транспіраційні процеси в рослинах, що призводить до їхнього передчасного в'янення.

Аналіз кліматичних показників досліджуваної території дозволяє констатувати хронічний дефіцит та нестійкість природного зволоження. Формування оптимального водного балансу ґрунту в цьому регіоні суттєво ускладнюється низкою чинників: високими літніми температурами, тривалими бездощовими інтервалами, переважно зливовим характером опадів, виникненням суховіїв та інтенсивними втратами вологи шляхом випаровування. Найбільш виражений дефіцит вологи спостерігається під час критичних фаз вегетації агрокультур, що виступає визначальним чинником зниження їхньої продуктивності та кінцевої врожайності.

Відтак, комплексний аналіз кліматичного режиму зони реконструкції засвідчує нагальну необхідність впровадження іригаційних заходів як фундаментальної умови стабільного розвитку аграрного виробництва. Експлуатація зрошувальних систем дозволяє нівелювати дефіцит атмосферного зволоження, забезпечуючи оптимальний водний баланс ґрунтових горизонтів у фази найбільш інтенсивного росту культур. Це, своєю чергою, сприяє підвищенню ефективності використання земельного фонду та створює необхідний агротехнічний фундамент для отримання стабільних врожаїв на виробничих площах ТОВ «Прогрес».

1.3 Рельєф поверхні

Географічно територія проєктування належить до Придніпровської височини, для якої характерний переважно рівнинно-хвилястий рельєф, що урізноманітнюється мережею балок, ярів, долин малих водотоків та локальних знижень. Окреслені морфологічні особливості місцевості є визначальними чинниками при проєктуванні та технічному переоснащенні іригаційних систем. Від них безпосередньо залежать конфігурація трубопровідних трас, місця розташування гідротехнічних вузлів, вибір оптимального способу подачі води, а також методична організація будівельно-монтажних заходів.

З погляду геоморфології територія дослідження локалізована в межах східних відрогів Придніпровської височини та є частиною Східноприднiпровського гідрогеологічного району. Рельєф регіону вирізняється вираженою хвилястістю та високим ступенем розчленованості ерозійними процесами. Ключовими морфологічними елементами тут виступають вододільні ділянки, схили різної експозиції та крутизни, а також балочна мережа. Ці особливості топографії безпосередньо детермінують напрямки поверхневого стоку та визначають просторову конфігурацію іригаційних об'єктів у межах проєктування.

Абсолютні відмітки поверхні в межах об'єкта досліджень варіюються в діапазоні від 55 до 180 м. Мінімальні висотні значення притаманні прибережним зонам долини Дніпра та прилеглим низовинним формам рельєфу, натомість максимальні показники характерні для вододільних плато. Різниця висот (відносне перевищення) між вододілами та долинними ділянками може сягати 100 м, що свідчить про інтенсивну розчленованість та складну морфологічну структуру території.

Топографія ділянки реконструкції переважно рівнинна зі слабовираженою хвилястістю, що є сприятливим фактором для проєктування іригаційної інфраструктури та інтенсивного землеробства. Проте наявність ерозійних форм

рельєфу (балок, ярів) та локальних знижень вимагає детального опрацювання при трасуванні трубопровідних магістралей, плануванні розміщення гідротехнічних вузлів, влаштуванні інфраструктурних переїздів та проведенні комплексу земляних робіт. На схилових землях критично важливою є реалізація додаткових інженерно-агротехнічних заходів, спрямованих на стримування ерозії та досягнення рівномірного розподілу поливної води по всій площі зрошуваного масиву.

Значення похилів поверхні в межах зрошуваного масиву варіюються в діапазоні від 0,01 до 0,04. Ці показники є визначальними для аналізу динаміки поверхневого стоку, обґрунтування технологічних рішень при виконанні будівельно-монтажних робіт, а також для оптимізації режимів експлуатації закритої зрошувальної мережі. На ділянках із підвищеним ухилом зростає інтенсивність поверхневого стоку та ризик ерозійного розмиву ґрунту, тоді як у мікропониженнях рельєфу існує ймовірність локального акумулювання вологи, що може призводити до тимчасового перезволоження ґрунтового покриву.

Загалом морфологічні умови майданчика реконструкції ТОВ «Прогрес» є сприятливими для модернізації зрошувальної мережі та подальшого інтенсивного використання земель. Проте наявність ерозійних форм рельєфу (балок, ярів) у поєднанні зі значними перепадами висот і загальною хвилястістю поверхні вимагають детального опрацювання під час проєктування. Зокрема, ці чинники є визначальними для оптимізації трасування трубопровідних магістралей, вибору локацій для розміщення насосного обладнання та гідротехнічних вузлів, а також для ефективного планування комплексу організаційно-технологічних заходів з реконструкції.

1.4 Геологічні умови і гідрогеологія

З погляду геологічної будови територія розміщення зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» локалізована в межах південно-східної частини Українського кристалічного щита. Глибинна структура району визначається неглибоким заляганням докембрійського фундаменту, який перекритий шарами осадових відкладень палеогенового, неогенового та четвертинного періодів. Зазначені інженерно-геологічні особливості є критично важливими для проєктування реконструкції зрошувальної системи, оскільки вони безпосередньо зумовлюють технологічні параметри земляних робіт, методи прокладання магістральних трубопроводів та вибір конструкцій гідротехнічних споруд, що в кінцевому підсумку впливає на довгострокову надійність функціонування меліоративного комплексу.

«На підвищених платоподібних ділянках фіксується найбільш повна стратиграфічна послідовність четвертинних відкладень, що свідчить про специфіку процесів формування рельєфу та ерозійного розчленування в пізні геологічні епохи. Через літологічну неоднорідність цих ділянок, при розробці проєктних рішень, трасуванні інженерних мереж та організації будівельно-монтажних робіт важливо враховувати мінливість геологічної будови. У зонах, де кристалічний фундамент докембрійського віку залягає близько до денної поверхні, відзначається виклинювання або повна відсутність палеогенових та неогенових горизонтів. У таких геологічних умовах четвертинні суглинки та червоно-бурі глини нашаровуються безпосередньо на кору вивітрювання кристалічних порід.

У межах знижених ділянок рельєфу, де поверхня кристалічного фундаменту залягає на менших абсолютних відмітках, фіксується розширений стратиграфічний розріз кайнозойських утворень. На таких локаціях представлені відклади широкого часового діапазону — від бучацького горизонту до четвертинних комплексів. Висока літологічна строкатість геологічної будови спричиняє значну просторову

мінливість інженерно-геологічних характеристик у межах окремих сегментів зрошуваного масиву. Це вимагає детального врахування під час проєктування реконструкції закритої зрошувальної мережі для забезпечення її належної експлуатаційної надійності.

З гідрогеологічного погляду територія об'єкта досліджень є складовою частиною басейну тріщинуватих вод Українського щита — гідрогеологічної структури першого порядку. Даний басейн охоплює обширні терени щита та характеризується розвитком водоносних зон, що сформувалися безпосередньо у тріщинуватих породах кристалічного фундаменту докембрійського віку, а також у їхній корі вивітрювання. Додатково в регіоні виділяються водоносні горизонти, приурочені до осадових відкладень палеогенового, неогенового та четвертинного періодів. Просторовий розподіл вказаних водоносних комплексів та горизонтів у межах ділянки проєктування відображено на рисунку 1.3.

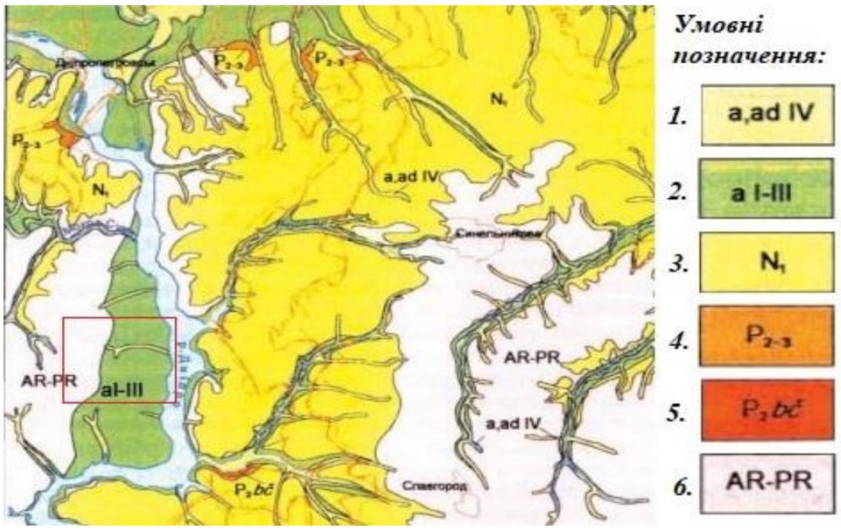


Рисунок 1.3 – Схема поширення водоносних горизонтів та комплексів [6]

Відповідно до картосхеми поширення водоносних горизонтів (див. рисунок 1.3), у межах території проєктування ідентифіковано два ключові гідрогеологічні комплекси: горизонт у межах нижньо-верхньочетвертинних алювіальних відкладень та комплекс, приурочений до тріщинуватої зони докембрійського

кристалічного фундаменту. Кожен із цих горизонтів вирізняється унікальними умовами залягання, індивідуальними характеристиками водоносності, особливостями живлення, а також суттєвими розбіжностями в хімічному складі підземних вод.

Водоносний горизонт у межах нижньо-верхньочетвертинних алювіальних відкладів переважно приурочений до надзаплавних річкових терас. Літологічний склад водовмісної товщі демонструє перевагу пісків різної зернистості, що місцями перешаровуються лінзами суглинків, супісків та глинистих утворень. Рівневий режим підземних вод (статичний рівень) безпосередньо залежить від абсолютних відміток земної поверхні, через що його глибина залягання характеризується значною амплітудою коливань. Аналогічна просторова мінливість притаманна і потужності горизонту, що пояснюється складною літологічною будовою та неоднорідністю акумуляції алювіальних відкладень.

Живлення зазначеного водоносного горизонту реалізується передусім через інфільтрацію атмосферних опадів, а також завдяки латеральному перетіканню підземних вод із прилеглих водоносних комплексів. Процес розвантаження вод здійснюється переважно в межах гідрографічної мережі (річища річок, тальвеги балок) та інших локальних знижень рельєфу. Хімічний склад підземних вод цього горизонту вирізняється суттєвою варіативністю: вони можуть належати до гідрокарбонатно-сульфатних, сульфатно-гідрокарбонатних або змішаних типів. Рівень мінералізації води є динамічним показником, що закономірно змінюється залежно від умов живлення, інтенсивності дренування, темпів водообміну та літологічних особливостей геологічного розрізу.

Водоносний комплекс, приурочений до тріщинуватої зони кристалічного фундаменту, має практично повсюдне поширення на досліджуваній території. Його формування зумовлене розвитком гідрогеологічних умов у верхній розтрісканій частині докембрійських порід та відповідних корах вивітрювання. Потужність цієї зони коливається в межах 80–100 м. Глибина залягання покрівлі водовмісних порід

демонструє суттєву просторову мінливість, зумовлену морфологією земної поверхні: зокрема, у долинах річок вона є мінімальною, натомість на вододілах та в умовах депресійних знижень може сягати кількох десятків метрів.

Водоносні властивості тріщинуватої зони характеризуються значною просторовою неоднорідністю, що зумовлено різним ступенем розущільнення та дислокації кристалічних порід на окремих ділянках. Як наслідок, експлуатаційні дебіти свердловин демонструють суттєву варіативність, що залежить від локальних гідрогеологічних показників, глибини залягання водовмісних горизонтів та морфологічних особливостей розвитку мережі тріщин. Живлення цього водоносного комплексу реалізується переважно шляхом інфільтрації атмосферних опадів, а також через латеральне перетікання вод із суміжних водоносних систем. Процеси розвантаження підземних вод тяжіють до основних ерозійних форм — річкових долин, тальвегів балок та інших понижених елементів сучасного рельєфу.

Хімічний склад підземних вод у межах тріщинуватої зони кристалічного фундаменту демонструє високу варіативність. У зонах перекриття водоносного горизонту неоген-четвертинними відкладами, а також у межах палеодепресій, спостерігається трансформація складу вод від сульфатно-гідрокарбонатного до сульфатно-хлоридного типу. З огляду на якісні параметри, такі води часто вирізняються підвищеною жорсткістю, що є критично важливим фактором при оцінці можливості їх використання для виробничих, господарсько-питних чи технічних потреб.

Гідрогеологічні параметри ділянки проєктування є визначальними чинниками при обґрунтуванні технічних рішень з реконструкції зрошувального масиву. Рівневий режим водоносних горизонтів, механізми їх живлення та умови дренування безпосередньо зумовлюють гідрологічний стан ґрунтового профілю, ризики локального підтоплення та загальний меліоративний статус території. Під час трасування трубопровідних магістралей, монтажу гідротехнічних споруд, оглядових колодязів, вузлів запірно-регулювальної арматури та інших елементів

закритої мережі вкрай важливо комплексно враховувати динаміку як поверхневого, так і підземного стоку.

Підсумовуючи, інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови зони реконструкції слід кваліфікувати як відносно складні. Це зумовлено високою літологічною мінливістю осадового комплексу, коливаннями абсолютних відміток покрівлі кристалічного фундаменту та наявністю розгалуженої системи водоносних горизонтів. Проте такі характеристики є характерними для Придніпровського регіону і мають бути належним чином враховані при розробці комплексу організаційно-технологічних та інженерних рішень, спрямованих на модернізацію зрошувального масиву ТОВ «Прогрес».

1.5 Ґрунтові умови

Зона розташування зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» локалізована в центральній частині Степової зони України (підзона Північного Степу правобережно-дніпровської фізико-географічної провінції). Генезис ґрунтового покриву досліджуваного регіону зумовлений поєднанням таких чинників, як аридний клімат, домінування степової трав'янистої рослинності, специфіка лесових і лесоподібних суглинків як ґрунтоутворюючих порід, а також морфологічні особливості рельєфу. Домінуючими типами ґрунтів тут виступають чорноземи звичайні малогумусні, що є типовими для більшої частини Дніпропетровської області.

Чорноземи звичайні малогумусні переважно займають вододільні плато та пологі схили. На відносно вирівняних ділянках ці ґрунти вирізняються стабільною структурою профілю та високим агровиробничим потенціалом, що створює сприятливі умови для продуктивного землеробства. Водночас на схилових землях спостерігається поширення еродованих різновидів чорноземів, генезис яких

зумовлений активізацією водно-ерозійних процесів. У межах локальних знижень рельєфу та тальвегів формуються намиті ґрунти, утворення яких є результатом інтенсивної акумуляції мінеральних та органічних часток, винесених із суміжних схилових територій.

Ґрунтоутворюючим субстратом досліджуваної території виступають еолово-делювіальні лесоподібні суглинки. Ці породи вирізняються оптимальною пористістю, високим вмістом карбонатів та сприятливими водно-фізичними характеристиками, що загалом сприяє формуванню родючого ґрунтового покриву. Водночас слід зазначити, що за відсутності належного протиерозійного комплексу, на схилових землях такі відклади є вразливими до інтенсивних процесів змиву, зумовлених дією поверхневого стоку.

За рівнем гумусованості ґрунтовий покрив досліджуваної території класифікується як малогумусний. У верхньому орному горизонті концентрація гумусу варіюється в межах 3,6–4,1 %, що є індикатором достатньо високого потенціалу природної родючості ґрунтів. Проте, для підтримки стабільної продуктивності агроценозів вимагається комплексний підхід, який передбачає регулярне внесення органічних та мінеральних добрив, суворе дотримання науково обґрунтованих сівозмін, а також оптимізацію водного режиму ґрунтових масивів шляхом іригаційних заходів.

Живлення зазначеного водоносного горизонту реалізується передусім через інфільтрацію атмосферних опадів, а також завдяки латеральному перетіканню підземних вод із прилеглих водоносних комплексів. Процес розвантаження вод здійснюється переважно в межах гідрографічної мережі (річища річок, тальвеги балок) та інших локальних знижень рельєфу. Хімічний склад підземних вод цього горизонту вирізняється суттєвою варіативністю: вони можуть належати до гідрокарбонатно-сульфатних, сульфатно-гідрокарбонатних або змішаних типів. Рівень мінералізації води є динамічним показником, що закономірно змінюється

залежно від умов живлення, інтенсивності дренування, темпів водообміну та літологічних особливостей геологічного розрізу.

Агрохімічний стан чорноземів звичайних малогумусних характеризується оптимальною забезпеченістю основними елементами живлення. У структурі ґрунтового вбирного комплексу (ГВК) концентрація поглинутого кальцію варіюється в межах 22,5–35,0 мг-екв/100 г ґрунту, тоді як вміст магнію становить 2,2–7,0 мг-екв/100 г. Перевага іонів кальцію у вбирному комплексі зумовлює формування нейтральної або близької до нейтральної реакції ґрунтового розчину, що є сприятливим екологічним фактором для вегетації основних сільськогосподарських культур. Незначна частка поглинутого натрію в ГВК свідчить про відсутність процесів солонцюватості в межах досліджуваного масиву.

За гідрохімічними характеристиками ґрунтовий покрив зрошувального масиву кваліфікується як незасолений. Показник сухого залишку водної витяжки в метровому та двометровому шарах ґрунту (0–200 см) є стабільним, а сольовий профіль переважно належить до сульфатно-гідрокарбонатного або хлоридно-сульфатного типів. Відсутність явищ засолення є позитивним фактором для впровадження інтенсивного зрошення. Проте в процесі експлуатації іригаційного комплексу критично важливо забезпечувати моніторинг мінералізації поливної води, динаміки рівня ґрунтових вод (РГВ), а також неухильно дотримуватися науково верифікованих поливних норм для запобігання розвитку вторинних негативних процесів.

Просторова організація ґрунтового покриву досліджуваного масиву детермінована передусім морфометричними параметрами рельєфу та інтенсивністю ерозійних процесів. На стабільних вододільних ділянках домінують повнопрофільні чорноземи, натомість на схилах поширені слабко- та середньозмиті модифікації ґрунтів. Ключовим фактором антропогенного та природного впливу на сучасний стан ґрунтів виступає водна ерозія, темпи якої суттєво зростають на територіях із підвищеними ухилами, дефіцитом рослинного покриву або за умов

порушення регламентів агротехнічного обробітку. Це обґрунтовує необхідність інтеграції системи протиерозійних заходів у проєктні рішення з реконструкції та подальшої експлуатації зрошувальної інфраструктури.

Морфологічна будова профілю чорноземів звичайних малогумусних середньосуглинкового механічного складу демонструє чітку диференціацію на генетичні горизонти. Гумусовий горизонт, що поширюється до глибини 40 см, вирізняється темно-сірим забарвленням та зернисто-грудкуватою структурою. Для нього характерна висока ступінь пухкості, інтенсивна насиченість фітомасою (кореневими рештками) та активна біогенна переробка ґрунтової маси фауною. Нижче залягає перехідний горизонт (41–60 см), який характеризується темно-сірим кольором із бурим відтінком і грудкувато-зернистою структурою. Цей шар відрізняється підвищеною щільністю складення порівняно з гумусовим горизонтом та добре розвиненою пористістю.

Нижче (на глибині 61–82 см) залягає нижній перехідний горизонт, що вирізняється темно-бурим відтінком, грудкуватою структурою, ущільненим складенням та тріщинувато-тонкопористою будовою. Починаючи з глибини 62 см, у ґрунтовому профілі фіксується поява карбонатних новоутворень. У нижній частині розрізу (від 83 см до 170 см і більше) розміщується палевий лесоподібний горизонт. Його верхній сегмент може демонструвати слабку гумусованість, ущільнену конституцію та пористість. У межах глибини 90–130 см нерідко відзначаються включення пухкої білоглазки, що є діагностичною морфологічною ознакою карбонатних чорноземів степового ґрунтово-кліматичного поясу.

Однією з ключових характеристик чорноземів є їхня здатність до акумуляції вологи в нижніх горизонтах ґрунтового профілю. Процеси водоспоживання основних сільськогосподарських культур здебільшого локалізуються в межах метрового та півтораметрового шарів ґрунту (100–150 см). Запас вологи, сформований нижче зони активного вологообміну, може частково нівелювати дефіцит вологи в посушливі фази вегетації. Проте в умовах тривалої посухи цих

резервів недостатньо для підтримання стабільної вегетації рослин та забезпечення планових показників врожайності, що обґрунтовує доцільність застосування зрошення.

Агрофізичні характеристики ґрунтів досліджуваного масиву — зокрема, їхні водно-фізичні, фільтраційні та водопоглинальні властивості — є сприятливими для впровадження сучасних систем дощування та надійної експлуатації закритої зрошувальної інфраструктури. Разом із тим, стратегія іригації повинна базуватися на врахуванні гранулометричного складу ґрунтового профілю, коефіцієнтів водопроникності, морфометричних особливостей рельєфу (ухилів) та ступеня еродованості земель. Суворе дотримання технологічних регламентів поливу дозволить мінімізувати ризики формування поверхневого стоку, уникнути інтенсивної ерозії ґрунтового покриву та забезпечити рівномірність зволоження поливних ділянок.

Підсумовуючи, ґрунтовий покрив зрошуваного масиву ТОВ «Прогрес» слід кваліфікувати як цілком сприятливий для інтенсивного сільськогосподарського використання та впровадження зрошувальних технологій. Домінуючі тут чорноземи звичайні малогумусні мають високий потенціал природної родючості, оптимальні водно-фізичні характеристики, нейтральну реакцію ґрунтового розчину та повну відсутність ознак солонцюватості чи засолення. Зазначені властивості створюють надійну базу для підвищення продуктивності угідь через модернізацію зрошувальної мережі.

Водночас, кліматична нестабільність та ризик активізації ерозійних процесів на схилових землях у поєднанні з високим рівнем водоспоживання вирощуваних культур зумовлюють нагальну потребу в модернізації зрошувальної інфраструктури. Ці чинники є ключовими аргументами для реалізації проєктних рішень, спрямованих на відновлення зрошувального масиву, що дозволить забезпечити надійність його функціонування та ефективність експлуатації в довгостроковій перспективі.

1.6 Джерело зрошення

Джерелом іригаційного водозабезпечення масиву ТОВ «Прогрес» є басейн річки Дніпро. Експлуатація її водних ресурсів для потреб меліорації є стратегічно доцільною та гідротехнічно обґрунтованою, зважаючи на те, що Дніпро є головною водною артерією регіону. Річка відіграє визначальну роль у забезпеченні потреб житлово-комунального господарства, промислового комплексу та аграрного сектору Дніпропетровської області, що підтверджує раціональність використання її стоку для потреб зрошення.

На ділянці між Дніпром та Запоріжжям русло річки Дніпро проходить у межах Українського кристалічного щита. До моменту будівництва Дніпровської ГЕС цей відрізок був відомий наявністю системи Дніпровських порогів. Південніше Запоріжжя річка виходить у межі Причорноморської низовини, де у своїй нижній течії формує розвинену гідрографічну мережу, що включає рукави, протоки та заплавні масиви. У сучасних умовах гідрологічний режим Дніпра зазнав глибокої трансформації внаслідок зарегулювання стоку каскадом водосховищ (Київське, Канівське, Кременчуцьке, Кам'янське, Дніпровське та Каховське). Створення цієї каскадної системи докорінно змінило умови функціонування річкового басейну, що призвело, зокрема, до затоплення значних площ заплавних територій та фрагментів природного русла [10].

Загальна довжина річки Дніпро становить близько 2285 км при площі водозбірного басейну близько 504,5 тис. км². У межах Дніпропетровської області протяжність річища сягає 261 км, а площа водозбору в цьому секторі перевищує 31 тис. км². Варто зазначити, що внаслідок антропогенного зарегулювання стоку каскадом водосховищ загальна протяжність річки скоротилася до 2201 км. Різниця між абсолютними відмітками витоку та гирла складає приблизно 253 м, що зумовлює середній похил водної поверхні на рівні 0,11 м/км.

Дніпро характеризується розвиненою гідрографічною мережею, притоки якої істотно детермінують його водний режим та об'єм стоку. До ключових водотоків басейну належать річки Прип'ять, Тетерів, Ірпінь, Десна, Трубіж, Рось, Супій, Сула, Тясмин, Псел, Ворскла, Оріль, Самара, Мокра Сура, Конка, Базавлук та Інгулець. Загальна конфігурація русла річки має виражену меридіональну орієнтацію — з півночі на південь. З урахуванням гідрографічних показників, морфології русла та особливостей басейну, течію Дніпра диференціюють на три ділянки: верхню (від витоків до м. Києва), середню (від Києва до м. Запоріжжя) та нижню (від Запоріжжя до гирлової ділянки).

Гідрографічна мережа басейну Дніпра демонструє просторову нерівномірність розвитку, що зумовлено варіативністю геоморфологічних, кліматичних та геологічних чинників у межах водозбору. На території Дніпропетровської області показник густоти річкової мережі становить близько 0,24 км/км². Введення в експлуатацію каскадної системи водосховищ забезпечило комплексне регулювання стоку, що дозволило суттєво мінімізувати ризики проходження катастрофічних паводків та частково нівелювати проблемні аспекти весняного водопілля [10].

Якість поливної води є критично важливим чинником ефективності іригаційних заходів. Гідрохімічний аналіз вод річки Дніпро свідчить про помірний рівень мінералізації, показники якої варіюються в діапазоні 190–387 мг/л. Іонний склад води характеризується домінуванням гідрокарбонатів та іонів кальцію за низького вмісту хлоридів. З огляду на показники жорсткості, вода класифікується як м'яка, що є сприятливою агрохімічною передумовою для її застосування у зрошувальних системах. Гідродинамічний режим характеризується піковими швидкостями течії у весняний період, що сягають близько 0,7 м/с.

Хімічний склад зрошувальної води наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Хімічний склад зрошувальної води

Показник	Аніони				Катіони			Сума		
	CO_3^{-2}	HCO_3^{-1}	Cl^{-1}	SO_4^{-2}	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^{+1}	аніонів	катіонів	іонів
мг/л	-	158,6	35,5	56,2	44	9,6	40,7			345
Еквівалентна маса	30	61	35,5	48	20	12	23			
мекв/л	-	2,60	1,00	1,17	2,20	0,80	1,77	4,77	4,77	9,54
%-екв	-	54,5	24,5	21,0	46,1	16,8	37,1	100	100	

Згідно з результатами гідрохімічного аналізу, іонний склад вод річки Дніпро характеризується переважним вмістом гідрокарбонатів, хлоридів, сульфатів, кальцію, натрію та магнію. Класифікація типу води базується на ідентифікації домінуючих іонів, питома вага яких становить понад 20 % еквівалентного вмісту. Зважаючи на отримані показники, хімічний тип води річки Дніпро в зоні досліджень кваліфікується як хлоридно-сульфатно-гідрокарбонатний натрієво-кальцієвий.

Тип води за формулою Курлова можна подати у вигляді:

$$M3{,}0\frac{HCO_3^{-1}55\ \ Cl^{-1}24\ \ SO_4^{-2}21}{Ca^{+2}46\ \ Na^{+1}37\ \ Mg^{+2}17}pH8{,}0$$

Оцінювання якості води для іригаційних потреб ґрунтується на застосуванні агрономічних критеріїв, що регламентують її придатність до експлуатації. Згідно з встановленою класифікацією, зрошувальна вода розподіляється на три категорії:

I клас: води, придатні для використання у зрошенні без обмежень;

II клас: води, обмежено придатні для поливу (потребують додаткового агротехнічного обґрунтування);

III клас: води, визнані непридатними для іригації через невідповідність еколого-меліоративним нормативам

Головними чинниками агрохімічних ризиків при зрошенні є ймовірність розвитку процесів вторинного засолення, підлуження або осолонцювання

ґрунтового покриву. Для верифікації потенційної небезпеки здійснюється аналіз концентрації ключових токсичних іонів, зокрема хлоридів, сульфатів, натрію, магнію та інших хімічних сполук. З метою комплексної оцінки токсичності водного розчину ці компоненти умовно трансформують у гіпотетичні сполуки — токсичні та нейтральні солі. Алгоритм та послідовність такого розрахункового зв'язування іонів систематизовано в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Гіпотетичне з'єднання іонів

Іони	**CO_3^{-2}**	**HCO_3^{-1}**	**SO_4^{-2}**	**Cl^{-1}**	**Сума**
Ca^{+2}	-	2,00	0,20	-	2,20
Mg^{+2}	-	0,60	0,20	-	0,80
$Na^{+1} + K^{+1}$	-	-	0,77	1,00	1,77
Сума	-	2,60	1,17	1,00	4,77

Для комплексної оцінки токсичності наявних іонів їхній вміст виражають через еквівалент хлору. У цьому випадку еквівалент токсичного хлору становить:

$$eCl^{-1(токс)} = 1,0 + 0,2 \cdot 0,97 = 1,19 \ \ мекв / л.$$

За критерієм ризику вторинного засолення водні ресурси річки Дніпро класифікуються як такі, що належать до I класу якості, що підтверджує їх придатність для іригації більшості типів ґрунтів без жодних обмежень. Аналіз показників імовірності підлуження ґрунтового середовища, зокрема з огляду на нейтральну або слаболужну реакцію (pH = 8,0), також дозволяє класифікувати цю воду як таку, що належить до I класу іригаційної придатності. Відсутність у складі карбонат-іонів, а також збалансоване співвідношення гідрокарбонатів і кальцію мінімізують ризик погіршення агрофізичних та агрохімічних характеристик ґрунтового покриву в процесі тривалого зрошення.

Аналіз гідрохімічних даних засвідчує, що за критеріями потенційного токсичного впливу на сільськогосподарські культури води річки Дніпро є цілком придатними для іригаційного використання. Враховуючи показники реакції середовища (pH = 8,0), відсутність карбонат-іонів та низький вміст еквівалента

токсичного хлору (1,19 мекв/л), можна констатувати відповідність води чинним екологічним нормативам. Таким чином, використання дніпровської води для потреб зрошення не створює ризиків пригнічення вегетації рослин та гарантує збереження стабільної продуктивності агроценозів.

Оцінювання якості іригаційної води за критерієм ризику розвитку процесів осолонцювання ґрунтів ґрунтується на аналізі частки лужних катіонів (натрію та калію) у загальному катіонному складі. Розрахунковий показник для вод річки Дніпро становить 37,1 %, що дозволяє класифікувати їх як такі, що належать до I класу придатності згідно з нормами екологічної безпеки щодо запобігання осолонцюванню ґрунтового покриву.

Отже, за сукупністю агрономічних та гідрохімічних критеріїв води річки Дніпро кваліфікуються як такі, що належать до I класу якості, підтверджуючи повну придатність для іригаційного використання без додаткових обмежень. Аналіз підтверджує, що застосування дніпровської води для потреб поливу сільськогосподарських угідь ТОВ «Прогрес» не провокує ризиків вторинного засолення, підлуження чи осолонцювання ґрунтового профілю. Це дає всі підстави розглядати річку Дніпро як оптимальне, раціональне та надійне джерело водозабезпечення для проєкту реконструкції зрошувальної системи.

2 ОБ’ЄМИ БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНИХ РОБІТ

Точне визначення обсягів будівельно-монтажних робіт при реконструкції зрошувальної системи потребує попередньої деталізації технологічного регламенту, розрахунку параметрів земляних мас та врахування конструктивних особливостей проєкту закритої мережі. Розрахункові показники залежать від сукупності факторів, зокрема: загальної протяжності траси трубопроводів, глибини закладання, габаритів траншей, обраного способу виконання земляних робіт (механізований чи ручний), номенклатури трубної продукції, а також насиченості інфраструктури гідротехнічними спорудами — оглядовими колодязями, запірною арматурою та гідрантами.

Визначення обсягів земляних робіт базується на принципах геометричного моделювання та розрахунку об’ємів тіл правильної форми з дотриманням уніфікованої системи одиниць вимірювання, встановленої чинними нормативно-технічними вимогами та кошторисною документацією. Для кожного технологічного вузла зрошувальної мережі розраховуються специфічні геометричні параметри, що є основою для подальшого обчислення обсягів зняття гумусового горизонту, земляних робіт із розроблення траншей, операцій зі зворотного засипання, планування траси, а також формування приямків та котлованів під гідротехнічні споруди.

Для обґрунтування прийнятих розрахункових параметрів у пояснювальній записці передбачено схематичне відображення поперечних профілів траншей. Така візуалізація дозволяє деталізувати ключові геометричні характеристики об’єкта, до яких належать: ширина траншеї по дну, загальна глибина розробки, коефіцієнт закладання укосів, ширина смуги для зняття гумусового горизонту та проектна протяжність трубопровідної мережі. Наведені графічні матеріали слугують

додатковим підтвердженням правильності обраних технологічних рішень та відповідальності прийнятих параметрів до вимог чинних будівельних норм.

2.1 Розрахунок об’ємів робіт з реконструкції закритої зрошувальної мережі

У межах проєктних рішень щодо реконструкції зрошувального масиву передбачено демонтаж пошкоджених ділянок трубопровідного транспорту з подальшим влаштуванням нової закритої мережі із застосуванням поліетиленових труб. Вибір даного матеріалу зумовлений його високими експлуатаційними характеристиками: корозійною стійкістю, еластичністю, довговічністю та зниженням гідравлічного опору. Геометричні параметри траншеї для монтажу трубопроводу відображено на рисунку 2.1, що ілюструє конструктивне рішення згідно з чинними нормами проєктування.

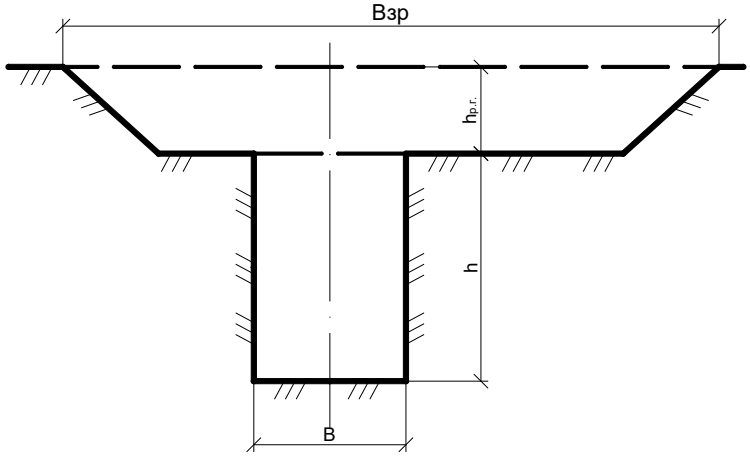


Рисунок 2.1 – Поперечний переріз траншеї під трубопровід

Технологічний цикл реконструкції закритої зрошувальної мережі розпочинається з демонтажу фізично зношених трубопроводів. На підготовчому

етапі, вздовж проєктної траси траншеї, здійснюється зняття та тимчасове складування гумусового (родючого) шару ґрунту. Така організація робіт є обов'язковою вимогою, оскільки забезпечує збереження ґрунтового ресурсу для подальшої рекультивації порушених земель та відновлення порушеного мікрорельєфу після завершення монтажних операцій.

$$V_{р.г} = L_{тр} \cdot B_{р.г} \cdot t_{р.г}, \tag{2.1}$$

де $V_{р.г}$ - об'єм зрізки рослинного ґрунту, м^3;

$L_{тр}$ - довжина трубопроводу, м;

$B_{р.г}$ - ширина смуги зрізки рослинного ґрунту, приймається рівною 10-12 м;

$t_{р.г}$ - товщина шару зрізки рослинного ґрунту, приймається 0,4 м.

В нашому випадку

$$V_{р.г} = 7275 \cdot 10 \cdot 0,4 = 29100 \text{ м}^3.$$

Розробка ґрунту в траншеї виконується одноківшевим екскаватором зворотна лопата за формулою

$$V_т = (B_т + m \cdot H_т) \cdot H_т \cdot \text{L}, \tag{2.2}$$

де $B_т$ - ширина траншеї по дну, м;

m – коефіцієнт закладання відкосів траншеї;

$H_т$ - глибина траншеї, м.

Ширину траншеї визначаємо згідно [2 (Табл. 2 п.3.3)].

Для забезпечення надійності та довговічності зрошувальної мережі розрахункова глибина закладання трубопроводів повинна відповідати вимогам чинних будівельних норм, зокрема щодо глибини промерзання ґрунту та динамічних навантажень від транспорту:

$$H_т = Д_т + h_{пр}, \tag{2.3}$$

де $Д_т$ зовнішній діаметр трубопроводу, мм;

$h_{пр}$ - глибина промерзання ґрунту, м.

Вибір коефіцієнта закладання укосів траншеї здійснюється відповідно до регламентних вимог [4]. Згідно з технічними нормами безпеки, при глибині розробки траншеї понад 1,5 м обов'язковим є влаштування укосів для гарантування стабільності ґрунтових стінок та мінімізації ризиків під час виконання будівельно-монтажних робіт. Для зазначених геологічних та інженерних умов встановлено нормативний коефіцієнт закладання укосів на рівні $m = 0{,}5$.

У даному випадку визначення обсягів робіт, пов'язаних із ліквідацією трубопроводу діаметром 500 мм, виконується у такій послідовності:

1) Визначаємо глибину поперечного перерізу траншеї за [3 (пункт 2.166)], для залізобетонних труб

$$H_m = 0{,}5 + 1{,}1 = 1{,}6 \ \ м$$

2) Визначаємо ширину траншеї по дну за [2 (Табл. 2 п.3.3)] для залізобетонних труб

$$B_m = 0{,}5 + 1{,}0 = 1{,}5 \ \ м.$$

3) Визначаємо об'єм ґрунту в траншеї

$$V_m = (1{,}5 + 0{,}5 \cdot 1{,}6) \cdot 1{,}6 \cdot 3571 = 13142 \ \ м^3.$$

Далі необхідно розрахувати такі ж самі роботи для нової зрошувальної мережі.

Знімаємо рослинний шар ґрунту для нового трубопроводу обсягом

$$V_{р.г} = 8400 \cdot 10 \cdot 0{,}4 = 33600 \ \ м^3.$$

Площа планування траси траншеї під проектний похил розраховується за формулою

$$F_п = L_{тр.} \cdot B_{о.б.}, \tag{2.4}$$

де $B_{о.б.}$ - ширина відвалу бульдозера, 5 м.

$$F_{пл} = 8400 \cdot 5 = 42000 \ \ м^2.$$

Об’єм ґрунту, що розробляють ручним способом розраховуємо за формулою

$$V_{руч} = L_т \cdot t_{руч.} \quad (2.5)$$

Об’єм ґрунту, що розробляються екскаватором визначаємо за формулою

$$V_{маш} = V_т - V_{руч.} \quad (2.6)$$

Проєктною документацією також передбачено розробку котлованів для монтажу оглядових колодязів у межах траси трубопроводу. Згідно з прийнятою методикою розрахунків, обсяг земляних робіт для цих споруд визначається як 3 % від загального об’єму розробки ґрунту в траншеях, що забезпечує необхідний технологічний резерв для виконання будівельних операцій.

Розрахунок обсягу ґрунтових мас при розробленні приямків здійснюється з урахуванням специфіки кожного технологічного вузла, зокрема номінального діаметра трубопроводу, типу трубної продукції та обраної технології з’єднання сегментів мережі. Для полімерних (пластмасових) трубопроводів кількість приямків та їхні геометричні параметри визначаються відповідно до нормативних даних [5, табл. 3]. Загальну кількість приямків на трасі обчислюють як відношення проєктної довжини трубопроводу до нормативної довжини однієї труби, встановленої чинними стандартами ДСТУ.

$$n = \frac{L_т}{l_{тр}} \quad (2.7)$$

де $l_{тр}$ - довжина однієї секції труби, для пластмасової труби 12 м.

Після завершення монтажних операцій на окремих сегментах зрошувальної мережі технологічним регламентом передбачено виконання присипки трубопроводу мінеральним ґрунтом відповідно до нормативних вимог [5]. Цей етап є обов'язковим для фіксації трубопроводу у проєктному положенні, мінімізації ризиків механічних пошкоджень під час виконання зворотного засипання та забезпечення техніки безпеки при подальшому здійсненні будівельно-монтажних процесів.

Обчислення обсягів земляних та монтажних робіт, необхідних для реконструкції закритої іригаційної мережі, систематизовано у табличному форматі. Розрахунки базуються на застосуванні відповідних математичних залежностей, технічних характеристик трубопровідної продукції та геодезичних даних генерального плану зрошувального масиву. Зведені результати проведених обчислень представлено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Відомість об’ємів земляних і монтажних робіт з реконструкції ділянки зрошення в ТОВ «Прогрес»

Найменування будівельного процесу	Одиниця виміру	Кількість	
		ліквідація трубопроводу	зрошувальна мережа
1	2	3	4
Зрізання рослинного шару ґрунту з траси траншеї	$м^3$	29100	33600
Планування траси траншеї під проектний похил	$м^2$	-	42000
Розробка ґрунту в траншеї: всього	$м^3$	23169	7433
в т.ч. механічним способом	$м^3$	20852	6690
вручну	$м^3$	2317	743
Розробка ґрунту в приямках під стики труб	$м^3$	-	78
Розробка ґрунту в котлованах під колодязі	$м^3$	-	223
Укладка труб: ПЕ-100 Ø 355 мм	м	-	1607
ПЕ-100 Ø 400 мм	м	-	4110
ПЕ-100 Ø 500 мм	м	-	2683
Демонтаж труб: сталевих Ø 426 мм	м	3402	-
з/б Ø 500 мм	м	3571	-
з/б Ø 600 мм	м	302	-
Демонтаж гідрантів підключення ДМ	шт.	43	-
Демонтаж вантузів	шт.	10	-
Монтаж: оглядових колодязів	шт.	-	15
засувок	шт.	-	15
гідрантів підключення дощувальних машин	шт.	-	15

вантузів	шт.	-	10
Часткова засипка траншеї ґрунтом	$м^3$	-	404
Зворотна засипка траншеї ґрунтом	$м^3$	-	7029
Відновлення рослинного шару ґрунту	$м^3$	29100	33600

2.2 Розрахунок об’ємів робіт з експлуатаційного планування полів

Розроблення та імплементація комплексу техніко-технологічних рішень, спрямованих на модернізацію меліоративних систем, дозволяє усунути експлуатаційні дефекти зрошувальної мережі, підвищити продуктивність агроценозів, а також забезпечити раціональне природокористування земельними та водними ресурсами. Важливим підготовчим етапом перед початком інтенсивної експлуатації меліорованих масивів є проведення планування поверхні полів.

Планування поверхні поля є критичним заходом для створення оптимального водно-фізичного режиму ґрунтового профілю, що сприяє підвищенню продуктивності праці при використанні сільськогосподарської техніки, забезпеченню рівномірного розподілу поливної води та нівелюванню ризиків розвитку водно-ерозійних процесів. Наявність мікрорельєфних нерівностей (понижень та підвищень) зумовлює виникнення осередків застою вологи, нерівномірність зволоження, активацію поверхневого стоку, що в результаті призводить до погіршення фізіологічних умов росту та зниження врожайності агрокультур.

Планування поверхні на зрошуваних територіях є обов’язковим заходом, спрямованим на досягнення рівномірного розподілу поливної води по всій площі поля та оптимізацію її витрат. Параметри виконання таких робіт регламентуються обраним іригаційним методом, технічними характеристиками поливного обладнання, геоморфологічними особливостями масиву, а також агробіологічними вимогами вирощуваних культур. Для зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» якісне планування поверхні набуває особливої актуальності в контексті реконструкції

системи, оскільки це є ключовою передумовою для ефективної експлуатації сучасної дощувальної техніки.

На меліорованих масивах виділяють два основні види планування поверхні: капітальне та експлуатаційне. Капітальне (будівельне) планування реалізується переважно на ділянках зі складним мікрорельєфом під час будівництва чи комплексної реконструкції зрошувальних систем. Ключовим завданням цього заходу є формування вирівняної поверхні з дотриманням проєктних висотних відміток. Таке планування є базовою передумовою для забезпечення рівномірної подачі та ефективного розподілу поливної води по всій площі зрошуваного масиву.

Експлуатаційне планування ґрунтується на періодичному поверхневому вирівнюванні угідь безпосередньо в циклі агровиробництва. Головною метою цього заходу є нівелювання локальних мікрорельєфних нерівностей, що формуються внаслідок інтенсивного механічного обробітку, переміщення важкої техніки, ерозійного впливу атмосферних опадів, режиму зрошення та інших антропогенних і природних чинників. Експлуатаційне планування виконує підтримувальну функцію, спрямовану на стабілізацію стану поверхні поля протягом усього періоду інтенсивної експлуатації меліоративного масиву.

Систематичне проведення експлуатаційного планування є визначальним фактором для забезпечення високої продуктивності та стабільності роботи сучасних дощувальних комплексів. Навіть при застосуванні високотехнологічних машин мікрорельєфні нерівності поверхні створюють ризик локального перезволоження, призводять до деструктивного ущільнення ґрунтового горизонту, виникнення водної стагнації (застою) та нерівномірного водоспоживання сільськогосподарськими культурами. Враховуючи вищезазначене, до введення в інтенсивну експлуатацію реконструйованої меліоративної мережі обов'язковим є комплексне вирівнювання поверхні масивів, що дозволить мінімізувати агротехнічні ризики.

Для виконання операцій з експлуатаційного планування залучається парк землерийно-планувальної техніки, зокрема бульдозери, спеціалізовані планувальники та скрепери. Вибір оптимального комплекту машин базується на таких критеріях: загальна площа оброблюваних угідь, амплітуда мікрорельєфних нерівностей, фізико-механічні властивості ґрунту та затверджений технологічний регламент проведення робіт. Ключовою вимогою є проведення планування при оптимальних показниках вологості ґрунту, що дозволяє нівелювати ризики його надмірного ущільнення та забезпечити збереження природного структурного стану ґрунтового покриву.

У процесі виконання планувальних заходів ключовими вимогами є збереження гумусового горизонту, запобігання формуванню безстічних понижень, створення плавних переходів між окремими зонами поля та суворе дотримання проєктних значень похилів поверхні. Дотримання цих технологічних нормативів сприяє оптимізації водно-фізичного режиму ґрунту, мінімізації втрат поливної води шляхом поверхневого стоку та підвищенню продуктивності використання агрегатів сільськогосподарської техніки.

Таким чином, експлуатаційне планування поверхні слід розглядати як невід’ємний етап підготовки меліорованих земель, що забезпечує сталий режим ефективного водокористування після завершення реконструкції зрошувального масиву. Якісне виконання цих робіт сприяє рівномірному розподілу поливної води, мінімізації ризиків виникнення водно-ерозійних процесів, оптимізації умов експлуатації дощувальної техніки та, зрештою, забезпечує підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь ТОВ «Прогрес».

2.3 Розрахунок об’ємів робіт з реконструкції експлуатаційних доріг та створення лісосмуг

Проєктом реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» передбачено збереження та подальшу експлуатацію наявної мережі польових і технічних доріг. Ця дорожня інфраструктура є критично важливою для забезпечення оперативного під’їзду до сільськогосподарських угідь, насосних агрегатів, елементів закритої іригаційної мережі (гідрантів, запірної арматури, оглядових колодязів) та інших інженерних споруд. Функціонування цієї мережі є необхідною передумовою для безперебійної експлуатації зрошувальної системи та своєчасного проведення технічного обслуговування її компонентів.

Оскільки проєктними рішеннями реконструкції не передбачається зміна конфігурації земельних ділянок, будівництво додаткових польових доріг не планується. Наявна дорожня інфраструктура повністю забезпечує технологічний доступ до ключових ділянок зрошувального масиву, створюючи умови для безперешкодного переміщення сільськогосподарської техніки, машин та механізмів, задіяних у технічному обслуговуванні системи. Крім того, наявна дорожня мережа дозволяє здійснювати ефективну логістику матеріальних ресурсів під час виконання ремонтно-будівельних та експлуатаційних заходів.

На території зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» функціонує експлуатаційна дорога із шириною проїжджої частини 5 м та загальною протяжністю 13 672 м. Техніко-експлуатаційні параметри дорожньої мережі є достатніми для забезпечення безперешкодного пересування сільськогосподарської, ремонтної та спеціальної будівельно-монтажної техніки. Дорожня інфраструктура забезпечує необхідний технологічний доступ до елементів трубопровідної мережі, дощувальних комплексів, насосного обладнання та інших критичних складових меліоративного комплексу, необхідних для його стабільної експлуатації.

У межах проєктних рішень реконструкція дорожньої мережі не передбачена, оскільки наявна інфраструктура повною мірою зберігає своє функціональне призначення та забезпечує необхідні логістичні умови для обслуговування зрошувального масиву. Комплекс заходів щодо дорожньої мережі обмежується проведенням поточного утримання, зокрема: усуненням локальних дефектів, профілюванням окремих ділянок, підсипанням дорожнього покриття та підтриманням проїзного стану в період виконання будівельно-монтажних операцій, а також подальшої експлуатації системи.

Полезахисні лісосмуги виступають невід’ємним компонентом системи раціонального природокористування на зрошуваних землях, реалізуючи низку агромеліоративних та ґрунтозахисних функцій. Діяльність цих насаджень спрямована на оптимізацію гідротермічного режиму агроценозів шляхом зниження швидкості приземних вітрових потоків, мінімізації непродуктивних втрат вологи на випаровування та нівелювання негативного впливу суховіїв. Полезахисні смуги суттєво послаблюють інтенсивність вітрової ерозії та сприяють формуванню сприятливого мікроклімату для розвитку сільськогосподарських культур. Для агрокліматичних умов Степової зони, де локалізований зрошувальний масив ТОВ «Прогрес», ефективне функціонування лісомеліоративних насаджень є визначальним чинником стабілізації агровиробництва.

Зважаючи на те, що проєкт реконструкції не передбачає зміни конфігурації полів та мережі польових доріг, улаштування нових полезахисних лісосмуг не входить до переліку основних будівельно-монтажних робіт. Стратегічно доцільним є збереження наявних захисних насаджень із забезпеченням їх належного функціонального стану. Заходи з догляду за лісосмугами передбачають проведення санітарних рубок (видалення сухостійних та пошкоджених дерев), реконструкцію густоти насаджень шляхом підсадки молодих саджанців, а також формування оптимальної структури смуг для забезпечення їхньої стабільної захисної ефективності.

У межах проєктних рішень реконструкція зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» не передбачає будівництва нових експлуатаційних доріг чи закладання додаткових полезахисних лісосмуг. Наявна дорожня мережа, що включає експлуатаційну дорогу завширшки 5 м із загальною протяжністю 13 672 м, повною мірою відповідає технологічним потребам щодо доступу до агротехнічних угідь, гідротехнічних вузлів та основних компонентів іригаційної системи, забезпечуючи належні умови для їхнього сталого функціонування та технічного обслуговування.

Стратегію експлуатації об’єкта доцільно спрямувати на підтримання існуючої дорожньої мережі в належному технічному стані, що включає своєчасне усунення локальних дефектів, а також на збереження та кваліфікований догляд за наявними полезахисними насадженнями. Останні виконують низку критично важливих функцій, зокрема агромеліоративну, ґрунтозахисну та мікрокліматорегулювальну, що є необхідними умовами для забезпечення сталого функціонування зрошувального масиву ТОВ «Прогрес».

3 ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНИХ РОБІТ

Проєктом кваліфікаційної роботи передбачено часткову реконструкцію закритої зрошувальної мережі ТОВ «Прогрес». Планова конфігурація траси трубопроводів залишається незмінною, водночас окремі конструктивні елементи підлягають модернізації шляхом заміни на сучасні, довговічні та високонадійні аналоги. Ключовою метою виконання будівельно-монтажних заходів є відновлення проєктної працездатності системи, мінімізація втрат води при транспортуванні, підвищення надійності водоподачі до дощувальних комплексів, а також формування належних умов для стабільної та ефективної подальшої експлуатації меліоративного масиву.

Комплекс заходів із реконструкції включає демонтаж зношених сегментів існуючого трубопроводу, підготовку траси, розроблення траншей, монтаж поліетиленових трубопроводів нового покоління, встановлення запірно-регулювальної арматури та інженерних споруд. Завершальні етапи передбачають проведення гідравлічних випробувань, зворотне засипання ґрунту та рекультивацію родючого шару. Виконання зазначених операцій здійснюється в суворій технологічній послідовності згідно з чинними нормативно-будівельними документами, стандартами охорони праці та регламентами контролю якості монтажу напірних мереж.

3.1 Технологія ремонтно-будівельних робіт з реконструкції закритої зрошувальної мережі

Проєктом реконструкції закритої іригаційної мережі ТОВ «Прогрес» передбачено виведення з експлуатації фізично зношених трубопроводів загальною протяжністю 7 275 м із подальшим монтажем нових поліетиленових напірних ліній сумарною довжиною 8 400 м. Заміна застарілого сталевого та залізобетонного обладнання на сучасні полімерні вироби є технічно та економічно обґрунтованою, оскільки поліетиленові труби характеризуються низькою питомою масою, високою корозійною стійкістю, герметичністю з’єднань та покращеними гідравлічними показниками, що сприяє оптимізації режиму водоподачі.

Перелік ключових будівельно-монтажних операцій під час реконструкції закритої іригаційної мережі включає: геодезичне трасування, комплекс підготовчих робіт, логістику трубної продукції та арматури, зняття гумусового горизонту, планування траси, розроблення траншей, демонтаж зношених трубопроводів, а також монтаж нових поліетиленових напірних мереж. Технологічний регламент передбачає виконання стикових з’єднань, встановлення фасонних елементів, гідрантів, запірної арматури та оглядових колодязів. Послідовність робіт обов’язково включає етапи попереднього випробування трубопроводів на міцність, часткового засипання, фінального контролю мережі на герметичність, остаточного зворотного засипання траншей та рекультивації родючого шару ґрунту.

Проєктною документацією з реконструкції закритої іригаційної мережі ТОВ «Прогрес» передбачено виведення з експлуатації зношених трубопроводів загальною протяжністю 7 275 м та монтаж нових поліетиленових напірних ліній сумарною довжиною 8 400 м. Заміна застарілого металевого та залізобетонного обладнання на сучасні полімерні вироби є технічно та економічно доцільною. Це зумовлено низкою переваг поліетиленових труб: низькою питомою масою, високою

корозійною стійкістю, надійністю герметичних з’єднань та покращеними гідравлічними показниками, що сприяє оптимізації режиму водоподачі на зрошувальний масив.

Комплекс основних будівельно-монтажних операцій під час реконструкції закритої іригаційної мережі включає: геодезичне трасування, підготовку будівельного майданчика, логістику трубної продукції та запірно-регулювальної арматури, зняття гумусового горизонту, планування траси, розроблення траншей, демонтаж зношених трубопроводів, а також монтаж нових поліетиленових напірних мереж. Технологічний регламент передбачає виконання стикових з’єднань, встановлення фасонних елементів, гідрантів, запірної арматури та оглядових колодязів. Послідовність робіт обов’язково охоплює етапи попереднього випробування трубопроводів на міцність, часткового засипання, фінального контролю мережі на герметичність, остаточного зворотного засипання траншей та рекультивації родючого шару ґрунту.

Виконання земляних робіт у межах охоронної зони існуючого трубопроводу до моменту завершення робіт із закріплення його траси суворо заборонено. Дотримання цієї регламентної вимоги є необхідною умовою для мінімізації ризиків механічного пошкодження діючих інженерних комунікацій та споруд, а також для гарантування дотримання стандартів техніки безпеки при реалізації проєкту реконструкції.

На початковому етапі земляних робіт, пов'язаних із розробленням траншей уздовж траси трубопроводу, передбачається обов'язкове зняття родючого шару ґрунту. Проєктна товщина горизонту, що підлягає зняттю, становить 0,40 м, що визначено з огляду на ґрунтово-кліматичні умови об'єкта. Ширина смуги зняття родючого шару має забезпечувати достатній простір для розміщення траншеї, формування відвалу мінерального ґрунту та створення робочого простору для переміщення будівельної техніки. Знятий гумусовий горизонт складується у тимчасові відвали для подальшого використання при рекультивації та відновленні

проєктного стану поверхні траси після завершення циклу будівельно-монтажних операцій.

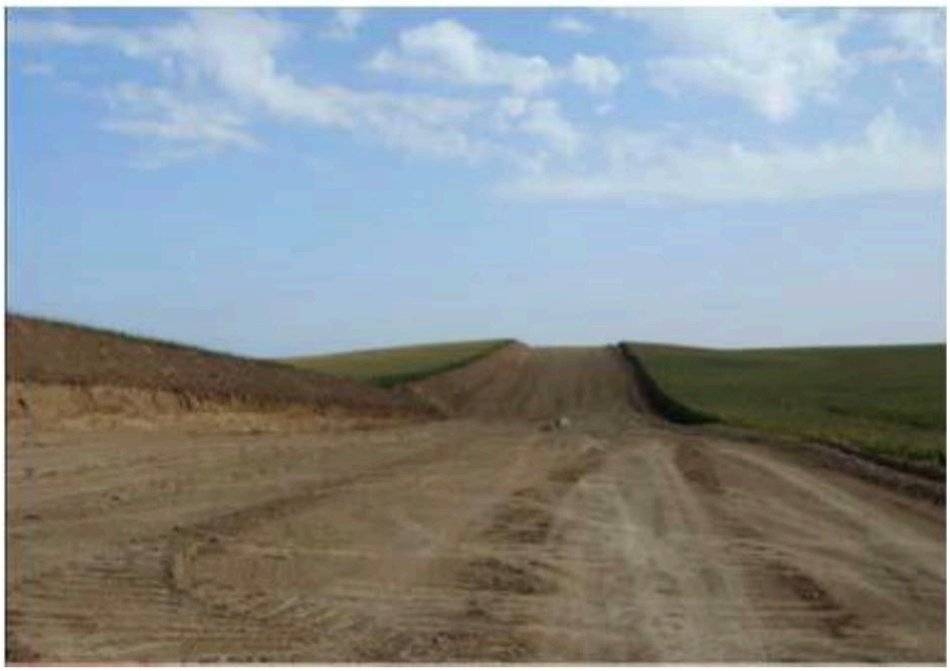


Рисунок 3.1 – Траса трубопроводу зі знятим рослинним шаром ґрунту

Розроблення траншей розпочинається виключно після завершення комплексу підготовчих заходів уздовж проєктної траси трубопроводу. Земляні роботи проводяться згідно із затвердженими параметрами, що розраховуються на основі зовнішнього діаметра трубопроводу, проєктної глибини закладання та інженерно-геологічних характеристик ґрунту на окремих ділянках. Оскільки в межах об’єкта реконструкції домінують суглинкові ґрунти, глибина траншеї визначається з урахуванням діаметра труб, нормативного показника промерзання ґрунтового масиву та вимог щодо забезпечення надійної експлуатації зрошувальної інфраструктури.

Ключовим етапом ремонтно-будівельних робіт є демонтаж фізично зношених трубопроводів, що включає залізобетонні ділянки протяжністю 3 873 м

та сталеві магістралі довжиною 3 402 м, з їх подальшою заміною на сучасні поліетиленові напірні лінії. Процес демонтажу має здійснюватися з дотриманням регламентованих заходів безпеки для запобігання пошкодженню суміжних елементів іригаційної мережі, гідротехнічних споруд та інженерних комунікацій. Демонтовані матеріали, запірно-регулювальна арматура та конструктивні елементи системи підлягають складуванню у визначених зонах для їх подальшого вивезення, оцінки можливості вторинного використання або утилізації згідно з екологічними нормами.

Визначення проєктної глибини траншеї базується на комплексному врахуванні зовнішнього діаметра трубопроводу, нормативного показника промерзання ґрунтового масиву, а також вимог щодо захисту конструкції від динамічних навантажень, зумовлених рухом наземних транспортних засобів. Гранична глибина розроблення незакріплених траншей корелює з типом ґрунту: для піщаних порід вона не перевищує 1,0 м, для супіщаних — 1,25 м, а для суглинкових і глинистих — 1,5 м. Враховуючи, що в межах ділянки реконструкції домінують суглинки, при розрахунковій глибині траншеї до 1,5 м обрано її прямокутний поперечний профіль, що є оптимальним для даних інженерно-геологічних умов.

Параметри закладання укосів траншеї встановлюються залежно від проєктної глибини виїмки та фізико-механічних властивостей ґрунтового масиву. Згідно з прийнятим технологічним рішенням для суглинкових ґрунтів, коефіцієнт закладання укосу прийнято на рівні $m = 1:0$ (вертикальні стінки). Виконання земляних робіт здійснюється в умовах сухих ґрунтів, оскільки рівень залягання ґрунтових вод перевищує 10 м, що унеможливлює негативний вплив гідрогеологічного фактора на стабільність траншей та хід будівельно-монтажного процесу.

Геометричні параметри ширини траншеї визначаються сукупністю факторів, серед яких: діаметр трубопроводу, його конструктивний матеріал та прийнята технологічна схема монтажних робіт. Ширина дна траншеї має бути

достатньою для безпечного виконання монтажних операцій, фіксації труб у проєктному положенні та забезпечення нормативних умов для створення якісних стикових з’єднань. При використанні полімерних труб ширина траншеї розраховується як функція зовнішнього діаметра трубопроводу із додаванням технологічного зазору, необхідного для забезпечення належної якості монтажу та безперешкодного виконання маніпуляцій у робочій зоні.

Земляні роботи з розроблення траншей доцільно виконувати методом послідовних захваток у стислі терміни, що відповідають загальному календарному плану реалізації проєкту. Для мінімізації негативного впливу атмосферних опадів та поверхневого стоку відкриті виїмки підлягають захисту; у разі акумуляції вологи передбачається організація оперативного водовідведення. Технологічно обґрунтованим є розпочинати розроблення траншей із понижених відміток траси. Складування вийнятого мінерального ґрунту здійснюється в односторонні кавальєри, розміщення яких має забезпечувати безперешкодний монтаж трубопроводів та вільне переміщення будівельної техніки вздовж робочої зони.

Для проведення циклу земляних робіт, пов'язаних із розробленням траншей, передбачено застосування одноківшевого екскаватора, укомплектованого робочим органом типу «зворотна лопата». Використання зазначеної техніки дозволяє витримувати задані проєктні параметри виїмок (глибину та ширину) із високою точністю виконання робіт. Конструктивні особливості екскаватора забезпечують ефективне розроблення ґрунту та його відсипання у відвал вздовж траси трубопроводу, що мінімізує втручання в суміжні технологічні процеси та забезпечує дотримання встановленої послідовності монтажних операцій.



Рисунок 3.2 – Розробка траншеї екскаватором із робочим обладнанням «зворотна лопата»

Монтажні приямки, призначені для забезпечення доступу під час виконання зварювальних робіт та герметизації стикових з’єднань поліетиленових труб, розробляються безпосередньо перед укладанням трубопроводу в траншею. Для мереж діаметром до 300 мм їх влаштування доцільно здійснювати безпосередньо перед початком монтажного циклу. У випадку магістралей діаметром понад 300 мм регламент допускає підготовку приямків за 1–2 доби до початку монтажних операцій. Параметри приямків розраховуються залежно від діаметра трубопроводу, конструкції стикового вузла та інженерно-геологічних умов на ділянці проведення робіт.

Для спорудження закритої напірної іригаційної мережі проєктом передбачено використання поліетиленових труб, техніко-експлуатаційні характеристики яких максимально відповідають сучасним вимогам до меліоративних систем. До ключових переваг цих трубопроводів слід віднести

низьку питому масу, високу корозійну стійкість, стійкість до циклів замерзання-відтавання робочого середовища, підвищену гідравлічну ефективність та технологічність монтажних процесів. Окрім того, впровадження полімерних систем суттєво оптимізує матеріаломісткість проєкту: питома заміна сталевих, чавунних чи азбестоцементних аналогів на поліетиленові дозволяє досягти вагомого економічного ефекту при ідентичних показниках надійності та довговічності системи.

Для реалізації комплексу ремонтно-будівельних заходів на зрошувальній системі ТОВ «Прогрес» проєктом передбачено застосування напірних поліетиленових трубопроводів марки ПЕ-100 (SDR 13,6) із номінальними діаметрами 355, 400 та 500 мм. Обрана номенклатура труб повністю відповідає чинним нормативно-технічним вимогам до напірних мереж та є придатною для транспортування води в межах експлуатації закритої іригаційної системи.



Рисунок 3.3 – Поліетиленові труби

Проєктом організації будівництва передбачено виконання монтажу поліетиленових трубопроводів за трасовою технологічною схемою. Процес включає доставку труб безпосередньо до робочої ділянки, їх розкладку вздовж траншеї та послідовне з’єднання в цілісну трубопровідну нитку. Після проведення контролю якості стикових вузлів здійснюється опускання трубопроводу в траншею

із застосуванням спеціалізованих вантажопідіймальних механізмів та м’яких стропів, що виключає ризик пошкодження полімерного матеріалу. Перед укладанням сформовані ділянки трубопроводу тимчасово розміщуються на бровках траншей або на підкладках, що гарантує захист конструкції від механічних пошкоджень у процесі монтажних операцій.

Технологічним процесом з’єднання поліетиленових труб передбачено застосування методу контактного стикового зварювання, що є галузевим стандартом забезпечення герметичності та механічної міцності полімерних трубопровідних систем. Підготовчий етап передбачає механічне вирівнювання торців, їх надійну фіксацію у позиційному зварювальному устаткуванні та ретельне очищення від сторонніх домішок. Процес термічного з’єднання здійснюється шляхом встановлення нагрівальної плити з антиадгезійним фторопластовим покриттям між торцями труб. Після досягнення регламентованої температури нагрівання плиту вилучають, а стикові поверхні з’єднують під контрольованим тиском, що забезпечує формування монолітного зварного шва високої якості в процесі охолодження.

За результатами завершеного процесу контактного стикового зварювання на контактних поверхнях поліетиленових труб формується нероз'ємне з'єднання. Критерії оцінювання його якості базуються на процедурах візуально-вимірювального контролю, під час яких здійснюється інспекція геометричних параметрів зварного валика (симетричність, рівномірність проплаву) та верифікація відсутності поверхневих дефектів: тріщин, структурних зміщень, критичних напливів чи сторонніх включень. Дотримання регламентованих параметрів формування з’єднання є гарантією забезпечення проєктної механічної міцності та герметичності трубопровідної системи впродовж усього терміну її експлуатації.



Рисунок 3.4 – Пристрій для зварювання поліетиленових труб

Для монтажу коротких секцій або окремих трубних елементів у проєктне положення передбачено використання спеціалізованих кранів-трубоукладачів. Застосування такої техніки гарантує безпечне транспортування, плавне опускання в траншею та прецизійне позиціонування трубопроводу на проєктних відмітках. Технологічний регламент категорично забороняє вільне скидання труб, їх волочіння по дну виїмки або будь-який механічний вплив, що може призвести до пошкодження зовнішньої оболонки. Недотримання цих вимог є неприпустимим, оскільки навіть незначні дефекти знижують механічну міцність, довговічність та експлуатаційну герметичність напірної системи.



Рисунок 3.5 – Кран-трубоукладач

Процес засипання траншеї після укладання трубопроводу здійснюється у два етапи. На першій стадії виконується засипання приямків із пошаровим ущільненням ґрунту в пазухах до рівня половини діаметра труби із застосуванням ручного трамбувального інструменту. Другий етап передбачає засипання траншеї мінеральним ґрунтом до проєктної відмітки, яка перевищує верхню твірну трубопроводу на 0,2 м. При цьому в зоні стикових з'єднань засипання не проводиться: вони залишаються відкритими для візуальної інспекції під час здійснення гідравлічних випробувань системи на міцність та герметичність



Рисунок 3.6 – Ущільнення ґрунту в затрубному просторі ручною електротрамбівкою

Для засипання траншей передбачено використання місцевого ґрунтового матеріалу, що підлягає обов'язковому очищенню від великих фракцій, каміння та сторонніх твердих включень, здатних спричинити механічне пошкодження поліетиленового трубопроводу. Остаточне засипання проводиться лише після успішного проходження попередніх випробувань на міцність та підтвердження цілісності всіх стикових з'єднань. Роботи здійснюються бульдозерною технікою із дотриманням регламенту, що унеможливлює надмірне ущільнення ґрунтового масиву над трубопроводом. Поверхня засипаної траншеї формується з утворенням

ґрунтового валика, розміри якого розраховуються з урахуванням прогнозованого природного осідання ґрунту в процесі консолідації



Рисунок 3.7 – Остаточне засипання траншеї

Після завершення комплексу робіт із зворотного засипання траншей проводиться рекультивація земельної ділянки шляхом відновлення гумусового горизонту з використанням попередньо знятого та складуваного родючого шару ґрунту. Дана технологічна операція є обов’язковою умовою нівелювання негативного антропогенного впливу на ґрунтовий покрив та спрямована на якнайшвидше відновлення родючості земель, що дозволяє повноцінно інтегрувати реконструйовану ділянку в структуру інтенсивного сільськогосподарського виробництва

Проєктом передбачено проведення гідравлічних випробувань напірних трубопроводів на міцність та герметичність, що реалізується у два послідовні етапи. Первинне (попереднє) випробування на міцність здійснюється до моменту остаточного засипання траншей та завершення монтажу арматурного обладнання (гідрантів, запобіжних клапанів, вантузів). Фінальне випробування трубопровідної мережі на щільність проводиться після повного зворотного засипання траншеї та завершення комплексу будівельно-монтажних операцій на відповідній ділянці проєктної траси.

У процесі проведення первинних гідравлічних випробувань напірних мереж усі запірні пристрої (засувки) на трасі повинні бути переведені у відкрите положення. Згідно з технологічним регламентом, полімерні трубопроводи підлягають опресовуванню окремими секціями, довжина яких обмежена показником 0,5 км. Випробування реалізується шляхом нагнітання води в ізольовану ділянку за допомогою мобільних насосних установок до досягнення проєктного випробувального тиску. Після витримки під вказаним тиском протягом регламентованого часу, його знижують до робочих параметрів, що дозволяє провести детальний візуальний огляд мережі на предмет виявлення механічних дефектів, локальних деформацій або порушень герметичності.



Рисунок 3.8 – Агрегат для наповнення трубопроводів водою

Критерієм успішного проходження попередніх гідравлічних випробувань напірного трубопроводу є відсутність механічних пошкоджень трубної продукції, фасонних елементів та стикових вузлів за умов дії випробувального тиску, а також повна герметичність системи (відсутність витоків) при робочому тиску. Остаточне випробування полімерних трубопровідних мереж на щільність проводиться згідно з регламентом, але не раніше ніж через 24 години після завершення зворотного засипання траншеї ґрунтом та заповнення системи водою для стабілізації конструкції. Показником відповідності фінальних випробувань є дотримання фактичних втрат води в межах встановлених нормативних значень.

Отже, прийнята технологія виконання ремонтно-будівельних робіт із реконструкції закритої зрошувальної мережі ТОВ «Прогрес» базується на суворій послідовності технологічних етапів: від підготовчих та демонтажних заходів до земляних, монтажно-зварювальних, засипних робіт та проведення гідравлічних випробувань. Дотримання визначеного регламенту виконання операцій дозволяє забезпечити високу якість укладання поліетиленових трубопроводів, надійність стикових з'єднань, цілісність та герметичність усієї інженерної мережі, що є гарантією її ефективної та довготривалої експлуатації в умовах зрошуваного масиву.

3.2 Технологія планування полів

Планування, або вирівнювання поверхні поля, є ключовим інженерно-меліоративним заходом, необхідним для оптимізації використання зрошуваних земель. Забезпечення високого рівня горизонтальності поверхні сприяє рівномірному розподілу поливної води по площі масиву, стабілізації водного режиму ґрунту, мінімізації втрат ресурсу внаслідок поверхневого стоку та підвищенню експлуатаційної ефективності дощувальної техніки. Крім того, якісна вертикальна планування суттєво поліпшує умови виконання агротехнічних операцій — від обробітку ґрунту до збирання врожаю.

Для зрошуваного масиву ТОВ «Прогрес» проведення планувальних робіт набуває особливої актуальності в контексті реконструкції мережі та переходу на сучасні дощувальні системи. Наявність мікрорельєфних нерівностей спричиняє нерівномірне зволоження ґрунтового профілю, формування локальних зон акумуляції вологи, посилення поверхневої ерозії та деградацію ґрунтового покриву. Зазначені чинники негативно впливають на розвиток сільськогосподарських культур та критично знижують коефіцієнт ефективності використання поливної води

Експлуатаційне планування зрошуваних масивів є обов’язковим заходом, спрямованим на нівелювання мікрорельєфних нерівностей, що виникають внаслідок інтенсивної механічної обробки ґрунту, переміщення важкої сільськогосподарської техніки, впливу гідрологічних чинників та поливних режимів. Зазначені роботи мають систематичний характер і забезпечують підтримку поверхні поля у стані, необхідному для ефективного функціонування іригаційної системи та якісного виконання агротехнологічних процесів.

Класифікація експлуатаційного планування передбачає виокремлення двох основних видів: поточного та ремонтного. Поточне планування здійснюється в комплексі передпосівних обробітків і передбачає вирівнювання поверхні з метою усунення дрібних нерівностей: гребенів після оранки, технологічних борозен (згінних та розгінних) та інших мікроформ рельєфу висотою до 10–15 см. Реалізація цього комплексу заходів є передумовою для рівномірного висіву насіння, отримання стабільної схожості та забезпечення оптимального розподілу вологи в кореневмісному шарі ґрунту.

Ремонтне планування поверхні поля проводиться періодично (як правило, один раз за цикл сівозміни) у випадках утворення суттєвих деформацій мікрорельєфу, до яких відносять локальні підвищення або пониження висотою 25–30 см із протяжністю 35–40 м. Такі мікроформи значно ускладнюють експлуатацію дощувальних систем та сільськогосподарської техніки, знижують якість поливного процесу та спричиняють нерівномірний розподіл вологи, що призводить до локального перезволоження або, навпаки, дефіциту вологи на підвищених ділянках.

Для реалізації ремонтного планування залучається спеціалізована землерийно-планувальна техніка (бульдозери, планувальники тощо). Вибір конкретного типу машинно-тракторного агрегату базується на аналізі площі ділянки, морфології нерівностей, фізико-механічних властивостей ґрунту та загального обсягу інженерних заходів. Ключовою технологічною вимогою є проведення робіт за оптимальної вологості ґрунтового масиву, оскільки відхилення від цього показника

(надмірна сухість або перезволоження) не лише погіршує якість вирівнювання поверхні, а й негативно впливає на стабільність ґрунтової структури.

У процесі виконання планувальних операцій необхідно мінімізувати зрізання родючого гумусового горизонту, оскільки це негативно позначається на його агрохімічних та фізико-механічних властивостях. Логістика переміщення ґрунтових мас має бути оптимізована таким чином, щоб забезпечити плавне вирівнювання мікрорельєфу, унеможливлюючи формування локальних безстічних зон (понижень), схильних до акумуляції вологи. Пріоритетним завданням є неухильне дотримання проєктних значень похилів поверхні, оскільки саме вони регламентують напрямок поверхневого стоку та визначають рівномірність інфільтраційного зволоження ґрунтового масиву.

Отже, впроваджена технологія планування на зрошувальних землях ТОВ «Прогрес» охоплює комплекс взаємопов’язаних заходів, мета яких полягає у вирівнюванні поверхні масиву для гарантування високої якості поливного процесу, безперебійної роботи дощувальних агрегатів та збереження ґрунтової родючості. Системне виконання поточних і ремонтних планувальних робіт безпосередньо сприяє підвищенню продуктивності угідь, раціональному витрачанню водних ресурсів та створенню оптимальних агрокліматичних умов для вирощування сільськогосподарських культур після завершення реконструкції інженерної інфраструктури.

3.3 Технологія виконання робіт з реконструкції експлуатаційних доріг

Автомобільні шляхи на меліорованих землях є стратегічним елементом інфраструктурної організації, забезпечуючи транспортне сполучення між сільськогосподарськими угіддями, гідротехнічними об’єктами та елементами зрошувальної мережі. Класифікація дорожньої мережі на таких територіях

базується на їх функціональному призначенні: міжгосподарські, внутрішньогосподарські, польові та експлуатаційні шляхи.

Експлуатаційні дороги виконують специфічні функції, забезпечуючи безперешкодний доступ до меліоративних споруд для їх технічного обслуговування, моніторингу та проведення аварійно-відновлювальних заходів. На об’єкті реконструкції — зрошувальному масиві ТОВ «Прогрес» — дорожня інфраструктура вже сформована, тому проєктні рішення спрямовані не на нове будівництво, а на реконструкцію, поточне утримання та відновлення експлуатаційної придатності наявної мережі, загальна довжина якої становить 12,6 км.

Технічні параметри земляного полотна господарських доріг передбачають ширину 6,5 м, тоді як для польових та експлуатаційних аналогів — 5,0 м. При необхідності відведення поверхневого стоку проєктом передбачено влаштування кюветів трапецієподібної або трикутної форми, глибина яких варіюється від 0,3–0,4 м (для супіщаних ґрунтів) до 0,5–0,6 м (для глинистих і пилуватих).

Технологічний цикл реконструкції ґрунтових доріг охоплює комплекс послідовних операцій: розроблення ґрунту в кюветах, його переміщення та розрівнювання в межах полотна, зволоження для забезпечення оптимальної щільності, пошарове ущільнення та остаточне профілювання. Робочий процес базується на використанні спеціалізованого парку техніки: автогрейдерів (для формування профілю та розроблення кюветів), тракторів із розпушувачами, бульдозерів (для розподілення ґрунтових мас) та причіпних котків (для пошарового ущільнення шарами завтовшки 0,25 м).

Отже, впроваджена технологія реконструкції експлуатаційних доріг, що ґрунтується на системному виконанні земляних, планувальних та ущільнювальних процесів, дозволяє відновити належний транспортно-експлуатаційний стан полотна. Це гарантує безперебійне пересування спеціалізованої техніки, підвищує

ефективність технічного обслуговування меліоративної системи ТОВ «Прогрес» та суттєво поліпшує загальну експлуатаційну надійність об’єкта

3.4 Технологія висадки лісосмуг навколо гідротехнічних споруд

Система полезахисних лісових насаджень на зрошуваних територіях виконує ключову агромеліоративну функцію, забезпечуючи зниження швидкості вітрових потоків, протидію дефляційним процесам (вітровій ерозії), оптимізацію випаровувальної здатності та формування сприятливого мікрокліматичного режиму в межах агроландшафту. Для умов Степової зони, до якої належить зрошувальний масив ТОВ «Прогрес», збереження та належне утримання лісомеліоративних систем є критичним чинником нівелювання впливу суховіїв, подолання дефіциту природного зволоження та стримування ерозійної деградації ґрунтів.

Проєктування лісомеліоративних комплексів базується на формуванні цілісної системи захисту угідь та гідротехнічних об’єктів від негативного вітрового впливу. Оптимальна просторова конфігурація передбачає влаштування лісосмуг у взаємно перпендикулярних напрямках, що дозволяє структурувати поля у прямокутні сітки. Основні смуги закладаються з урахуванням вектора панівних ерозійно небезпечних вітрів: допустиме відхилення проєктної осі від перпендикуляра до напрямку вітру не повинно перевищувати 30°.

Визначення оптимального кроку розміщення основних полезахисних лісосмуг здійснюється на основі комплексного аналізу морфометричних характеристик деревостану, радіуса його захисної дії, параметрів рельєфу та ґрунтових умов, а також з урахуванням техніко-експлуатаційних вимог до механізованого обробітку сільськогосподарських угідь. Нормативні показники визначають, що відстань між смугами не повинна перевищувати 20–30-кратного значення висоти зрілого

деревостану. Інтервали між допоміжними насадженнями можуть варіюватися до 2000 м. На ґрунтах легкого механічного складу, що характеризуються підвищеною ерозійною вразливістю, проєктні відстані між захисними елементами доцільно мінімізувати.

Розміщення лісозахисних комплексів рекомендується проводити на територіях із крутизною схилів, що не перевищує 2°. Структурно-конструктивні особливості насаджень є визначальними чинниками ефективності вітрозахисних функцій, регулювання снігового покриву, інтенсивності випаровування вологи та протидефляційного захисту ґрунтів. Для умов зрошуваного землеробства найбільш технологічно обґрунтованим є застосування продувних та ажурних конструкцій лісосмуг, які забезпечують необхідне зниження енергії вітрових потоків, запобігаючи при цьому надмірному нерівномірному накопиченню снігових мас та виникненню небажаних турбулентних завихрень.

Типові проєктні рішення для полезахисних лісосмуг передбачають створення насаджень у три-чотири, а в окремих випадках — у п’ять рядів, при загальній ширині смуги до 15 м. У межах полів сівозміни допускається використання дворядних лісосмуг, що виконують функцію допоміжного захисту, мінімізуючи при цьому перешкоди для маневрування сільськогосподарської техніки під час агротехнічних робіт.

Для потреб зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» проєктом передбачено закладання дворядної лісосмуги шириною 10 м. Як основу насаджень обрано стійкі до кліматичних умов степової зони повільнорослі породи — дуб черешчатий та сосну звичайну. Вибір зазначеного видового складу зумовлений їхньою високою біологічною адаптивністю, здатністю до формування довговічних стійких деревостанів та забезпеченням пролонгованого захисного ефекту агроландшафту від несприятливих агрокліматичних чинників.

Технологічний цикл створення полезахисних лісосмуг передбачає реалізацію комплексу взаємопов’язаних агротехнічних заходів: від ретельної підготовки

ґрунтового середовища та розмічування схеми висаджування до підготовки садивного матеріалу, безпосереднього створення насаджень та забезпечення їх приживлюваності. Якість підготовки ґрунту є визначальним чинником, що зумовлює умови для розвитку кореневої системи та подальшої інтенсивності росту деревних порід. У початковий період вегетації насаджень критично важливим є виконання систематичних доглядових робіт, зокрема розпушування міжрядь, контролю забур'яненості, періодичного поливу (за потреби) та своєчасної заміни саджанців, що не прижилися.

Проєктування просторового розміщення лісосмуг потребує узгодження з параметрами механізованого обробітку ґрунту та траєкторією руху дощувальної техніки між поливними ділянками. Для забезпечення безперебійного функціонування іригаційної системи при роботі дощувальних машин на кількох позиціях у структурі лісосмуг необхідно передбачати влаштування технологічних розривів (проїздів). Таке рішення дозволяє оптимізувати логістику переміщення техніки, зберігаючи при цьому цілісність захисного каркаса агроландшафту та його меліоративну ефективність.

Розміщення лісозахисних насаджень поблизу гідротехнічних вузлів забезпечує додатковий рівень захисту інженерної інфраструктури зрошувального масиву. Такі насадження сприяють зниженню рівня аерозольного забруднення (запиленості) території, демпфуванню силового впливу вітрових потоків на споруди, оптимізації мікрокліматичних параметрів та покращенню загального екологічного стану меліоративного об'єкта. Крім того, лісосмуги суттєво мінімізують ризики деструкції ґрунтового покриву в зоні примикання до споруд та доріг, що є запорукою їх стабільної та довготривалої експлуатації.

Сумарна протяжність лісомеліоративних насаджень на території ТОВ «Прогрес» складає 8998 м. Збереження, систематичний догляд та підтримання належного стану цього захисного каркаса є обов'язковою умовою забезпечення високої ефективності меліорації. У комплексі з реконструкцією напірних трубопроводів,

вертикальним плануванням поверхні полів та відновленням експлуатаційної дорожньої мережі, лісосмуги формують завершену систему меліоративного, ґрунтозахисного та еколого-стабілізаційного впливу на зрошуваний масив.

Отже, технологічний регламент створення та експлуатації полезахисних лісосмуг на території ТОВ «Прогрес» базується на науково обґрунтованому розміщенні насаджень, підборі біологічно стійких деревних порід, адаптованих до кліматичних умов Степової зони, а також забезпеченні комплексу заходів з підготовки ґрунту та подальшого систематичного догляду.

Створення та збереження розвиненої системи лісомеліорації є дієвим інструментом протидії ерозійним процесам, мінімізації непродуктивних втрат вологи через випаровування та оптимізації мікрокліматичного режиму агроландшафту. У комплексі з іншими інженерно-технічними рішеннями (реконструкцією мереж, плануванням поверхні та відновленням дорожньої інфраструктури), полезахисні насадження забезпечують стабільне функціонування іригаційної системи, що є ключовим чинником підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь та забезпечення стійкого розвитку зрошуваного масиву.

4 ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

Ефективна організація будівництва є фундаментальним чинником реалізації реконструкції зрошувального масиву, оскільки вона визначає узгодженість та раціональну інтенсивність підготовчих, будівельно-монтажних, логістичних та допоміжних операцій. Від якості календарного та ресурсного планування залежать терміни введення об’єкта в експлуатацію, відповідність технологічних процесів нормативним вимогам, а також раціональне використання матеріально-технічного та кадрового потенціалу за умови суворого дотримання стандартів охорони праці.

Проєкт організації будівництва (ПОБ) для об’єкта ТОВ «Прогрес» базується на забезпеченні потоковості, безперервності та високого ступеня синхронізації всіх етапів робіт. Специфіка реалізації проєкту зумовлена значною протяжністю трубопровідних комунікацій, необхідністю виконання поетапного демонтажу зношеної інфраструктури та монтажу нових елементів системи. Технологічна складність об’єкта полягає у потребі інтеграції різнопланових процесів — від використання поліетиленових труб різних діаметрів до поєднання земляних, зварювальних та гідравлічних випробувань у єдиний безперервний технологічний цикл.

Початок безпосереднього виконання будівельно-монтажних операцій на об’єкті передує етап реалізації комплексу підготовчих заходів. До переліку організаційно-технічної підготовки входить забезпечення будівельного майданчика необхідною номенклатурою матеріально-технічних ресурсів, включаючи полімерну трубну продукцію, фасонні вироби, запірно-регулювальну арматуру, а також мобілізацію відповідного парку будівельних машин та механізмів. Паралельно здійснюється підготовка інфраструктури об’єкта: облаштування під’їзних шляхів до зон проведення робіт, виділення спеціалізованих майданчиків для складування матеріалів, визначення місць дислокації техніки та створення

належних умов праці згідно з вимогами техніки безпеки при виконанні технологічних процесів.

Реалізація будівельних та реконструкційних заходів на об’єкті має базуватися на попередньо затверджених організаційно-технологічних рішеннях, зафіксованих у проєктно-технологічній документації, зокрема у проєкті організації будівництва (ПОБ) та проєкті виконання робіт (ПВР). Зазначена документація є визначальною для регламентації послідовності будівельних процесів, обґрунтування потреби в матеріально-технічних ресурсах, формування календарних графіків виконання робіт, оптимізації чисельності персоналу та логістичного забезпечення постачання. Крім того, ці документи встановлюють жорсткі стандарти якості виконання монтажних операцій та визначають стратегію дотримання вимог охорони праці на будівельному майданчику.

Організація будівельного виробництва має забезпечувати оптимальну часову та технологічну синхронізацію всіх операцій, що гарантує послідовність і безперервність реалізації проєкту. Початкова стадія робіт передбачає виконання комплексу підготовчих заходів, до яких належать: розчищення траси, проведення геодезичних робіт (розбивка та винесення осей трубопроводів у натуру), а також остаточна верифікація місць розміщення гідротехнічного обладнання (оглядових колодязів, запірної арматури, гідрантів та вантузів). Після завершення підготовчого етапу розпочинається основний цикл робіт, що включає зняття родючого ґрунтового горизонту, розроблення траншей, демонтаж дефектних ділянок трубопровідної мережі та підготовку проєктної основи для подальшого монтажу нових трубних конструкцій.

Наступним ключовим етапом реалізації проєкту є монтаж поліетиленових трубопроводів, технологічний цикл якого охоплює транспортування трубної продукції до робочої ділянки, їх розміщення вздовж траси, прецизійну підготовку торцевих поверхонь до з’єднання та виконання контактного стикового зварювання. Процес завершується опусканням змонтованої нитки у проєктну траншею з

наступним монтажем фасонних елементів, запірно-регулювальної арматури, гідрантів, вантузів та оглядових колодязів. Після закінчення монтажних операцій регламент передбачає виконання комплексу робіт із часткового засипання траншеї, проведення попередніх гідравлічних випробувань на міцність, остаточного зворотного засипання ґрунту з його пошаровим ущільненням та обов’язкового відновлення родючого рослинного шару (рекультивації).

Фундаментальним принципом організації будівельного виробництва є забезпечення ритмічності та технологічної узгодженості виконання всього комплексу робіт. Земляні, монтажні та випробувальні операції мають здійснюватися у суворо регламентованій послідовності, що мінімізує тривалість перебування відкритих траншей у незавершеному стані. Дотримання такого режиму реалізації проєкту дозволяє істотно знизити ризики деформації та осипання укосів виїмок, запобігти їх затопленню поверхневими водами, уникнути пошкодження підготовленої основи трубопроводу, а також гарантує дотримання необхідних вимог з охорони праці та промислової безпеки на об’єкті.

Ефективність реалізації реконструкційних заходів значною мірою залежить від обґрунтованого підбору парку спеціалізованої будівельної техніки. Технологічний регламент виконання робіт передбачає залучення наступного комплексу механізмів:

Землерийні та планувальні машини: одноківшеві екскаватори (для розроблення траншей), бульдозери (для переміщення ґрунтових мас та зворотного засипання), автогрейдери (для профілювання дорожнього полотна та планування поверхні полів).

Монтажне та зварювальне обладнання: крани-трубоукладачі (для виконання монтажно-складальних операцій), спеціалізовані зварювальні комплекси (для контактного стикового з’єднання поліетиленових труб).

Техніка для ущільнення та підготовки основи: самохідні або причіпні котки (для досягнення проєктної щільності ґрунту) та поливно-мийні машини (для зволоження ґрунтового масиву).

Транспортне забезпечення: вантажні автомобілі та спеціалізовані напівпричепи для логістики трубної продукції, запірної арматури, фасонних частин та інших матеріальних ресурсів.

Раціональне формування даного технічного парку дозволяє забезпечити дотримання нормативних строків будівництва та високу якість виконання кожного технологічного етапу.

Система логістичного забезпечення будівельного майданчика повинна бути синхронізована з календарним графіком реалізації проєкту. Постачання комплектуючих елементів інженерної інфраструктури — полімерної трубної продукції, фасонних виробів, запірно-регулювальної арматури та гідротехнічного обладнання — здійснюється обсягами, що гарантують безперервність монтажного циклу. Організація складського господарства передбачає облаштування спеціалізованих зон, придатних для безпечного зберігання матеріально-технічних ресурсів, з обов'язковим дотриманням регламенту їх захисту від механічних пошкоджень та впливу зовнішніх деструктивних чинників.

Пріоритетним аспектом організації будівельного виробництва є безумовне дотримання нормативних вимог з охорони праці та техніки безпеки. У процесі розроблення траншей обов’язковим є постійний моніторинг геомеханічної стійкості укосів, суворе дотримання правил знаходження персоналу в небезпечних зонах роботи землерийної техніки (екскаваторів) та забезпечення безпечних технологічних схем переміщення вантажів (труб, арматури, конструктивних елементів). Зварювальні процеси мають провадитися виключно з дотриманням чинних галузевих регламентів. Весь залучений персонал повинен бути забезпечений належними засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) та пройти

обов’язковий інструктаж із питань охорони праці та пожежної безпеки перед допуском до виконання робіт.

Стратегія організації будівельного виробництва на об’єкті повинна враховувати фактор сезонності виконання робіт. Реалізація проєкту реконструкції зрошувальної мережі має бути синхронізована з графіком вегетаційного періоду та інтенсивності іригаційних заходів. Оптимальним часовим інтервалом для виконання демонтажно-монтажних та земляних операцій є міжвегетаційний період або час зниженої потреби в поливах, коли тимчасове виведення мережі з експлуатації не спричиняє критичних втрат урожаю. Такий підхід забезпечує виконання всього комплексу будівельних заходів без порушення цілісності агротехнологічних процесів вирощування сільськогосподарських культур.

Фінальною стадією реконструкції є проведення комплексу пусконалагоджувальних робіт, що передбачає гідравлічні випробування трубопровідної мережі на міцність та герметичність, перевірку функціональності запірно-регулювальної арматури, а також технічний огляд гідротехнічного обладнання (колодязів, гідрантів, вантузів). Введення реконструйованої ділянки в експлуатацію допускається виключно після успішного проходження нормативних випробувань, що підтверджують цілісність системи та безперебійне функціонування всіх її інженерних елементів.

Отже, ефективна організація будівництва при реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» базується на чіткій регламентації послідовності виконання всього комплексу заходів: від підготовчих та демонтажних операцій до земляних, монтажно-зварювальних, випробувальних робіт та фінальної рекультивації. Раціональне планування та оптимізація будівельного виробництва є визначальними чинниками, що дозволяють скоротити директивні строки реалізації проєкту, підвищити якість виконання технологічних операцій та забезпечити раціональне використання матеріально-технічних і кадрових ресурсів. Застосування запропонованих організаційно-технологічних рішень створює необхідне підґрунтя

для надійної, безперебійної та довготривалої експлуатації оновленої іригаційної інфраструктури.

4.1 Календарне планування

Базовим інструментом оперативного управління будівельним виробництвом, що регламентує технологічну послідовність, часову синхронізацію операцій та дотримання директивних термінів, є календарний план виконання робіт. У контексті проєкту реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» календарне планування набуває статусу критичного елемента управління, зважаючи на специфіку об’єкта — значну лінійну протяжність та високу складність інтеграції різнопланових технологічних етапів: від підготовчих, земляних та демонтажних робіт до монтажу трубопроводів, гідравлічних випробувань і фінальної рекультивації земельних ділянок.

Розроблення календарного плану є стратегічним етапом планування, спрямованим на визначення обґрунтованої тривалості реконструкції, встановлення оптимальної технологічної послідовності виконання робіт, а також на формування балансу потреби в трудовому потенціалі, парку будівельних машин і матеріально-технічних ресурсах. Календарне планування забезпечує ефективну інтеграцію та синхронізацію всіх будівельних процесів, мінімізуючи виникнення простоїв техніки та гарантуючи рівномірне завантаження трудових ресурсів протягом усього директивного терміну реалізації проєкту.

Календарний план, що входить до складу проєкту організації будівництва (ПОБ), слугує базовим вихідним документом для регламентації договірних взаємовідносин між замовником і генпідрядною організацією. Цей документ визначає директивні терміни мобілізації ресурсів, початку та введення об’єкта в експлуатацію, а також формує обґрунтовану потребу в номенклатурі будівельних матеріалів, трубної продукції, гідротехнічного обладнання, парку механізмів та

технічних засобів. На підставі календарного планування здійснюється розробка деталізованих графіків логістичного постачання матеріально-технічних ресурсів та графіків інтенсивності руху трудових ресурсів протягом усього життєвого циклу проєкту.

Процес розроблення календарного плану передбачає деталізацію найбільш ефективної технологічної послідовності операцій, визначення нормативної чисельності персоналу та парку спеціалізованої техніки, а також розрахунок тривалості робіт у робочих і календарних днях із забезпеченням рівномірності їх розподілу в часі. Крім того, на цьому етапі формуються графіки потреби в трудових ресурсах та графіки завантаження основних будівельних машин, що є передумовою для чіткої синхронізації та впорядкованої організації всього комплексу реконструкційних заходів на зрошувальному масиві.

Структурно календарний план виконання робіт складається з двох взаємопов’язаних блоків: аналітично-розрахункового та графічного. У межах розрахункової частини здійснюється обґрунтування обсягів робіт, визначаються галузеві норми часу та трудомісткість процесів, проводиться розрахунок необхідної кількості машино-змін, формується кваліфікаційний склад бригад, а також встановлюється оптимальна тривалість окремих етапів будівельного виробництва. Графічна частина реалізується у формі лінійного календарного графіка (діаграми Ганта) або циклограми, що забезпечує візуалізацію технологічної послідовності, логічних взаємозв’язків та часових параметрів реалізації проєкту.

Алгоритм заповнення календарного плану реалізується у суворій послідовності відповідно до структури проєкту. На початковому етапі ідентифікується об’єкт — реконструкція зрошувальної інфраструктури ТОВ «Прогрес». Далі формується перелік технологічних операцій у порядку їх виконання: підготовчі заходи на трасі, зняття гумусового шару ґрунту, розроблення траншей, демонтаж застарілих трубопровідних ліній, монтаж поліетиленових труб, встановлення гідротехнічного обладнання (оглядових колодязів, запірної арматури,

гідрантів та вантузів), зворотне засипання траншей, проведення комплексу гідравлічних випробувань на герметичність, а також фінальна рекультивація земельної ділянки.

Визначення обсягів будівельно-монтажних робіт базується на розрахунках, проведених у межах попередніх розділів проєкту. Облікові показники наводяться у відповідних одиницях вимірювання (м³, м², м, шт. тощо), що відповідають регламенту чинних ресурсних елементних кошторисних норм (РЕКН). Нормування трудових витрат на одиницю вимірювання обсягу робіт здійснюється згідно з актуальними нормативними документами, при цьому обов’язково враховуються технологічна складність процесу, специфіка інженерних умов, параметри парку задіяної техніки та кваліфікаційний склад робітничих ланок.

Розрахунок потреби в машино-змінах за встановленими нормами здійснюється за формулою:

$$N_{\text{маш-зм.норм}} = \frac{V \cdot H_{\text{час}}}{V_{\text{РЕКН}} \cdot 8} \tag{4.1}$$

де $N_{\text{маш-зм.норм}}$— кількість машино-змін за нормою;

V— обсяг робіт, м³, м², м або шт.;

$H_{\text{час}}$— норма часу на виконання одиниці обсягу робіт, маш.-год.;

$V_{\text{РЕКН}}$— одиниця виміру обсягу робіт за РЕКН;

8— тривалість робочої зміни, год.

При остаточному розрахунку потреби в машино-змінах застосовується поправочний коефіцієнт, який враховує плановий рівень перевиконання виробничих норм. Для механізованих будівельних процесів нормативне значення цього коефіцієнта прийнято на рівні 0,85. Інтеграція даного показника в розрахунки дозволяє суттєво підвищити точність прогнозування фактичної експлуатаційної продуктивності будівельної техніки та забезпечити коректне планування тривалості механізованих робіт при реалізації проєкту реконструкції зрошувальної мережі.

Трудомісткість робіт за нормою визначають за формулою:

$$Q_{\text{люд-зм.норм}} = \frac{V \cdot H_{\text{час}}}{V_{\text{РЕКН}} \cdot 8} \quad (4.2)$$

де $Q_{\text{люд-зм.норм}}$— трудомісткість робіт за нормою, люд.-зм.;

V— обсяг робіт, м³, м², м або шт.;

$H_{\text{час}}$— норма часу на виконання одиниці обсягу робіт, люд.-год.;

$V_{\text{РЕКН}}$— одиниця виміру обсягу робіт за РЕКН;

8— тривалість робочої зміни, год.

При розрахунку потреби в трудових ресурсах (людино-змінах) застосовується поправочний коефіцієнт, що відображає рівень планового перевиконання виробничих норм. Для процесів, що виконуються вручну, нормативне значення цього показника прийнято на рівні 0,95. Інтеграція даного коефіцієнта в розрахункову модель дозволяє з високою точністю визначити реальну трудомісткість робіт, а також обґрунтувати необхідну чисельність виробничого персоналу, задіяного у виконанні окремих етапів будівництва.

Тривалість виконання механізованих робіт визначають за формулою:

$$T_{\text{мех}} = \frac{N_{\text{маш-зм.пр}}}{n_{\text{маш}} \cdot m} \quad (4.3)$$

де $T_{\text{мех}}$— тривалість виконання механізованих робіт, дні;

$N_{\text{маш-зм.пр}}$— прийнята кількість машино-змін;

$n_{\text{маш}}$— кількість машин;

m— кількість змін роботи на добу.

Тривалість технологічних процесів, що виконуються ручним способом, розраховується як відношення загальної трудомісткості операції до чисельності задіяного персоналу (бригади). Визначення тривалості робіт у календарному вимірі

здійснюється з урахуванням графіка робочих, вихідних та святкових днів. Для коректного перерахунку нормативних показників у календарний фонд часу застосовується відповідний поправочний коефіцієнт, що дозволяє нівелювати вплив неробочих днів та забезпечити високу точність прогнозування фактичного терміну реалізації кожного етапу будівельного виробництва.

Завершальним етапом розроблення розрахункової частини календарного плану є зведення підсумкових показників за основними видами робіт, що включають сумарну трудомісткість, загальну кількість машино-змін, а також визначення тривалості процесів у робочих і календарних днях. Окрім основних виробничих етапів, до загального терміну реалізації проєкту інтегруються часові параметри підготовчого періоду, неврахованих робіт та ліквідаційного періоду (згортання будівельного майданчика), що забезпечує об’єктивність оцінки загальної тривалості будівництва об’єкта.

При формуванні графічної частини календарного плану ключовим завданням є оптимізація часових параметрів шляхом забезпечення раціональної ув’язки та, де це технічно можливо, суміщення будівельних процесів. Планування здійснюється з урахуванням технологічної регламентації та реальної послідовності виробничих операцій на майданчику. Роботи, що не мають жорсткого технологічного зв’язку, доцільно виконувати паралельно або з частковим перекриттям у часі, що дозволяє скоротити загальний термін реконструкції. Водночас операції, які перебувають у прямій функціональній залежності, мають виконуватися суворо послідовно. Зокрема, монтаж трубопровідних конструкцій розпочинається виключно після готовності траншей (підготовки основи), а зворотне засипання — лише за умови успішного проходження гідравлічних випробувань на герметичність.

Графічна частина календарного планування спрямована на оптимізацію завантаження трудових ресурсів протягом усього терміну реалізації проєкту. Організація робіт має бути побудована за потоковим принципом, що передбачає

безперервний перехід спеціалізованих бригад між робочими захватками, мінімізуючи при цьому виникнення позапланових простоїв. У нижній частині календарного графіка обов'язковим є відображення епюри руху робітників, яка демонструє динаміку зміни чисельності персоналу в розрізі часових періодів. Такий підхід забезпечує рівномірне залучення трудових ресурсів та узгодженість графіка з технологічною послідовністю виконання всього комплексу реконструкційних заходів.

До системи техніко-економічних показників (ТЕП) календарного планування належать: директивна та нормативна тривалість реконструкції, сумарні трудові витрати, індекс зростання продуктивності праці, а також узагальнювальний показник рівня виконання норм виробітку. Планова тривалість реалізації проєкту визначається на основі розробленого календарного графіка. Цей показник охоплює повний часовий цикл виконання робіт — від моменту ініціації підготовчого етапу до підписання акта введення реконструйованої ділянки зрошувальної мережі в промислову експлуатацію.

Загальні трудові витрати за нормою становлять:

$$Q_{\text{н}} = 3446{,}93 \text{ люд.-днів}$$

Загальні трудові витрати за планом становлять:

$$Q_{\text{пл}} = 3274{,}58 \text{ люд.-днів}$$

Підвищення продуктивності праці визначають за формулою:

$$\text{П} = \frac{Q_{\text{н}} - Q_{\text{пл}}}{Q_{\text{н}}} \cdot 100\% \qquad (4.4)$$

де П— підвищення продуктивності праці, %;

$Q_{\text{н}}$— загальні трудові витрати за нормою, люд.-днів;

$Q_{\text{пл}}$— загальні трудові витрати за планом, люд.-днів.

Підставляємо значення:

$$\text{П} = \frac{3446{,}93 - 3274{,}58}{3446{,}93} \cdot 100 = 5\%$$

Виконання норми виробітку визначають за формулою:

$$\text{В} = \frac{Q_{\text{н}}}{Q_{\text{пл}}} \cdot 100\% \qquad (4.5)$$

де В— виконання норми виробітку, %;

$Q_{\text{н}}$— загальні трудові витрати за нормою, люд.-днів;

$Q_{\text{пл}}$— загальні трудові витрати за планом, люд.-днів.

Підставляємо значення:

$$\text{В} = \frac{3446{,}93}{3274{,}58} \cdot 100 = 105\%$$

За результатами проведеного календарного планування встановлено, що загальна тривалість комплексу ремонтно-будівельних робіт з реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» становить 274 доби. Аналіз трудових витрат свідчить про їх оптимізацію: при нормативному показнику 3446,93 люд.-днів планові розрахунки, засновані на впровадженні прогресивних методів організації праці, демонструють значення 3274,58 люд.-днів. Це забезпечує зростання продуктивності праці на рівні 5 %, при цьому плановий показник виконання норм виробітку становить 105 %.

Для реалізації проєкту реконструкції передбачено залучення кадрового потенціалу загальною чисельністю 109 осіб, структуру якого сформовано відповідно до технологічних потреб: 35 машиністів, 31 монтажник та 43 робітники суміжних спеціальностей. Застосування раціонально розробленого календарного плану забезпечує суворе дотримання технологічної послідовності — від підготовчих, земляних та демонтажних операцій до монтажу обладнання,

проведення гідравлічних випробувань та відновлювальних заходів. Оптимізація графіків виконання робіт гарантує рівномірне завантаження трудових і матеріально-технічних ресурсів, що є ключовою передумовою своєчасного та якісного введення реконструйованої зрошувальної мережі в експлуатацію. Календарний план виробництва роботі з реконструкції розміщений в Додатку

4.2 Калькуляція трудових витрат і заробітної плати

За результатами визначення обсягів будівельно-монтажних робіт здійснюється розрахунок показників трудомісткості та фонду оплати праці. Для систематизації даних та забезпечення прозорості розрахунків калькуляція трудових і вартісних витрат формується у табличному вигляді. Цей підхід дозволяє детально проаналізувати трудомісткість кожного технологічного етапу, обґрунтувати кваліфікаційний та кількісний склад робітничих бригад, розрахувати календарну тривалість процесів, а також забезпечити точне планування фонду оплати праці персоналу, задіяного у проєкті реконструкції зрошувального масиву.

Трудомісткість виконання робіт визначають за формулою:

$$Q = \frac{V \cdot H_{\text{ч}}}{V_{\text{РЕКН}} \cdot A \cdot 8} \tag{4.6}$$

де

Q— трудомісткість виконання роботи, люд.-дн.;

V— об’єм роботи, що виконується, м³, м², м або шт.;

$H_{\text{ч}}$— норма часу на виконання одиниці об’єму роботи, люд.-год.;

$V_{\text{РЕКН}}$— одиниця об’єму роботи за РЕКН;

A— кількість змін;

8— тривалість зміни, год.

Визначення кваліфікаційного складу робітничих ланок та встановлення нормативів часу на виконання окремих технологічних операцій здійснюється згідно з актуальними збірниками ресурсних елементних кошторисних норм (РЕКН) із посиланням на відповідні статті та параграфи, зафіксовані у калькуляції трудових витрат. Застосування такої методики дозволяє об’єктивно врахувати специфіку кожного будівельно-монтажного процесу, зовнішні умови його реалізації, технічні характеристики задіяного парку машин і механізмів, а також забезпечити

нормативну чисельність персоналу, необхідну для якісного виконання кожного окремого виду робіт.

Алгоритм розрахунку фонду оплати праці реалізується шляхом послідовного виконання двох етапів. На початковій стадії здійснюється визначення умовно-постійних параметрів оплати праці, що ґрунтуються на актуальному рівні середньої заробітної плати в будівельній галузі регіону та встановленій середньомісячній нормі тривалості робочого часу відповідно до чинного виробничого календаря.

Усереднена вартість однієї людино-години роботи визначається за формулою:

$$C_{\text{у}} = \frac{\text{З}_{\text{м}}}{H_{\text{р.ч.}}} \tag{4.7}$$

де

$C_{\text{у}}$— усереднена вартість однієї людино-години, грн/год;

$\text{З}_{\text{м}}$— середня місячна заробітна плата одного робітника в будівництві, грн;

$H_{\text{р.ч.}}$— середня місячна норма робочого часу, год.

Для розрахунку приймаємо середню місячну заробітну плату в будівництві одного робітника в еквіваленті повної зайнятості:

$$\text{З}_{\text{м}} = 8527{,}52 \text{ грн}$$

Середня норма робочого часу становить:

$$H_{\text{р.ч.}} = 167{,}67 \text{ год}$$

Тоді усереднена вартість однієї людино-години дорівнює:

$$C_{\text{у}} = \frac{8527{,}52}{167{,}67} = 50{,}86 \text{ грн/год}$$

Фактична усереднена вартість людино-години роботи визначається з урахуванням міжрозрядного коефіцієнта за формулою:

$$C_{\text{фу}} = \frac{C_{\text{у}} \cdot K_{\text{м}}^{\text{ф}}}{K_{\text{м}}^{\text{буд}}} \tag{4.8}$$

де

$C_{\text{фу}}$— фактична усереднена вартість людино-години роботи, грн/год;

$C_{\text{у}}$— усереднена вартість однієї людино-години, грн/год;

$K_{\text{м}}^{\text{ф}}$— міжрозрядний коефіцієнт для середнього розряду роботи, яка виконується;

$K_{\text{м}}^{\text{буд}}$— міжрозрядний коефіцієнт для середнього розряду виконання робіт у будівництві.

У розрахунках міжрозрядний коефіцієнт для середнього розряду виконання робіт у будівництві приймається:

$$K_{\text{м}}^{\text{буд}} = 1{,}31$$

Середній розряд робіт визначається за формулою:

$$P_{\text{сер}} = \frac{\sum P_i \cdot N_i}{\sum N_i} \tag{4.9}$$

де

$P_{\text{сер}}$— середній розряд робіт;

P_i— розряд і-го робітника;

N_i— кількість робітників з і-тим розрядом;

$\sum N_i$— загальна кількість робітників у ланці.

На другому етапі розраховують розмір заробітної плати за кожним видом робіт. Заробітна плата робітників визначається за формулою:

$$З_{\text{п}} = C_{\text{фу}} \cdot Q \cdot t_{\text{зм}} \tag{4.10}$$

де

$З_{п}$— заробітна плата робітників за виконання відповідного виду робіт, грн;

$C_{фу}$— фактична усереднена вартість людино-години роботи, грн/год;

Q— трудомісткість виконання роботи, люд.-дн.;

$t_{зм}$— тривалість зміни, год.

Тривалість зміни приймається:

$$t_{зм} = 8 \text{ год}$$

Для забезпечення систематизації та наочності розрахунків, калькуляцію трудових і вартісних показників доцільно представити у вигляді таблиці 4.2. Структура даного звітно-аналітичного документа передбачає відображення найменувань технологічних операцій, їхніх кількісних показників (обсягів), нормативних параметрів часу, кваліфікаційного складу робітничих ланок, показників трудомісткості, середнього тарифного розряду робіт, а також вартісної оцінки оплати праці (на основі усередненої вартості людино-години). Такий підхід дозволяє чітко верифікувати розрахунки фонду заробітної плати, задіяного у процесі реконструкції зрошувального масиву.

За підсумками розрахунку калькуляції трудових і вартісних витрат встановлено, що загальний фонд заробітної плати, передбачений для виконання комплексу ремонтно-будівельних робіт з реконструкції зрошувальної мережі, становить 1677808 грн. Кошторисна трудомісткість реалізації проєкту зафіксована на рівні 3395,09 люд.-год, при середньому тарифному розряді робіт 4,9. Отримані результати є фундаментальною базою для визначення потреби в трудовому потенціалі, обґрунтування організаційно-технологічних рішень, а також формування узагальнених техніко-економічних показників проєкту реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» (Додаток Г).

4.3 Проєктування санітарно-побутових приміщень

Ефективна організація будівельного майданчика, робочих зон та безпосередньо робочих місць є визначальною умовою безпечного та якісного виконання комплексу будівельно-монтажних операцій. У межах проєкту реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» особлива увага приділяється формуванню належної інфраструктури санітарно-побутового забезпечення персоналу, що є невід'ємною складовою системи охорони праці та загальної організації виробництва.

Проєктом передбачено забезпечення персоналу повним комплексом санітарно-побутових споруд, зокрема гардеробними блоками, душовими, санітарними вузлами, умивальниками, спеціалізованими приміщеннями для сушіння робочого одягу та взуття, а також зонами для обігріву, відпочинку та організації харчування. Обов'язковими атрибутами майданчика є забезпечення доступу до якісної питної води та пунктів медичного обслуговування. Зазначена інфраструктура має бути змонтована, обладнана та введена в експлуатацію до початку реалізації основних етапів будівельно-монтажних робіт на об'єкті.

Визначення потреби в інфраструктурі тимчасових будівель (допоміжного, житлового та громадського призначення) здійснюється на основі розрахункової чисельності персоналу, включаючи робітничі кадри, інженерно-технічних працівників (ІТП) та службовців, що залучаються до реалізації проєкту. Методика розрахунку базується на застосуванні нормативних показників площі на одного працівника з урахуванням пікового значення чисельності персоналу, що одночасно перебуває на будівельному майданчику.

У межах календарного планування фіксується динаміка руху персоналу, безпосередньо задіяного у виконанні будівельно-монтажних операцій. Для формування коректної потреби в санітарно-побутових приміщеннях використовується показник максимальної чисельності працівників за графіком руху

робочої сили. Відповідно до розрахункових даних, пікове навантаження на об’єкті становить 20 осіб на добу, що є базовим параметром для проектування санітарно-побутової інфраструктури.

Визначення необхідної площі інвентарних санітарно-побутових та адміністративних споруд базується на аналізі пікової чисельності персоналу, задіяного на будівельному майданчику в межах найбільш чисельної зміни, та застосуванні відповідних галузевих нормативів площі допоміжних приміщень. Результати проведених розрахунків та підсумковий перелік необхідної інфраструктури зведені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Розрахунок площі тимчасових будівель

Найменування будівлі	Розрахункове число працюючих, люд.	Норма площі на 1 люд., м²	Необхідна площа, м²	Кількість інвентарних приміщень
Гардеробна	20	0,7	14	1
Душова	20	0,43	8,6	1
Умивальник	20	0,05	1	1
Сушарка для одягу і взуття	20	0,2	4	1
Приміщення для обігріву робітників	20	0,1	2	1
Приміщення для вживання їжі та відпочинку	20	1,0	20	1
Буфет	20	0,7	14	1
Медпункт	20	0,15	3	1
Туалет	20	0,1	2	1
Контора виконроба	20	4,0	80	4
Диспетчерська	20	7,0	140	6
Приміщення культурно-побутового призначення	20	0,75	15	1

На підставі розрахованих показників загальної площі здійснюється підбір необхідної кількості інвентарних будівель. Добір конструкцій проводиться з урахуванням їхнього цільового функціонального призначення, показників корисної площі, місткості та габаритних розмірів. Деталізована характеристика інвентарних приміщень, які планується використати для забезпечення санітарно-побутових та адміністративно-управлінських потреб під час реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес», представлена у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Характеристика інвентарних приміщень

Найменування будівлі	Шифр типового проєкту	Корисна площа, м²	Розміри в плані	Найменування будівлі
Гардеробна	5055-1	20,7	7,4×3,1	Гардеробна
Душова	ВД-1	29,9	10,5×3,1	Душова
Приміщення для обігріву	ЛВ-6	5,8	3,3×2,2	Приміщення для обігріву
Сушарка для одягу і взуття	ВС-8	17,2	8×2,8	Сушарка для одягу і взуття
Туалет	494-4-13	4,3	2,7×2	Туалет
Медпункт	ВМ	17,2	8×2,8	Медпункт
Контора виконроба	311-00	20,0	7,3×3	Контора виконроба
Диспетчерська	ПДП-3	21,2	8,7×2,9	Диспетчерська
Приміщення культурно-побутового призначення	494-4-08	44,7	8×7	Приміщення культурно-побутового призначення

Забезпечення належного рівня санітарно-побутових умов у зоні виконання будівельно-монтажних робіт вимагає інтеграції комплексу тимчасових інвентарних споруд. Структура та кількісний склад інфраструктури розраховуються на основі пікового показника чисельності персоналу в найбільш завантажену зміну, що для

даного об’єкта становить 20 осіб. Оснащення будівельного майданчика необхідною санітарно-побутовою інфраструктурою є обов’язковою умовою дотримання нормативних вимог охорони праці, підвищення рівня соціального забезпечення працівників, а також оптимізації культури виконання будівельного виробництва.

4.4 Розрахунок складів будівельних матеріалів і конструкцій

Після встановлення номенклатури та обсягів необхідних матеріально-технічних ресурсів, а також визначення потреби в транспортному забезпеченні, ключовим завданням є проєктування раціональної системи складського господарства на об’єкті будівництва. Даний етап передбачає обґрунтування місць дислокації складів, визначення їхніх типів, розрахунок необхідних площ та розроблення регламенту зберігання ресурсів.

Проєктування складської інфраструктури здійснюється з метою забезпечення безперебійного ритму виконання будівельно-монтажних операцій. У межах реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» передбачено організацію майданчиків для зберігання трубної продукції, трубопровідної арматури, збірних елементів оглядових колодязів та інших конструктивних компонентів, що застосовуються при відновленні закритої зрошувальної мережі. Організація складів має гарантувати збереження експлуатаційних характеристик матеріалів та їх готовність до негайного використання за технологічним графіком.

Розрахунок необхідних площ складських об'єктів здійснюється шляхом формування табличних даних. Базою для визначення номенклатури та обсягів матеріалів, конструкцій і виробів виступає зведена відомість потреби в матеріальних ресурсах. Часові межі використання матеріальних активів узгоджуються з календарним графіком будівництва. Нормативний рівень складського запасу визначається логістичною моделлю постачання: при використанні автомобільного транспорту термін зберігання становить 2–5 діб, тоді

як при залізничних перевезеннях — до 10 діб, що зумовлено специфікою циклічності доставки.

При плануванні складських запасів застосовуються поправочні коефіцієнти нерівномірності, що враховують специфіку логістичних процесів. Для матеріально-технічних ресурсів, що надходять залізничним транспортом, встановлено коефіцієнт нерівномірності постачання на рівні 1,2, тоді як для автомобільного транспорту цей показник становить 1,1. Крім того, при розрахунках враховується коефіцієнт виробничої нерівномірності споживання ресурсів протягом робочого періоду, нормативне значення якого прийнято на рівні 1,3.

Розрахунок необхідної площі складських приміщень подано в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Розрахунок складських приміщень

Найменування матеріалів	Одиниця вимірювання	Загальна потреба матеріалів і конструкцій Qоб	Час використання матеріалів і конструкцій T, дн	Норма запасу tн, дн	Коефіцієнт нерівномірності надходження k_1	Коефіцієнт нерівномірності споживання k_2	Кількість матеріалів, які підлягають складуванню Qскл	Норма складування на 1 м²	Коефіцієнт використання складу k_3	Розрахункова площа складу, м²	Тип складу
Труби пластмасові	т	269	30	3	1,1	1,3	306,6	0,7	0,6	730	відкритий, з навісом
Трубопровідна арматура	т	202,2	70	3	1,1	1,3	11,6	0,5	0,65	36	закритий
Кільця оглядових колодязів	м³	17,58	7	3	1,1	1,3	7,59	0,8	0,7	14	відкритий, з навісом

Кількість матеріалів і конструкцій, які підлягають складуванню, визначають за формулою:

$$Q_{\text{скл}} = \frac{Q_{\text{об}}}{T} \cdot t_{\text{н}} \cdot k_1 \cdot k_2 \quad (4.11)$$

де

$Q_{\text{скл}}$— кількість матеріалів і конструкцій, які підлягають складуванню;

$Q_{\text{об}}$— загальна потреба матеріалів і конструкцій;

T— час використання матеріалів і конструкцій, дн.;

$t_{\text{н}}$— норма запасу матеріалів на складі, дн.;

k_1— коефіцієнт нерівномірності надходження матеріалів;

k_2— коефіцієнт нерівномірності споживання матеріалів.

Необхідну площу складу визначають за формулою:

$$F_{\text{скл}} = \frac{Q_{\text{скл}}}{q \cdot k_3} \quad (4.12)$$

де

$F_{\text{скл}}$— необхідна площа складу, м²;

$Q_{\text{скл}}$— кількість матеріалів і конструкцій, які підлягають складуванню; q— норма складування матеріалів і виробів на 1 м² площі складу; k_3— коефіцієнт використання площі складу, який враховує проходи й проїзди.

За результатами обґрунтування потреби в складських площах встановлено необхідність організації наступної інфраструктури:

Відкритий майданчик із навісом загальною площею 730 м² — для зберігання полімерної (пластмасової) трубної продукції.

Закрите складське приміщення площею 36 м² — для розміщення трубопровідної арматури, що зумовлено необхідністю забезпечення захисту від впливу

атмосферних чинників, забруднення та запобігання механічним пошкодженням конструктивних елементів.

Відкритий склад із навісом площею 14 м² — для зберігання збірних елементів оглядових колодязів (кілець).

Зазначені параметри площ забезпечують належні умови зберігання та раціональний розподіл матеріально-технічних ресурсів на будівельному майданчику

Ефективне функціонування складського господарства в межах проєкту реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» є необхідною умовою забезпечення стабільного матеріально-технічного постачання, належного зберігання та раціонального витрачання будівельних ресурсів і конструкцій. Обґрунтоване проектування складських площ та майданчиків дозволяє мінімізувати ризики виникнення технологічних простоїв, забезпечити цілісність матеріальних активів та створити оптимальне середовище для безперебійної реалізації будівельно-монтажних операцій протягом усього терміну виконання робіт.

4.5 Водопостачання на будівництві

Забезпечення водою будівельного майданчика в межах проєкту реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» здійснюється з урахуванням потреби у ресурсах як для виробничих, так і для господарсько-побутових цілей.

Виробниче водоспоживання включає витрати на технологічні процеси, зокрема: зволоження ґрунтових масивів під час розробки траншей, приготування будівельних розчинів, технічне обслуговування (очищення) машин і механізмів, а також виконання інших операцій, що потребують використання води за технологічним регламентом.

Господарсько-побутове водоспоживання зумовлене необхідністю створення належних умов праці для персоналу. Воно охоплює забезпечення потреб санітарно-гігієнічного характеру, функціонування душових та умивальних комплексів, а також забезпечення водою приміщень для організації харчування та інших об’єктів соціально-побутової інфраструктури

З метою оптимізації витрат на створення інженерної інфраструктури тимчасового водопостачання доцільно реалізувати схему з прокладанням магістрального трубопроводу, від якого здійснюється розподільче розгалуження до споруд, санітарно-побутових приміщень та зон із високим рівнем водоспоживання. При проектуванні тимчасової мережі водопостачання слід керуватися принципом функціональної достатності, обмежуючись мінімально необхідною кількістю відводів, зокрема для забезпечення потреб душових комплексів, пунктів харчування та інших ключових об’єктів споживання ресурсу. Такий підхід забезпечує раціональне використання матеріальних ресурсів та спрощує процес монтажу/демонтажу інженерних мереж на будівельному майданчику.

Визначення загальної потреби в ресурсах води здійснюється на основі аналізу календарного плану виконання будівельно-монтажних робіт. В межах цього етапу ідентифікується період пікового водоспоживання, що враховує сумарні витрати на виробничі та господарсько-побутові потреби. Розрахунок проєктної витрати води виконується диференційовано: окремо для забезпечення виробничих технологічних процесів, для санітарно-гігієнічних потреб персоналу (господарсько-побутове споживання), а також для формування необхідного протипожежного запасу на об’єкті.

Максимальна витрата води на виробничі потреби визначається за формулою:

$$Q_{\text{в}} = \frac{\sum Q_{\text{зм}} \cdot K_{\text{зм}}}{28800} \qquad (4.13)$$

де

$Q_{\text{в}}$— максимальна витрата води на виробничі потреби, л/с;

$\sum Q_{\text{зм}}$— нормативна витрата води на виробничі потреби за одну зміну, л;

$K_{\text{зм}}$— коефіцієнт нерівномірності потреби води протягом зміни;

28800— тривалість зміни у секундах, с.

Коефіцієнт нерівномірності потреби води в добу приймається:

$$K_{\text{зм}} = 1{,}5$$

У нашому випадку:

$$Q_{\text{в}} = \frac{3400 \cdot 1{,}5}{28800} = 0{,}18 \text{ л/с}$$

Максимальна витрата води на господарсько-побутові потреби визначається за формулою:

$$Q_{\text{г}} = \frac{N \cdot Q'_{\text{зм}} \cdot K'_{\text{зм}}}{28800} \quad (4.14)$$

де

$Q_{\text{г}}$— максимальна витрата води на господарсько-побутові потреби, л/с;

N— кількість робітників на будівельному майданчику, осіб;

$Q'_{\text{зм}}$— нормативна витрата води на господарські потреби за одну зміну на одного працівника, л;

$K'_{\text{зм}}$— коефіцієнт нерівномірності використання води;

28800— тривалість зміни у секундах, с.

У нашому випадку:

$$Q_{\text{г}} = \frac{75 \cdot 30 \cdot 2{,}5}{28800} = 0{,}20 \text{ л/с}$$

Загальна витрата води без урахування пожежогасіння приймається за більшою величиною з урахуванням коефіцієнта на невраховані дрібні потреби та втрати води:

$$Q_{\text{р}} = (Q_{\text{в}} + Q_{\text{г}}) \cdot K \quad (4.15)$$

де

$Q_{\text{р}}$— розрахункова витрата води без урахування пожежогасіння, л/с;

$Q_{\text{в}}$— витрата води на виробничі потреби, л/с;

$Q_{\text{г}}$— витрата води на господарсько-побутові потреби, л/с;

K— коефіцієнт на невраховані дрібні потреби та втрати води.

Коефіцієнт Kприймається:

$$K = 1{,}2$$

Тоді:

$$Q_{\text{р}} = (0{,}25 + 0{,}20) \cdot 1{,}2 = 0{,}54 \text{ л/с}$$

З урахуванням потреб пожежогасіння загальна розрахункова витрата води визначається за формулою:

$$Q_{\text{р}} = Q_{\text{пож}} + 0{,}5 \cdot (Q_{\text{в}} + Q_{\text{г}}) \cdot K \quad (4.16)$$

де

$Q_{\text{пож}}$— витрата води на пожежогасіння, л/с;

$Q_{\text{в}}$— витрата води на виробничі потреби, л/с;

$Q_{\text{г}}$— витрата води на господарсько-побутові потреби, л/с;

K— коефіцієнт на невраховані дрібні потреби та втрати води.

Витрата води на пожежогасіння приймається:

$$Q_{\text{пож}} = 10 \text{ л/с}$$

Тоді:

$$Q_{\text{р}} = 10 + 0{,}5 \cdot (0{,}25 + 0{,}20) \cdot 1{,}2 = 10{,}27 \text{ л/с}$$

Отже, для забезпечення будівельного майданчика водою необхідно прийняти розрахункову витрату:

$$Q_{\text{р}} = 10{,}27 \text{ л/с}$$

Діаметр тимчасового водопроводу визначається за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{р}}}{\pi \cdot v}} \tag{4.17}$$

де

d— розрахунковий діаметр тимчасового водопроводу, м;

$Q_{\text{р}}$— розрахункова витрата води, м³/с;

π— математична стала, що дорівнює 3,14;

v— швидкість руху води у трубопроводі, м/с.

Оскільки витрата води у формулі повинна бути подана в м³/с, переводимо:

$$10{,}27 \text{ л/с} = 0{,}01027 \text{ м}^3/\text{с}$$

Приймаємо швидкість руху води:

$$v = 1{,}5 \text{ м/с}$$

Тоді:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0{,}01027}{3{,}14 \cdot 1{,}5}} = 0{,}093 \text{ м}$$

Отже, розрахунковий діаметр тимчасового водопроводу становить:

$$d = 0{,}093 \text{ м} = 93 \text{ мм}$$

З урахуванням стандартного сортаменту труб остаточно приймають діаметр тимчасового водопроводу 100 мм.

Система тимчасового водопостачання будівельного майданчика, розроблена в межах проєкту реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес», розрахована на максимальну пропускну здатність 10,27 л/с. Аналіз структури водоспоживання засвідчує, що домінуючою складовою проєктної витрати є забезпечення нормативних показників протипожежної безпеки, тоді як сумарні обсяги води для виробничих і санітарно-побутових потреб мають нижчі значення. На підставі проведених гідравлічних розрахунків для організації тимчасової водопровідної мережі прийнято трубопровід діаметром 100 мм, характеристики якого гарантують стабільне забезпечення об’єкта водними ресурсами протягом усього періоду виконання будівельно-монтажних робіт.

4.6 Енергозабезпечення на будівництві

Енергозабезпечення будівельного майданчика при реалізації проєкту реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» є критично важливим чинником, що забезпечує функціонування парку будівельної техніки, механізованих засобів та виконання широкого спектра технологічних операцій. Потреба в електроенергії зумовлена необхідністю живлення силових електроприводів машин і механізмів, проведення зварювальних робіт, а також забезпечення вимог з освітлення адміністративно-побутових споруд, складських зон, робочих ділянок та периметра будівництва. Додатково використання електричної енергії передбачається для функціонування допоміжного обладнання та реалізації спеціальних технологічних процесів, зокрема для обігріву чи підтримки робочих параметрів у зимовий період.

Організацію системи електропостачання будівельного майданчика при виконанні робіт з реконструкції зрошувального масиву доцільно здійснювати шляхом підключення до існуючої високовольтної мережі через стаціонарну або мобільну трансформаторну підстанцію. Застосування понижувального трансформатора є необхідним для трансформації напруги до номінальних параметрів, що забезпечують роботу парку будівельної техніки, механізованих засобів, систем освітлення та побутових електроприймачів. Розподільчу мережу напругою 380/220 В на майданчику рекомендується проектувати у формі тимчасової повітряної або кабельної лінії електропередачі, конфігурація якої оптимізується з урахуванням просторового розміщення основних споживачів електричної енергії.

Визначення розрахункової потужності трансформаторної підстанції базується на аналізі встановленої потужності всього комплексу електрообладнання із застосуванням відповідних коефіцієнтів попиту, що враховують специфіку розподілу навантаження залежно від функціонального призначення споживачів. До ключових груп електроспоживачів, що враховуються при розрахунках, належать: технологічне обладнання виробничого циклу, механізми забезпечення будівельних процесів, а також системи внутрішнього освітлення тимчасових адміністративно-побутових споруд та зовнішнього освітлення території будівельного майданчика.

Потужність трансформатора визначають за формулою:

$$P = \alpha \left(\frac{\sum P_{\text{с}} \cdot K_{\text{с}}}{\cos \varphi} + \frac{\sum P_{\text{т}} \cdot K_{\text{т}}}{\cos \varphi} + \sum P_{\text{о}} \cdot K_{\text{о}} \right) \quad (4.18)$$

де

P— розрахункова потужність трансформатора, кВт;

α— коефіцієнт, що враховує втрати електроенергії в мережі, приймається в межах 1,0–1,1;

$P_{\text{с}}$— номінальна потужність електродвигунів будівельних машин і механізмів, кВт;

$P_т$— потужність технологічних споживачів, зокрема електрозварювання, кВт;

$P_о$— потужність освітлювальних пристроїв, кВт;

$K_с, K_т, K_о$— коефіцієнти попиту відповідних груп споживачів;

$\cos\varphi$— коефіцієнт потужності.

Розрахунок сумарного електричного навантаження виконується у табличній формі. Результати розрахунку наведено в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Розрахункова відомість сумарного електричного навантаження

Найменування споживання	Одиниця виміру	Кількість установ	Встановлена потужність одиниці, кВт	Встановлена потужність загальна, кВт	Коефіцієнт попиту, Кс	Коефіцієнт потужності, cosφ	Необхідна потужність Р, кВт
А. Виробничі потреби							
Бетонозмішувач	шт.	1	5	5	0,5	0,6	4,6
Вібратори	шт.	2	2	4	0,5	0,6	3,7
Усього							8,3
Б. Технологічні потреби							
Електрозварювання	шт.	1	15	15	0,5	0,4	20,6
Усього							20,6
В. Освітлення внутрішнє							
Побутові приміщення	м²	410	0,015	6,15	0,8	1,0	4,9
Усього							4,9
Г. Освітлення зовнішнє							
Склади відкриті	100 м²	3,12	0,05	0,16	1,0	1,0	0,16
Будмайданчик	100 м²	10	0,015	0,15	1,0	1,0	0,15
Усього							0,31
Усього по будівництву							34,1

За результатами проведених електротехнічних розрахунків встановлено, що сумарна встановлена потужність електроспоживачів об’єкта реконструкції зрошувального масиву становить 34,1 кВт. Структура електричного навантаження характеризується домінуванням технологічних потреб, зокрема на виконання електрозварювальних робіт, частка яких у загальному балансі становить 20,6 кВт. Решта потужності розподіляється таким чином: на забезпечення виробничих процесів передбачено 8,3 кВт, на внутрішнє освітлення інвентарних приміщень — 4,9 кВт, тоді як на зовнішнє освітлення складських майданчиків та прилеглої території будівельного майданчика припадає 0,31 кВт.

За результатами визначення розрахункового електричного навантаження здійснено обґрунтування вибору трансформаторної підстанції. Для забезпечення потреб об’єкта реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» прийнято до використання трансформатор марки СКПТ-100-6(10)/0,4. Технічні характеристики зазначеного обладнання відповідають вимогам щодо живлення силових електроприводів будівельних машин, технологічного устаткування, систем робочого та аварійного освітлення, а також об’єктів соціально-побутової інфраструктури, що гарантує надійність функціонування енергосистеми на весь період виконання будівельно-монтажних робіт.

Комплексна система електропостачання будівельного майданчика спроєктована таким чином, щоб гарантувати безперебійне функціонування парку будівельної техніки, електрозварювальних агрегатів, а також забезпечити нормативні параметри освітлення робочих зон та об’єктів соціально-побутової інфраструктури. Обґрунтована схема енергозабезпечення, що базується на використанні понижувального трансформатора та розподільчої мережі напругою 380/220 В, є технічно достатньою для підтримання заданого темпу виконання будівельно-монтажних робіт у межах проєкту реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес».

4.7 Потреби будівництва в машинах та механізмах

Для забезпечення ефективної реалізації проєкту реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» передбачено формування комплексу будівельної техніки та механізованих засобів. Добір машин здійснюється на основі багатофакторного аналізу, що охоплює специфіку будівельно-монтажних операцій, фізичні обсяги робіт, геоморфологічні та ґрунтові умови виконання земляних процесів, а також параметри трубопровідних систем. Ключовими критеріями вибору техніки також виступають обрані методи демонтажу існуючих та монтажу нових трубопроводів, що узгоджуються із затвердженою технологічною послідовністю виконання реконструкційних робіт.

Підготовчий етап реконструкції передбачає комплекс робіт із демонтажу застарілих трубопровідних систем. Технологічна послідовність операцій включає: початкове зняття родючого шару ґрунту за допомогою бульдозерної техніки, подальшу розробку траншей екскаваторним способом та вилучення зношених сталевих і залізобетонних елементів трубопроводів із використанням автомобільного крана відповідної вантажопідйомності. Застосування такої технологічної схеми дозволяє впровадити потоковий метод виконання демонтажних робіт, що забезпечує високий рівень безпеки та ефективність вилучення конструктивних елементів зрошувальної мережі.

Для виконання комплексу земляних робіт, зокрема зняття родючого шару ґрунту, переміщення ґрунтових мас, зворотної засипки траншей та остаточного планування поверхні після завершення монтажних операцій, обрано бульдозер марки Komatsu D39EX. Технічні параметри та експлуатаційні характеристики зазначеної одиниці техніки систематизовані та наведені у таблиці 4.7

Таблиця 4.7 – Технічна характеристика бульдозера Komatsu D39EX

Характеристика	Параметри
Потужність	79 кВт, 105 к.с.
Експлуатаційна маса, кг	9480
Ширина відвалу, мм	3250
Висота відвалу, мм	980
Максимальний підйом, мм	900
Максимальне заглиблення, мм	450
Кут повороту відвалу, град.	25°

Для виконання земляних робіт, пов’язаних із розробкою траншей під укладання трубопровідних систем, обрано екскаватор марки ЭО-4121 А. Ця модель техніки спеціалізується на розробці мінеральних ґрунтів при формуванні траншей, котлованів для встановлення оглядових колодязів та інших земляних споруд, передбачених технологічним регламентом реконструкції зрошувальної мережі. Технічні параметри та експлуатаційні показники зазначеного екскаватора систематизовані у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Технічна характеристика екскаватора ЭО-4121 А

Характеристика	Параметри
Довжина без ковша, мм	4,9×2,9×3,060
База гусеничного ходу, м	2,750
Число обертів платформи за хвилину	6
Ширина платформи, м	3
Висота осі п’яти стріли, м	2,02
Відстань від осі п’яти до осі обертання, мм	520
Долає ухил шляху, град.	22

Для виконання монтажно-демонтажних операцій, пов’язаних із видаленням застарілих трубопроводів та укладанням нових поліетиленових систем,

передбачено залучення автомобільного крана моделі КС-45729А. Функціональні можливості даної техніки дозволяють забезпечити необхідну точність при підйомі, транспортуванні та встановленні труб у проєктне положення. Окрім того, кран ефективно використовується під час монтажу вузлів закритої зрошувальної мережі, фасонних елементів та інших конструктивних компонентів системи. Експлуатаційно-технічні параметри автомобільного крана КС-45729А детально представлені у таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Технічні характеристики автомобільного крана КС-45729А

Характеристика	**Параметри**
Максимальний вантажний момент, т·м	48,6
Максимальна вантажопідйомність, т / виліт, м	16,2 / 3
Вантажопідйомність при максимальному вильоті, т	0,4
Довжина стріли, м	20,75
Максимальна висота підйому, м	21,2
Максимальна глибина опускання, м	3
Час повної зміни вильоту стріли, с	35
Швидкість пересування крана транспортна, км/год	5–60
Загальна маса крана, т, не більше	17,9
Базове шасі	МАЗ-533702

Другий етап реалізації проєкту реконструкції охоплює комплекс основних будівельно-монтажних операцій. Земляні роботи з розробки траншей під укладання трубопроводів виконуються за допомогою екскаватора моделі ЭО-4121 А. Після формування траншей згідно з проєктними відмітками здійснюється монтаж поліетиленових труб у проєктне положення із залученням автомобільного крана КС-45729А. Завершальний цикл робіт включає зворотну засипку траншей,

планування ґрунтової поверхні та рекультивацію (відновлення) родючого шару ґрунту, що реалізується силами бульдозера Komatsu D39EX/PX.

Для забезпечення повного технологічного циклу реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» сформовано раціональний комплекс будівельної техніки, до якого увійшли бульдозер Komatsu D39EX/PX, екскаватор моделі ЭО-4121 А та автомобільний кран КС-45729А. Зазначений парк машин дозволяє ефективно реалізувати весь перелік необхідних технологічних операцій, включаючи: зняття родючого шару ґрунту, розробку траншейних виїмок, демонтаж зношених трубопровідних систем, монтаж поліетиленових труб у проєктне положення, а також виконання зворотної засипки та фінального планування поверхні будівельного майданчика.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці є важливою складовою організації будівельно-монтажних робіт під час реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес». Виконання робіт на об’єкті пов’язане з використанням землерийної, вантажопідіймальної, транспортної та зварювальної техніки, розробкою траншей, демонтажем старих трубопроводів, укладанням нових поліетиленових труб, монтажем запірної арматури, гідрантів, вантузів і колодязів. У зв’язку з цим необхідно забезпечити безпечні умови праці для всіх працівників, які беруть участь у реконструкції.

Основною метою охорони праці на будівельному майданчику є запобігання виробничому травматизму, професійним захворюванням, аварійним ситуаціям і шкідливому впливу виробничих факторів на працівників. Для цього необхідно правильно організувати робочі місця, забезпечити працівників засобами індивідуального захисту, провести інструктажі з охорони праці, контролювати технічний стан машин і механізмів, а також дотримуватися вимог безпеки під час виконання кожного технологічного процесу.

Під час виконання робіт з реконструкції зрошувальної мережі можуть виникати такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори: робота землерийних машин і вантажопідіймальних механізмів; можливість обвалення стінок траншей; падіння працівників у відкриті виїмки; переміщення труб, арматури та конструкцій; робота поблизу діючих комунікацій; шум, вібрація, запиленість повітря; можливість ураження електричним струмом під час роботи з електрообладнанням і зварювальними установками; несприятливі погодні умови під час виконання робіт на відкритій місцевості.

Перед початком робіт усі працівники повинні пройти вступний інструктаж з охорони праці, первинний інструктаж на робочому місці та, за потреби, цільовий інструктаж перед виконанням окремих небезпечних робіт. До керування будівельними машинами, механізмами, кранами, зварювальним обладнанням і

електроустановками допускаються лише працівники, які мають відповідну кваліфікацію, пройшли навчання, перевірку знань і мають дозвіл на виконання таких робіт.

Робочі місця на будівельному майданчику повинні бути організовані таким чином, щоб забезпечити безпечне пересування працівників і техніки. Траси руху будівельних машин, місця складування труб, арматури, колодязів та інших матеріалів необхідно визначити заздалегідь. Проходи, проїзди та робочі зони повинні бути вільними від сторонніх предметів, а небезпечні ділянки — огороджені або позначені попереджувальними знаками.

Особливу увагу необхідно приділяти безпеці під час розробки траншей. До початку земляних робіт слід уточнити наявність підземних комунікацій, визначити межі розробки траншей і місця складування ґрунту. Розробку траншей необхідно виконувати відповідно до прийнятої технології та з урахуванням виду ґрунтів. У місцях можливого осипання стінок траншей слід передбачати укоси або кріплення. Забороняється перебування працівників у зоні роботи екскаватора та під піднятим ковшем.

Під час роботи екскаватора, бульдозера, автомобільного крана та іншої техніки необхідно дотримуватися безпечних відстаней. Машини повинні перебувати у справному технічному стані, мати необхідні сигнальні пристрої, освітлення та засоби пожежогасіння. Машиністи перед початком зміни повинні перевіряти справність обладнання, гальмівної системи, органів керування, робочих механізмів і за потреби повідомляти відповідальну особу про виявлені несправності.

Під час демонтажу старих трубопроводів необхідно дотримуватися вимог безпеки при роботі з вантажопідіймальними механізмами. Підіймання труб слід виконувати лише справними стропами, траверсами або іншими вантажозахоплювальними пристроями. Забороняється перебування людей під піднятим вантажем або в зоні можливого його переміщення. Перед підійманням

труб потрібно переконатися в надійності їх стропування та відсутності людей у небезпечній зоні.

Під час монтажу поліетиленових труб необхідно забезпечити безпечне розміщення труб уздовж траншеї, не допускати їх самовільного скочування або пошкодження. Опускання труб у траншею слід виконувати плавно, з використанням м'яких стропів або спеціальних пристроїв, які не пошкоджують поверхню труби. Працівники, зайняті на монтажі, повинні перебувати поза зоною можливого падіння або зміщення труби.

Окремі вимоги безпеки стосуються виконання зварювальних робіт під час з'єднання поліетиленових труб. Зварювальні установки повинні бути справними, заземленими та використовуватися відповідно до інструкції з експлуатації. Робоче місце зварника має бути очищене від зайвих предметів, а кабелі та електропроводи повинні бути захищені від механічних пошкоджень. Працівники, які виконують зварювання, повинні використовувати відповідні засоби індивідуального захисту.

Під час виконання робіт з електрообладнанням необхідно дотримуватися правил електробезпеки. Тимчасові електричні мережі на будівельному майданчику повинні бути змонтовані з урахуванням захисту від випадкового дотику, механічного пошкодження та впливу атмосферних опадів. Підключення електрообладнання мають виконувати лише працівники, які мають відповідну групу з електробезпеки. Забороняється використовувати несправні кабелі, розетки, вимикачі та електроінструмент.

Під час засипання траншей необхідно переконатися, що в траншеї відсутні працівники, інструменти та сторонні предмети. Засипання слід виконувати поступово, з урахуванням вимог до ущільнення ґрунту та збереження цілісності трубопроводу. Робота бульдозера або іншої техніки поблизу траншеї повинна виконуватися обережно, щоб не допустити зміщення труб або обвалення ґрунту.

Для працівників, які виконують роботи на відкритій місцевості, необхідно передбачити санітарно-побутові приміщення, місця для відпочинку, приймання їжі,

обігріву, зберігання одягу та особистих речей. Працівники повинні бути забезпечені питною водою, аптечкою першої допомоги та засобами індивідуального захисту: касками, рукавицями, спецодягом, спецвзуттям, сигнальними жилетами, захисними окулярами та іншими засобами залежно від виду виконуваних робіт.

Пожежна безпека на будівельному майданчику забезпечується шляхом правильного зберігання матеріалів, справного стану електрообладнання, наявності первинних засобів пожежогасіння та дотримання правил виконання вогневих робіт. Місця зберігання горючих матеріалів повинні бути віддалені від джерел відкритого вогню та зварювальних робіт. Працівники повинні знати порядок дій у разі виникнення пожежі та місце розташування засобів пожежогасіння.

Під час виконання робіт необхідно також враховувати вимоги безпеки в умовах можливих надзвичайних ситуацій. До таких ситуацій можуть належати аварії на трубопроводах, пошкодження електромереж, пожежі, різке погіршення погодних умов, підтоплення траншей атмосферними опадами або травмування працівників. У разі виникнення небезпечної ситуації роботи необхідно негайно припинити, вивести працівників із небезпечної зони та повідомити відповідальних осіб.

Відповідальність за стан охорони праці на об’єкті покладається на керівника робіт і відповідальних осіб, призначених наказом по організації. Вони повинні здійснювати контроль за дотриманням вимог безпеки, проводити інструктажі, перевіряти стан робочих місць, машин і механізмів, а також забезпечувати своєчасне усунення виявлених порушень.

Отже, дотримання вимог охорони праці під час реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» є необхідною умовою безпечного та якісного виконання будівельно-монтажних робіт. Правильна організація робочих місць, використання справної техніки, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, проведення інструктажів і контроль за виконанням вимог безпеки дають змогу зменшити ризик виробничого травматизму та забезпечити надійне виконання реконструкції зрошувальної мережі.

6 КОШТОРИСНА ВАРТІСТЬ БУДІВНИЦТВА

6.1 Пояснювальна записка

Визначення кошторисної вартості комплексу будівельно-монтажних робіт у межах проєкту реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» базується на детальному розрахунку обсягів передбачених проєктних рішень із використанням актуальної нормативно-кошторисної бази. Формування вартості здійснюється з урахуванням поточного ринкового рівня цін на матеріально-технічні ресурси, конструктивні елементи та вироби, а також фактичних витрат на експлуатацію парку будівельних машин і механізмів, оплату праці персоналу та інші супутні капітальні витрати, передбачені методикою ціноутворення у будівництві.

Базовим первинним документом, що регламентує вартість окремих конструктивних елементів та видів будівельно-монтажних робіт, виступає локальний кошторис. Саме на основі даних цього документа здійснюється розрахунок витрат на виконання комплексу технологічних операцій: земляних робіт, монтажу та демонтажу обладнання, вантажно-розвантажувальних заходів, прокладання трубопровідних магістралей, проведення зварювальних, ізоляційних та інших робіт, що передбачені проєктною документацією з реконструкції зрошувальної мережі.

Кошторисна вартість комплексу будівельно-монтажних операцій формується на основі розрахункових показників потреби в ресурсах, що визначаються з урахуванням діючих ринкових цін на матеріали, енергоносії та послуги. Фундаментом для проведення цих розрахунків виступають ресурсні елементні кошторисні норми (РЕКН), використання яких дозволяє обґрунтовано визначити величину прямих витрат для кожного окремого виду технологічного процесу в межах реалізації проєкту.

До складу прямих витрат відносять сукупність витрат на матеріальні ресурси, конструктивні вироби, основну заробітну плату виробничого персоналу, а також експлуатаційні витрати, зумовлені використанням парку будівельних машин і механізмів. Дана стаття витрат виступає базовою величиною при визначенні собівартості окремих технологічних операцій та формуванні загальної кошторисної вартості проєкту реконструкції об’єкта.

Для визначення сукупної кошторисної вартості зведення чи реконструкції окремих об’єктів проєктується об’єктний кошторис (або об’єктний кошторисний розрахунок). Цей документ є узагальнювальним і формується на основі консолідації даних, отриманих із локальних кошторисів та локальних кошторисних розрахунків, які охоплюють деталізований перелік окремих видів будівельно-монтажних операцій, передбачених проєктною документацією.

До складу об’єктного кошторису інтегруються підсумкові вартісні показники, сформовані на основі локальних кошторисних документів та відповідних розрахункових відомостей. Витрати, акумульовані в межах об’єктного кошторису, проходять процес групування та підсумовування відповідно до ключових статей кошторисної вартості будівництва, що дозволяє отримати структуровану інформацію про загальні фінансові потреби для реалізації об’єкта реконструкції.

Структура кошторисної вартості об’єкта будівництва охоплює витрати на виконання будівельних та монтажних операцій, придбання технологічного обладнання, меблів, інвентарю, а також інші супутні витрати, регламентовані кошторисною документацією. До будівельного сегмента в межах даного проєкту віднесено: комплекс земляних робіт (розробка та засипка траншей), демонтаж зношених трубопровідних магістралей, монтаж нових поліетиленових систем, встановлення технологічних вузлів (оглядових колодязів, запірної арматури — засувок, гідрантів, вантузів), а також фінальне планування поверхні майданчика та інші технологічно пов’язані процеси.

До монтажної складової кошторисної вартості відносять комплекс операцій, пов’язаних із встановленням трубопровідної арматури, фасонних частин, гідротехнічного обладнання, а також інженерних систем та вузлів інфраструктури. Окрім того, об’єктний кошторис обов'язково відображає розрахункові показники кошторисної трудомісткості та фонду заробітної плати.

Оскільки предметом дослідження є реконструкція існуючого зрошувального масиву, основний обсяг фінансових витрат зумовлений виконанням таких заходів: демонтаж зношених ділянок мережі, прокладання нових поліетиленових трубопроводів, монтаж гідротехнічних споруд, виконання супутніх будівельних операцій, а також забезпечення експлуатації парку будівельних машин, механізмів і транспортних засобів, задіяних у технологічному процесі

При формуванні кошторисної документації, окрім прямих витрат, враховуються загальновиробничі та адміністративні витрати підрядної організації, кошторисний прибуток, резерви на покриття ризиків, а також інші нарахування, регламентовані чинною нормативно-правовою базою ціноутворення у будівництві.

Отже, загальна кошторисна вартість реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» базується на сукупності локальних та об’єктних кошторисних розрахунків. Дані розрахунки інтегрують відомості про фізичні обсяги робіт, обрані організаційно-технологічні схеми будівництва, планову потребу в ресурсах (матеріальних, технічних та людських) і чинні кошторисні нормативи. Такий комплексний підхід забезпечує обґрунтованість фінансових показників проєкту та дозволяє провести глибоку економічну оцінку ефективності запланованих заходів із відновлення меліоративного об’єкта

6.2 Зведений кошторис

Зведений кошторисний розрахунок (ЗКР) вартості будівництва виступає ключовим документом, що визначає загальну фінансову вартість проєкту реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес». Процес формування ЗКР базується на узагальненні та консолідації даних, акумульованих в об’єктних і локальних кошторисах, а також розрахунках, що враховують окремі види будівельно-монтажних операцій, супутні витрати та інші складові капітальних інвестицій, передбачені проєктною документацією.

Зведений кошторисний розрахунок (ЗКР) є консолідуючим документом, що дозволяє систематизувати та узагальнити всю сукупність фінансових витрат, необхідних для повної реалізації проєкту реконструкції. Структура ЗКР охоплює: вартість виконання комплексу будівельних та монтажних операцій, витрати на матеріально-технічне забезпечення (придбання виробів, конструкцій та сировини), витрати на експлуатацію парку машин і механізмів, оплату праці виробничого персоналу, а також інші нарахування, передбачені чинною кошторисно-нормативною документацією.

Зведені ресурсні кошториси, що охоплюють витрати на проведення будівельно-монтажних операцій, придбання технологічного обладнання, меблів та інвентарю, формуються шляхом консолідації даних об’єктних ресурсних кошторисів. Дана документація акумулює повний перелік ресурсів, необхідних для реалізації передбачених проєктом технічних рішень. Зокрема, враховуються: поліетиленові трубопровідні системи, комплектуючі для оглядових колодязів, запірна арматура (засувки, вантузи), гідротехнічне обладнання (гідранти), а також загальнобудівельні матеріали, енергоносії (паливно-мастильні матеріали) та інші матеріально-технічні ресурси, необхідні для успішного виконання реконструкції.

При формуванні зведеного кошторисного розрахунку (ЗКР) передбачено систематизацію витрат за відповідними функціональними розділами, що забезпечує

чітку структурування фінансових показників. Зокрема, до кошторису включаються статті витрат на: проведення підготовчого етапу робіт, реалізацію основних будівельно-монтажних процесів, безпосереднє виконання заходів із реконструкції закритої зрошувальної мережі, зведення та експлуатацію об’єктів тимчасового призначення, організаційне забезпечення функціонування будівельного майданчика, а також витрати на утримання та експлуатацію парку машин і механізмів, разом із іншими супутніми витратами, що виникають у процесі реалізації проєкту.

Методологія ціноутворення у будівництві допускає можливість консолідації двох або більше зведених кошторисних розрахунків (ЗКР) у межах єдиного документа (зведення витрат), якщо проєктна документація передбачає реалізацію кількох незалежних комплексів робіт або зведення об’єктів різного функціонального призначення. Проте, у контексті даної кваліфікаційної роботи, зведений кошторисний розрахунок розробляється виключно для проєкту реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес», який розглядається як цілісний, технологічно пов’язаний комплекс будівельно-монтажних заходів.

Фундаментом для розроблення зведеного кошторисного розрахунку виступає комплекс вихідних даних, що включає: детальну відомість фізичних обсягів робіт, обґрунтовані організаційно-технологічні схеми їх реалізації, календарний графік будівництва, розрахункові показники трудомісткості та фонду оплати праці. Додатково враховується потреба в експлуатації парку будівельної техніки, а також результати проєктування допоміжних систем забезпечення майданчика, зокрема інфраструктури складського господарства, систем водопостачання та енергозабезпечення об’єкта реконструкції.

Структура зведеного кошторисного розрахунку (ЗКР) передбачає інтеграцію низки додаткових статей витрат, необхідних для повноцінного забезпечення виробничого циклу. До них, зокрема, належать: загальновиробничі та адміністративні витрати підрядної організації, формування кошторисного

прибутку, резервування коштів на покриття ймовірних ризиків, а також витрати, пов’язані зі зведенням тимчасової інфраструктури та організаційним забезпеченням майданчика. Врахування повного переліку зазначених чинників є обов’язковою умовою для формування об’єктивної та повної кошторисної вартості реалізації проєкту реконструкції зрошувальної системи.

Зведений кошторисний розрахунок (ЗКР) виступає фінальним узагальнювальним документом кошторисної частини кваліфікаційної роботи. Він акумулює загальну вартість реалізації всіх проєктних рішень, забезпечує можливість об’єктивної оцінки економічної доцільності запланованої реконструкції та формує базу для планування фінансового забезпечення будівельно-монтажних заходів на зрошувальному масиві ТОВ «Прогрес».

6.3 Об’єктний кошторис

Об’єктний кошторис є узагальнювальним документом, що консолідує дані про вартісні показники всіх видів робіт та супутніх витрат, передбачених проєктом для об’єкта в цілому. У контексті реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» формування даного кошторису базується на інтеграції результатів локальних кошторисів, ресурсних кошторисів та локальних кошторисних розрахунків, підготовлених для кожного окремого виду будівельно-монтажних операцій, що забезпечує комплексний фінансовий облік усіх запланованих заходів.

Об’єктні та ресурсні кошториси акумулюють узагальнені вартісні та ресурсні показники за всім спектром технологічних операцій, інтегрованих у проєкт реконструкції. До переліку ключових етапів, що підлягають вартісній оцінці, входять: демонтаж зношених трубопровідних магістралей, розробка траншейних виїмок, укладання поліетиленових труб у проєктне положення, встановлення технологічної арматури (оглядових колодязів, засувок, гідрантів та вантузів),

зворотна засипка ґрунту, рекультивація родючого шару, а також інші допоміжні процеси, виконання яких є обов'язковою умовою для введення оновленої зрошувальної системи в експлуатацію.

Об’єктні кошторисні розрахунки застосовуються на превентивних стадіях проєктування, коли виникає необхідність попередньої оцінки капітальних інвестицій у будівництво об’єкта за умови подальшої деталізації та уточнення показників під час розроблення робочої документації. Дані розрахунки синтезують відомості, отримані з локальних кошторисів, і підлягають коригуванню в міру уточнення проєктних обсягів, технічних рішень та технологічних параметрів виконання будівельно-монтажних процесів. У межах цієї роботи об’єктний кошторис слугує інструментом консолідації загальної вартості реконструкції закритої зрошувальної мережі як єдиного інженерного об’єкта. Він забезпечує можливість комплексного визначення сумарної кошторисної вартості, планових показників трудомісткості, фонду оплати праці, витрат на експлуатацію будівельного парку машин і механізмів, а також обсягів фінансування на придбання необхідних матеріалів та конструктивних елементів.

Структура об’єктного кошторису передбачає інтеграцію вартісних показників за окремими видами будівельно-монтажних операцій. Визначення вартості кожного етапу робіт базується на даних локальних кошторисів, розроблених із застосуванням чинних ресурсних елементних кошторисних норм. На завершальному етапі формування документа здійснюється групування та консолідація отриманих даних за функціональними розділами, що дозволяє визначити фінальну кошторисну вартість реконструкції об’єкта.

Кошторисні розрахунки на окремі види витрат розробляються в ситуаціях, коли певні фінансові потреби не охоплюються діючими прямими кошторисними нормами. Цей інструментарій дозволяє обґрунтовано визначити ліміти коштів, необхідних для забезпечення організаційно-технологічних процесів, зокрема: підготовку будівельного майданчика, отримання необхідних технічних умов,

реалізацію підготовчих заходів, спорудження тимчасових об'єктів інфраструктури, логістичні витрати на транспортування матеріальних ресурсів та інші супутні потреби, що виникають у процесі реалізації проєкту.

У процесі формування об’єктного кошторису, окрім прямих витрат, передбачається врахування комплексу додаткових нарахувань, до яких належать загальновиробничі та адміністративні витрати підрядної організації, кошторисний прибуток, а також резервні кошти на покриття ймовірних ризиків, що регламентовані чинними нормативно-правовими актами у сфері ціноутворення. Врахування повного переліку цих складових є необхідною умовою для формування об’єктивної та економічно обґрунтованої повної вартості проєкту реконструкції зрошувального масиву, що відповідає вимогам до розроблення кошторисної документації.

Об’єктний кошторис відіграє ключову роль в аналітичній оцінці економічної ефективності впроваджених технічних рішень. Цей інструмент дозволяє провести порівняльний аналіз капітальних інвестицій у реконструкцію з прогнозованими результатами проєкту, серед яких: підвищення експлуатаційної надійності зрошувальної мережі, мінімізація втрат водних ресурсів, зниження аварійності трубопровідних магістралей та оптимізація продуктивності використання меліорованих земель.

Об’єктний кошторис у межах проєкту реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» виступає ключовим узагальнювальним документом, що консолідує дані локальних кошторисів та розрахунків, виконаних для окремих видів будівельно-монтажних операцій. Цей документ слугує інструментом для визначення загального обсягу капітальних інвестицій, оптимізації графіків фінансування, формування бази ресурсного забезпечення, а також є доказовою базою для підтвердження економічної доцільності реалізації запланованих заходів з реконструкції.

6.4 Локальний кошторис

Локальний кошторис виступає базовим первинним документом у системі кошторисної документації, який розробляється для деталізації витрат на окремі види будівельно-монтажних операцій. Процес його формування базується на інтеграції даних щодо фізичних обсягів, передбачених проєктними рішеннями, застосуванні чинних ресурсних елементних кошторисних норм (РЕКН), а також урахуванні поточного ринкового рівня цін на матеріально-технічні ресурси, експлуатацію парку будівельних машин і механізмів та оплату праці виробничого персоналу.

У межах проєкту реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес» локальні кошториси розробляються диференційовано за кожним видом будівельно-монтажних операцій. До переліку об’єктів кошторисного нормування включено: демонтаж зношених трубопровідних магістралей, розробку траншейних виїмок, прокладання нових поліетиленових труб у проєктне положення, встановлення технологічного обладнання (оглядових колодязів, запірної арматури — засувок, вантузів та гідрантів), виконання зворотної засипки ґрунту, рекультивацію родючого шару, а також інші допоміжні технологічні процеси, що забезпечують введення об’єкта в експлуатацію.

Локальні ресурсні кошториси виступають інструментом аналітичного планування, що застосовується для детального визначення потреби в матеріальних, технічних та трудових ресурсах, необхідних для реалізації проєкту. Ця документація містить систематизовані дані щодо обсягів виконання робіт, встановлених норм витрат ресурсів, розрахункової кількості необхідних матеріалів, показників трудомісткості операцій, потреби в експлуатації парку будівельних машин і механізмів, а також визначає вартісні параметри реалізації відповідних технологічних процесів у будівництві.

Локальні кошторисні розрахунки розробляються на початкових етапах проєктування, коли певні обсяги будівельно-монтажних робіт або окремі статті витрат ще не мають остаточного обґрунтування та підлягають подальшій деталізації під час формування робочої документації. Даний вид документації забезпечує можливість попередньої оцінки вартості окремих технологічних операцій, дозволяючи інтегрувати ці показники у структуру об’єктних та зведених кошторисних розрахунків на етапі попереднього планування бюджету об’єкта.

У контексті даної кваліфікаційної роботи локальний кошторис слугує інструментом для розрахунку вартості комплексу ремонтно-будівельних операцій, спрямованих на реконструкцію закритої зрошувальної мережі. Процес його формування ґрунтується на деталізованих даних щодо фізичних обсягів робіт, регламентованих відомістю обсягів, із урахуванням обраних організаційно-технологічних схем будівництва. До кошторисного розрахунку інтегровано показники потреби в парку будівельних машин і механізмів, а також результати калькуляції трудомісткості та фонду оплати праці виробничого персоналу.

Структура локального кошторису охоплює сукупність прямих витрат, до яких належать: фонд основної заробітної плати виробничого персоналу, експлуатаційні витрати на утримання парку будівельних машин і механізмів, а також вартість матеріально-технічних ресурсів (виробів, конструкцій та сировини). Агреговані на основі цих показників дані дозволяють визначити кошторисну вартість окремих видів будівельно-монтажних операцій, що в подальшому формує базу для обчислення загальної вартості реалізації проєкту реконструкції об’єкта.

Відповідно до проведених кошторисних розрахунків, загальна вартість проєкту реконструкції зрошувального масиву становить 30 437,106 тис. грн, при цьому сума кошторисного прибутку становить 295,077 тис. грн. Вказані фінансові показники відображають необхідний обсяг капітальних інвестицій для реалізації комплексу будівельно-монтажних заходів та виступають вагомим аргументом для

економічного обґрунтування технічних рішень, прийнятих у проєктній документації.

Таким чином, локальний кошторис виступає фундаментом вартісного нормування окремих етапів будівельно-монтажних операцій при реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес». Цей документ забезпечує високий рівень деталізації фінансових витрат у розрізі видів робіт, матеріально-технічних ресурсів та технологічних процесів, а також слугує базисним джерелом вихідної інформації для формування об’єктних і зведених кошторисних розрахунків.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розглянуто організацію і технологію робіт з реконструкції зрошувального масиву в ТОВ «Прогрес» Дніпровського району Дніпропетровської області. Виконані дослідження та розрахунки підтвердили необхідність реконструкції закритої зрошувальної мережі, оскільки існуюча система тривалий час експлуатувалася, окремі її елементи зазнали фізичного зношення, що призводить до зниження надійності подачі води, збільшення втрат і ускладнення експлуатації.

Установлено, що територія зрошувального масиву розташована в зоні недостатнього та нестійкого природного зволоження. Середньорічна температура повітря в районі дослідження становить близько +8,6 °С, середня температура липня — +21,3 °С, а січня — близько –5,4 °С. Абсолютний максимум температури може досягати +40 °С, а абсолютний мінімум — –34 °С. Такі температурні умови в поєднанні з посушливістю літнього періоду зумовлюють значну потребу сільськогосподарських культур у додатковому зволоженні.

Середньорічна кількість атмосферних опадів становить близько 441,6 мм, з яких 280,7 мм припадає на теплий період року, а 160,9 мм — на холодний. У роки із забезпеченістю 75 % річна сума опадів зменшується до 366,9 мм, а в особливо посушливі роки із забезпеченістю 95 % — до 321,0 мм. Це свідчить про нестійкий характер природного зволоження та підтверджує доцільність використання зрошення для стабілізації врожайності культур.

Рельєф території зрошувального масиву загалом є придатним для розміщення та експлуатації закритої зрошувальної мережі. Абсолютні висотні відмітки поверхні змінюються приблизно від 55 до 180 м, а похили поверхні коливаються в межах 0,01–0,04. Такі умови необхідно враховувати під час трасування трубопроводів, розміщення гідротехнічних споруд, організації земляних робіт і запобігання розвитку ерозійних процесів.

Ґрунтовий покрив території представлений переважно чорноземами звичайними малогумусними. Вміст гумусу у верхньому орному шарі становить близько 3,6–4,1 %, що свідчить про достатню природну родючість ґрунтів. У ґрунтовому вбирному комплексі вміст поглинутого кальцію становить 22,5–35,0 мг-екв на 100 г ґрунту, магнію — 2,2–7,0 мг-екв на 100 г ґрунту. Ґрунти не мають ознак значного засолення, тому є придатними для зрошення за умови дотримання раціональних поливних норм.

Джерелом зрошення масиву ТОВ «Прогрес» є річка Дніпро. Її водні ресурси можуть забезпечувати потреби поливного водопостачання, однак ефективність використання води безпосередньо залежить від технічного стану насосного обладнання, трубопровідної мережі, запірно-регулювальної арматури та гідротехнічних споруд.

У роботі передбачено ліквідацію пошкоджених ділянок трубопроводів і будівництво нової закритої зрошувальної мережі з поліетиленових труб. За результатами розрахунків обсягів земляних і монтажних робіт встановлено, що об’єм зрізання рослинного шару ґрунту становить 29100 м³ для ліквідації трубопроводу та 33600 м³ для зрошувальної мережі. Планування траси траншеї під проєктний похил передбачено на площі 42000 м².

Загальний обсяг розробки ґрунту в траншеї становить 23169 м³ під час ліквідації трубопроводу та 7433 м³ для зрошувальної мережі. З них механічним способом передбачено розробити відповідно 20852 м³ і 6690 м³, вручну — 2317 м³ і 743 м³. Крім того, обсяг розробки ґрунту в приямках під стики труб становить 78 м³, а в котлованах під колодязі — 223 м³.

Для реконструкції закритої зрошувальної мережі передбачено укладання поліетиленових труб ПЕ-100 Ø355 мм довжиною 1607 м. Використання поліетиленових труб є доцільним, оскільки вони мають достатню міцність, корозійну стійкість, герметичність з’єднань і забезпечують надійне транспортування поливної води в умовах тривалої експлуатації.

Окремо передбачено реконструкцію експлуатаційних доріг у межах зрошувального масиву. Їх загальна довжина становить 12,6 км. Відновлення доріг має важливе значення для забезпечення під'їзду до полів, трубопроводів, гідрантів, оглядових колодязів, насосного обладнання та інших споруд зрошувальної системи. Для виконання основних будівельно-монтажних процесів прийнято комплект машин і механізмів, до якого входять бульдозер Komatsu D39EX/PX, екскаватор ЭО-4121А та автомобільний кран КС-45729А. Обраний комплект техніки забезпечує виконання зняття рослинного шару ґрунту, розробки траншей, демонтажу пошкоджених трубопроводів, укладання нових поліетиленових труб, зворотного засипання траншей і планування поверхні після завершення робіт.

За результатами календарного планування встановлено, що загальна тривалість ремонтно-будівельних робіт з реконструкції зрошувального масиву становить 274 дні. Загальні трудові витрати за нормативними показниками дорівнюють 3446,93 люд.-днів, а за планом — 3274,58 люд.-днів. Підвищення продуктивності праці становить 5 %, а виконання норми виробітку — 105 %.

Для виконання робіт передбачено залучення 109 працівників, зокрема 35 машиністів, 31 монтажника та 43 робітників інших спеціальностей. Такий склад виконавців забезпечує можливість виконання підготовчих, земляних, демонтажних, монтажних, випробувальних і відновлювальних робіт у встановлені календарним планом строки.

За результатами калькуляції трудових витрат установлено, що кошторисна вартість заробітної плати на виконання ремонтно-будівельних робіт становить 1677808 грн. Кошторисна трудомісткість робіт дорівнює 3395,09 люд.-год, а середній розряд робіт — 4,9. Ці показники підтверджують необхідність залучення кваліфікованих працівників для виконання робіт з реконструкції зрошувальної мережі.

За кошторисними розрахунками загальна вартість робіт за зведеним кошторисом становить 30437,106 тис. грн, а кошторисний прибуток — 295,077 тис.

грн. Отримані показники дають змогу оцінити необхідний обсяг фінансування, потребу в трудових і матеріально-технічних ресурсах та економічну обґрунтованість прийнятих проєктних рішень.

Отже, мету кваліфікаційної роботи досягнуто. У роботі обґрунтовано необхідність реконструкції зрошувального масиву ТОВ «Прогрес», проаналізовано природно-кліматичні, рельєфні, геологічні, гідрогеологічні та ґрунтові умови території, визначено основні обсяги земляних і монтажних робіт, розроблено технологію та організацію їх виконання, обґрунтовано потребу в машинах, механізмах і трудових ресурсах. Запропоновані рішення спрямовані на підвищення надійності роботи зрошувальної системи, зменшення втрат води, покращення умов експлуатації трубопровідної мережі та забезпечення ефективного використання зрошуваних земель у ТОВ «Прогрес».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Водний кодекс України : Закон України від 06.06.1995 р. № 213/95-ВР.
2. Земельний кодекс України : Закон України від 25.10.2001 р. № 2768-III.
3. Закон України «Про меліорацію земель» від 14.01.2000 р. № 1389-XIV.
4. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 р. № 1264-XII.
5. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 р. № 2694-XII.
6. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» від 23.05.2017 р. № 2059-VIII.
7. ДБН А.2.2-3:2014. Склад та зміст проєктної документації на будівництво. Київ : Мінрегіон України, 2014.
8. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. Київ : Мінрегіон України, 2016.
9. ДБН В.2.4-1-99. Меліоративні системи та споруди. Київ : Держбуд України, 1999.
10. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування. Київ : Мінрегіон України, 2013.
11. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування. Київ : Мінрегіон України, 2013.
12. ДБН В.1.1-24:2009. Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проєктування. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010.
13. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Київ : Мінрегіон України, 2018.
14. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. Київ : Мінрегіон України, 2018.
15. ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги. Частина І. Проєктування. Частина ІІ.

Будівництво. Київ : Мінрегіон України, 2015.

16.ДСТУ Б А.3.2-13:2011. Система стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпека. Загальні вимоги. Київ : Мінрегіон України, 2012.

17.ДСТУ Б А.3.2-15:2011. Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків. Київ : Мінрегіон України, 2012.

18.ДСТУ Б В.2.1-2-96. Ґрунти. Класифікація. Київ : Держбуд України, 1997.

19.ДСТУ Б В.2.1-4-96. Ґрунти. Методи лабораторного визначення характеристик міцності і деформованості. Київ : Держбуд України, 1997.

20.ДСТУ Б В.2.1-17:2009. Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010.

21.ДСТУ Б В.2.7-151:2008. Труби поліетиленові для подавання холодної води. Технічні умови. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009.

22.ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009. Проєктування та монтаж мереж водопостачання і каналізації з пластикових труб. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010.

23.ДСТУ ISO 4427-1:2018. Пластмасові трубопровідні системи для водопостачання та напірної каналізації. Поліетилен. Частина 1. Загальні положення. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018.

24.ДСТУ ISO 4427-2:2018. Пластмасові трубопровідні системи для водопостачання та напірної каналізації. Поліетилен. Частина 2. Труби. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018.

25.ДСТУ ISO 4427-3:2018. Пластмасові трубопровідні системи для водопостачання та напірної каналізації. Поліетилен. Частина 3. Фітинги. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018.

26.Настанова з визначення вартості будівництва. Київ : Мінрегіон України, 2021.

27.Настанова з визначення вартості проєктних, науково-проєктних, вишукувальних робіт та експертизи проєктної документації на будівництво. Київ : Мінрегіон України, 2021.

28.Правила охорони праці під час виконання будівельних робіт : НПАОП 45.2-

7.02-12. Київ, 2012.

29.Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт : НПАОП 0.00-1.75-15. Київ, 2015.

30.Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання : НПАОП 0.00-1.80-18. Київ, 2018.

31.Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів : НПАОП 40.1-1.21-98. Київ, 1998.

32.ВНД 33-5.5-02-97. Організація і ведення еколого-меліоративного моніторингу зрошуваних та осушуваних земель. Київ : Держводгосп України, 1997.

33.ВНД 33-5.5-11-02. Інструкція з проведення ґрунтово-сольової зйомки на зрошуваних землях України. Київ : Держводгосп України, 2002.

34.ВНД 33-3.4-01-2000. Правила технічної експлуатації меліоративних систем. Київ : Держводгосп України, 2000.

35.Ромащенко М. І., Шатковський А. П., Журавльов О. В. Зрошення земель в Україні: стан та шляхи поліпшення. Київ : Аграрна наука, 2017.

36.Ромащенко М. І., Балюк С. А., Тараріко Ю. О. Меліорація ґрунтів: систематика, перспективи, інновації. Київ : Аграрна наука, 2015.

37.Ромащенко М. І., Савчук Д. П. Зрошення сільськогосподарських культур способом дощування. Київ : Аграрна наука, 2012.

38.Грановська Л. М. Основи гідромеліорації. Херсон : ХДАУ, 2016.

39.Морозов В. В., Морозов О. В. Основи меліорації і ландшафтознавства. Херсон : Олді-плюс, 2014.

40.Дідур В. А., Морозов В. В., Коваленко В. В. Сільськогосподарські меліорації. Київ : Вища освіта, 2008.

41.Ладика М. М., Сташук В. А., Ромащенко М. І. Гідротехнічні меліорації. Київ :Аграрна освіта, 2010.

42.Шаблій О. І. Фізична географія України. Львів : Світ, 2008.

43.Маринич О. М., Шищенко П. Г. Фізична географія України. Київ : Знання, 2005.

44.Атлас Дніпропетровської області. Київ : ДНВП «Картографія», 2004.

45.Національний атлас України / гол. ред. Л. Г. Руденко. Київ : ДНВП «Картографія», 2007.

46.Кліматичний кадастр України. Київ : Державна гідрометеорологічна служба України, 2006.

47.Агрокліматичний довідник по Дніпропетровській області. Київ : Держсільгоспвидав, 1958.

48.Природа Дніпропетровської області / за ред. К. І. Геренчука. Львів : Вища школа, 1973.

49.Геологічна карта України. Масштаб 1:200000. Аркуш М-36. Пояснювальна записка. Київ : Державна геологічна служба України.

50.Гідрогеологічна карта України. Масштаб 1:200000. Аркуш М-36. Пояснювальна записка. Київ : Державна геологічна служба України.

51.Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України / за ред. Б. С. Носка. Київ : Урожай, 1994.

52.Медведєв В. В. Моніторинг ґрунтів України. Харків : Антіква, 2002.

53.Балюк С. А., Медведєв В. В., Трускавецький Р. С. Ґрунти України: властивості, генезис, менеджмент родючості. Харків : Смугаста типографія, 2012.

54.Ковда В. А. Основи вчення про ґрунти. Київ : Вища школа, 1973.

55.Вернадський В. І. Біосфера та ноосфера. Київ : Наукова думка, 2004.

56.Хільчевський В. К., Осадчий В. І., Курило С. М. Основи гідрохімії. Київ : Ніка-Центр, 2012.

57.Хільчевський В. К., Гребінь В. В. Водні ресурси України. Київ : Ніка-Центр, 2014.

58.Яцик А. В. Водогосподарська екологія. У 4 т. Київ : Генеза, 2003.

59.Яцик А. В., Томільцева А. І., Грищенко Ю. М. Екологічні основи

раціонального водокористування. Київ : Генеза, 1997.

60.Гідравліка, гідро- та пневмоприводи : підручник / за ред. О. Ф. Дащенка. Одеса : Астропринт, 2012.

61.Кисельов П. Г. Довідник з гідравлічних розрахунків. Київ : Будівельник, 1972.

62.Чугаєв Р. Р. Гідравліка. Ленінград : Енергоатоміздат, 1982.

63.Шевченко Т. О., Ковальчук В. В. Насоси і насосні станції : навчальний посібник. Київ : Аграрна освіта, 2011.

64.Довідник з механізації будівництва / за ред. М. П. Марченка. Київ : Будівельник, 1989.

65.Технологія будівельного виробництва : підручник / за ред. В. К. Черненка, М. Г. Ярмоленка. Київ : Вища школа, 2002.

66.Організація будівництва : підручник / за ред. С. А. Ушацького. Київ : Кондор, 2007.

67.Технологія і організація будівельного виробництва : навчальний посібник / В. К. Черненко, М. Г. Ярмоленко, Г. М. Батура та ін. Київ : КНУБА, 2010.

68.ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012.

69.Державні санітарні норми та правила утримання територій населених місць : ДСанПіН 145-2011. Київ, 2011.

70.Офіційний сайт Державного агентства водних ресурсів України. URL: https://www.davr.gov.ua

71.Офіційний сайт Дніпропетровської обласної військової адміністрації. URL: https://adm.dp.gov.ua

72.Офіційний сайт Українського гідрометеорологічного центру. URL: https://meteo.gov.ua

73.Публічна кадастрова карта України. URL: https://map.land.gov.ua

74.Google Maps. Картографічні матеріали району розташування зрошувального масиву ТОВ «Прогрес». URL: https://www.google.com/maps

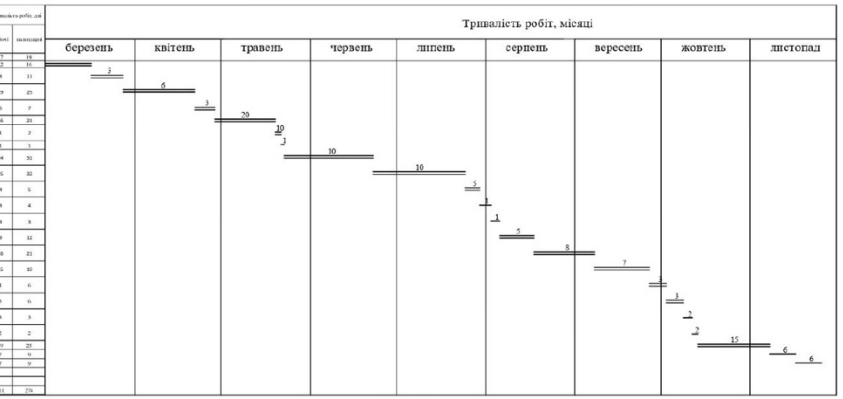
75.Програмний комплекс АВК-5. Автоматизований випуск кошторисної документації. Керівництво користувача. Київ : ТОВ «АВК Созидатель», 2024.

ДОДАТКИ

Додаток А

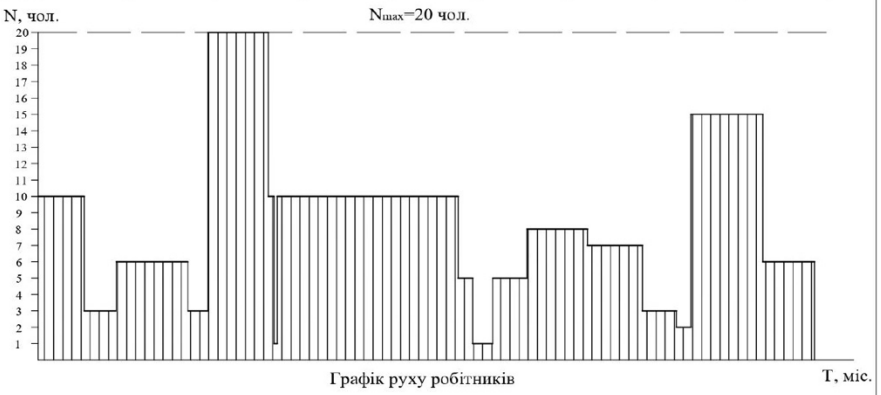
Календарний план виробництва робіт з реконструкції зрошувального масиву

№ п/п	Найменування робіт, захід. виконання	Обсяг робіт		Трудоміст. ЕНВ	Тривалість		Машини				Робітники				Число змін роботи	Тривалість робіт, дні	
		Одиниці вимірювання	Кількість		люд.-год.	маш.-год.	Тип, марка	Одиниці машини	Кількість маш. годин по нормі	Кількість маш. годин прийнято	Професія	кількість				робочі	календарні
													людино-днів по нормі	людино-днів прийнято			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Підготовчий період	%	10									15	265,47	3418,0	2	12	16
2	Зняття родючого грунту бульдозером потужністю 96 кВт (130 к.с.)	м3	38001	1-26-5	-	12,34	Коматсу D39EX	91,84	4418,96	5	маш. 6-го р.	1	51,06	49,24	2	8	11
3	Планування площ бульдозером потужністю 79 кВт (108 к.с.) в 1 слоєм	м2	42000	1-30-2	-	11,48	Коматсу D39EX	270,17	225,71	9	маш. 6-го р.	6	-	-	2	19	25
4	Розробка мінерального грунту з транзитної вантажної траси з об'ємом ковша 1,5 м3	м3	27542	1-12-2	9,93	10,88	ЕО-4121А	269,61	178,17	3	маш. 6-го р.	3	94,45	92,40	2	5	7
5	Розробка грунту вручну (зачистка дна траншей)	м3	3000	1-166-2	261,80	-	-	-	-	-	вимт. 2 гр.	20	1003,20	951,32	2	16	21
6	Розробка грунту вручну в траншеях під стінки труб	м3	78	1-166-2	261,80	-	-	-	-	-	вимт. 2 гр.	10	35,50	34,25	2	1	2
7	Розробка грунту з кп зливних колодязів	м3	223	1-12-2	9,93	10,88	ЕО-4121А	1,70	1,84	1	маш. 6-го р.	1	0,28	0,35	1	1	1
8	Розбирання трубопроводів водовипускання діаметром труб діаметром 426 мм	км	3,402	16-1-3	117,30	0,09	НС-4572ОА	0,37	0,31	1	маш. 6-го р., монт. 5,4 р.	10	409,05	479,08	2	14	20
9	Розбирання з/б трубопроводів водовипускання діаметром 300 мм	км	3,571	16-1-5	117,30	0,09	НС-4572ОА	0,38	0,33	5	маш. 6-го р., монт. 5,4 р.	10	520,48	493,63	2	15	22
10	Розбирання з/б трубопроводів водовипускання діаметром 600 мм	км	0,302	16-1-8	117,30	0,08	НС-4572ОА	0,08	0,08	3	маш. 6-го р., монт. 5,4 р.	1	44,06	42,06	2	4	5
11	Зняття гідрантів ДМ	шт	35	16-1-8	4,43	-	НС-4572ОА	-	-	-	маш. 6-го р.	1	9,82	9,35	1	3	4
12	Зняття кінгстів	шт	10	15-1-6	2,23	-	НС-4572ОА	-	-	-		1	2,79	2,85	1	3	3
13	Укладання трубопроводів із поліетиленових труб діаметром 315мм	км	1,007	22-11-9	600,00	100,31	НС-4572ОА	38,13	32,40	3	маш. 6-го р., монт. 5,4 р.	3	96,30	93,43	2	9	12
14	Укладання трубопроводів із поліетиленових труб діаметром 400мм	км	4,31	22-11-17	336,01	253,97	НС-4572ОА	210,90	94,91	3	маш. 6-го р., монт. 5,4 р.	8	279,35	302,00	2	10	21
15	Укладання трубопроводів із поліетиленових труб діаметром 500мм	км	2,003	22-11-18	581,98	265,65	НС-4572ОА	80,80	75,79	3	маш. 6-го р., монт. 5,4 р.	7	260,50	308,20	2	15	10
16	Монтаж оглядових колодязів	шт	15	25-41-1	146,71	55,25	НС-4572ОА	13,35	8,80	2	такел. 4 р., монт. 5,4 р.	3	37,51	36,13	2	4	6
17	Монтаж оголовків	шт	15	25-30-1	10,32	9,20	НС-4572ОА	17,20	14,67	1	такел. 4 р., монт. 5,4 р.	2	30,06	29,03	2	5	6
18	Монтаж оцинковок	шт	15	25-37-3	2,91	3,15	НС-4572ОА	0,27	0,23	1	такел. 4 р., монт. 5 р.	2	5,60	5,38	1	3	3
19	Монтаж запобіжників	шт	10	25-39-1	2,59	3,05	НС-4572ОА	0,08	0,07	1	такел. 4 р., монт. 5 р.	2	3,24	3,08	1	2	2
20	Чистове знятие грунтосуміші	м3	3303	1-166-2	161,26	-	-	-	-	1	монт. 5 р.	15	509,41	503,81	2	19	25
21	Планування площин таванні пустоти	м3	27542	1-23-5	-	13,69	Коматсу D39EX	53,10	42,92	6	такел. бетер.	6	-	-	1	7	9
22	Підвищення родючого шару	м3	29001	1-27-1	-	12,53	Коматсу D39EX	53,02	43,92	6	такел. бетер.	6	-	-	1	7	9
23	Непередбачені	%	5		97,53	28,41		27,14	22,93				111,68	105,40			
24	Ймовірність	%	5		143,80	77,41		40,07	38,81				180,07	175,82			
25	Всього				2957,12	983,34		981,49	766,27	87		108	3446,93	3278,58		211	274



Техніко-економічні показники календарного плану

№	Показники	Одиниці вимірювання	Значення
1	Загальна трудомісткість по нормі	люд.-дн.	3446,93
2	Загальна трудомісткість за планом	люд.-дн.	3274,58
3	Тривалість робіт	робочі дні	211
4	Тривалість робіт	календ. дні	274
5	Підвищення продуктивності праці	%	5
6	Норма виробітку	%	105



Графік руху робітників

Додаток В

Таблиця 4.1 – Календарний план виробництва робіт з реконструкції закритої зрошувальної мережі

№ з/п	Найменування роботи, умови їх виконання	Обсяг роботи		Параграф РЕКН	Норматив		Машини				Робітники				Число змін в добу	Тривалість робіт, дні	
		одиниці вимірю-вання	кількість		люд.-год.	маш.-год.	тип, марка	кіль-кість машин	кількість маш.змін		спеціаль-ність	кількість				робочі	кален-дарні
									по нормі	прийнята		людей на добу	людино-днів по нормі	людино-днів прийнята			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Підготовчий період	%	3														
1.	Розроблення грунту бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] з переміщенням грунту до 10 м, група грунтів 1	$м^3$	33,6	1-24-5	-	12,342	бульдозер	3	51,84	44,06	машиніст	3	51,84	49,24	2	8	11
2.	Планування площ бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] за 1 прохід	$м^2$	42	1-30-2	-	51,48	бульдозер	1	270,27	229,73	машиніст	1	-	-	2	19	25
3.	Розроблення грунту у відвал екскаваторами "драглайн" або "зворотна лопата" з ковшом місткістю 1 [1-1,2] $м^3$, група грунтів 2	$м^3$	27,542	1-12-2	9,93	60,8838	екскаватор	3	209,61	178,17	машиніст	3	34,19	32,48	2	5	7
4.	Розробка грунту вручну в траншеях глибиною до 2 м без кріплень з укосами, група грунтів 2	$м^2$	30,6	1-164-2	261,8	-	-	-	-	-	робітники	25	1001,39	951,32	2	19	25
5.	Розробка грунту вручну в приямках під стики труб, група грунтів 2	$м^3$	0,78	1-164-2	261,8	-	-	-	-	-	робітники	1	25,53	24,25	2	12	16
6.	Розроблення грунту в котлованах під колодязі у відвал екскаваторами "драглайн" або "зворотна лопата" з ковшом місткістю 1 [1-1,2] $м^3$, група грунтів 2	$м^3$	0,223	1-12-2	9,93	60,8838	екскаватор	1	1,70	1,44	машиніст	1	0,28	0,26	1	1	1
7.	Розбирання трубопроводів водопостачання зі сталевих труб діаметром 426 мм	м	34,02	16-1-5	117,35	0,0861	кран	1	0,37	0,31	машиніст, монтажник	10	499,03	474,08	2	24	31
8.	Розбирання з/б трубопроводів водопостачання діаметром 500 мм	м	35,71	16-1-5	117,35	0,0861	кран	5	0,38	0,33	машиніст, монтажник	10	523,82	497,63	2	25	32
9.	Розбирання з/б трубопроводів водопостачання діаметром 600 мм	м	3,02	16-1-5	117,35	0,0831	кран	3	0,03	0,03	машиніст, монтажник	5	44,30	42,08	2	4	5

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
10.	Знімання гідрантів ДМ	шт	6	15-5-5	4,42	-	-	-	-	-	монтаж-ник	1	3,32	3,15	1	3	4
11.	Знімання вантузів чавунних одинарних діаметром 50 мм	шт	10	15-5-6	2,23	-	-	-	-	-	монтаж-ник	1	2,79	2,65	1	3	3
12.	Укладання трубопроводів із поліетиленових труб діаметром 355 мм з гідравличним випробуванням	м	1,607	22-11-8	489,6	190,306	кран	3	38,23	32,49	машиніст, монтаж-ник	5	98,35	93,43	2	9	12
13.	Укладання трубопроводів із поліетиленових труб діаметром 400 мм з гідравличним випробуванням	м	4,11	22-11-17	538,61	215,869	кран	5	110,90	94,27	машиніст, монтаж-ник	8	276,71	262,88	2	16	21
14.	Укладання трубопроводів із поліетиленових труб діаметром 500 мм з гідравличним випробуванням	м	2,683	22-11-18	653,58	265,65	кран	3	89,09	75,73	машиніст, монтаж-ник	7	219,19	208,23	2	15	19
15.	Улаштування круглих колодязів зі збірного залізобетону у сухих ґрунтах	$м^3$	1,5	22-41-1	146,71	55,2154	кран	2	10,35	8,80	машиніст, монтаж-ник	3	27,51	26,13	2	4	6
16.	Установлення стальних засувок або клапанів зворотних діаметром 400 мм	шт	15	22-36-7	16,32	9,2029	кран	1	17,26	14,67	машиніст, монтаж-ник	3	30,60	29,07	2	5	6
17.	Установлення гідрантів ДМ	шт	15	22-37-3	2,91	0,1463	кран	1	0,27	0,23	машиніст, монтаж-ник	2	5,46	5,18	2	3	3
18.	Установлення вантузів одинарних	шт	10	22-37-1	2,59	0,0665	кран	1	0,08	0,07	машиніст, монтаж-ник	2	3,24	3,08	2	2	2
19.	Засипка вручну траншей, пазух котлованів і ям, група ґрунтів 2	$м^3$	29,02	1-166-2	165,24	-	-	1	-	-	робітники	15	599,41	569,44	2	19	25
20.	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 2	$м^3$	29,51	1-27-5	-	13,6884	бульдозер	6	50,49	42,92	машиніст	5	-	-	1	7	9

Продовження додатку В

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
21.	Відновлення рослинного шару грунту бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] з переміщенням грунту до 5 м, група грунтів 1	$м^3$	33,6	1-27-4	-	12,0516	бульдозер	6	50,62	43,02			-	-	1	7	9
Невраховані витрати		%	3		87,53	28,44			27,04	22,99			103,41	98,24			
Ліквідаційні витрати		%	5		145,89	47,40			45,07	38,31			172,35	163,73			
Разом		-	-		2917,72	948,04		49	901,49	766,27		109	3446,93	3274,58		211	274

Додаток Г

Таблиця 4.2 – Калькуляція трудових витрат і заробітної плати

№ п/п	Найменування робіт	Одиниця виміру	Кількість	Параграф РЕКН	Норматив		Трудомісткість		Склад ланки	Середній розряд	Сфу	Зарплата, тис.грн
					чол-год	маш-год	чол-дні	маш-дні				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Зрізка рослинного грунту бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.]	$м^3$	33,6	1-24-5	-	12,342	-	51,84	машиніст	6	69,57	28850
2	Планування площ бульдозерами потужністю 79кВт [108 к.с.] за 1 прохід	$м^2$	42	1-30-2	-	51,48	-	270,27	машиніст	6	69,57	150420
3	Розробка мінерального грунту в траншеї екскаваторами "зворотна лопата" з ковшом місткістю 1 $м^3$	$м^3$	27,542	1-12-2	9,93	60,8838	34,19	209,61	машиніст	6	69,57	19027
4	Розробка грунту вручну в траншеях глибиною до 2 м	$м^2$	30,6	1-164-2	261,8	-	1001,39	-	робітник	2	42,18	337876
5	Розробка грунту вручну в приямках під стики труб	$м^3$	0,78	1-164-2	261,8	-	25,53	-	робітник	2	42,18	8613

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6	Розроблення грунту в котлованах під колодязі	$м^3$	0,223	1-12-2	9,93	60,8838	0,28	1,70	машиніст	6	69,57	154
7	Розбирання трубопроводів водопостачання зі сталевих труб діаметром 426 мм	м	34,02	16-1-5	117,35	0,0861	499,03	0,37	машиніст, робітник, монтажник	5	59,87	239012
8	Розбирання з/б трубопроводів водопостачання діаметром 500 мм	м	35,71	16-1-5	117,35	0,0861	523,82	0,38	машиніст, робітник, монтажник	6	69,57	291535
9	Розбирання з/б трубопроводів водопостачання діаметром 600 мм	м	3,02	16-1-5	117,35	0,0831	44,30	0,03	машиніст, робітник, монтажник	6	69,57	24655
10	Знімання гідрантів ДМ	шт	6	15-5-5	4,42	-	3,32	-	монтажник	4	51,88	1376
11	Знімання вантузів чавунних	шт	10	15-5-6	2,23	-	2,79	-	монтажник	4	51,88	1157
12	Укладання трубопроводів із поліетиленових труб діаметром 355 мм	м	1,607	22-11-8	489,6	190,306	98,35	38,23	машиніст, монтажник	5	59,87	47104
13	Укладання трубопроводів із поліетиленових труб діаметром 400 мм	м	4,11	22-11-17	538,61	215,869	276,71	110,90	машиніст, монтажник	5	59,87	132532

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
14	Укладання трубопроводів із поліетиленових труб діаметром 500 мм	м	2,683	22-11-18	653,58	265,65	219,19	89,09	машиніст, монтажник	5	59,87	104984
15	Монтаж оглядових колодязів	$м^3$	1,5	22-41-1	146,71	55,2154	27,51	10,35	машиніст, монтажник	5	59,87	13175
16	Установлення стальних засувок	шт	15	22-36-7	16,32	9,2029	30,60	17,26	машиніст, монтажник	5	59,87	14656
17	Монтаж гідрантів ДМ	шт	15	22-37-3	2,91	0,1463	5,46	0,27	машиніст, монтажник	5	59,87	2613
18	Монтаж вантузів одинарних	шт	10	22-37-1	2,59	0,0665	3,24	0,08	машиніст, монтажник	5	59,87	1551
19	Часткова засипка траншеї вручну	$м^3$	29,02	1-166-2	165,24	-	599,41	-	робітник	2	42,18	202246
20	Повна засипка траншеї грунтом	$м^3$	29,51	1-27-5	-	13,6884	-	50,49	машиніст	6	69,57	28102
21	Відновлення рослинного шару ґрунту бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.]	$м^3$	33,6	1-27-4	-	12,0516	-	50,62	машиніст	6	69,57	28171
Разом					2917,72	948,041	3395,09	901,491		4,9		1677808