

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології

Кафедра водогосподарської інженерії

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри водогосподарської  
інженерії, доцент  
\_\_\_\_\_ Андрій ТКАЧУК  
«\_\_» грудня 2023 р.

**Пояснювальна записка**

до дипломної роботи

другий (магістерський) рівень вищої освіти

на тему: «Проект зрошення стічними водами в приватному підприємстві  
"Перемога АВК" Дніпровського району Дніпропетровської області»

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу,  
групи МгБЦІ-1-22

Спеціальність – 192 «Будівництво і цивільна інженерія»

Освітня програма «Гідромеліорація»

Марк ЯГОДІН \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник : доц. Доценко В.І. \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Рецензент:

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

**Дніпровський державний аграрно-економічний університет**  
Факультет водогосподарської інженерії та екології  
Кафедра водогосподарської інженерії  
другий (магістерський) рівень вищої освіти  
Спеціальність – 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
Освітня програма «Гідромеліорація»

**З А Т В Е Р Д Ж У Ю :**  
Зав. кафедрою водогосподарської  
інженерії  
доц. \_\_\_\_\_ Андрій Ткачук  
«\_\_» грудня 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я**

на дипломну роботу здобувачу вищої освіти  
Ягодіна Марка Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи «Проект зрошення стічними водами в приватному підприємстві  
"Перемога АВК" Дніпровського району Дніпропетровської області»

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

затверджена наказом по агроуніверситету від «10» грудня 2023 р. № 3058

1. Термін здачі закінченої роботи : «\_15\_»\_грудня\_2023\_р.
2. Вихідні дані до роботи: Топографічні вишукування ділянки проектування. Довідникові матеріали щодо природно-кліматичних умов району проектування. Матеріали ГІС-порталів та технологій для візуалізації об'єкту дослідження та обробки даних ДЗЗ (EOS, <https://eos.com/landviewer/>).
3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити): Вступ. 1. Природні умови регіону проектування . 2. Характеристика сільськогосподарського виробництва. 3. Розрахунок режиму зрошення сільськогосподарських культур. 4. Проектування і розрахунок регулюючої ємкості. 5. Організація і технологія будівництва. 7. Охорона праці в галузі. 7. Економічна ефективність проекту. Висновки. Література. Додатки.
4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 1. Презентація в середовищі Power Point: постановча частина дипломної роботи; природно кліматичні умови, результати досліджень, креслення, висновки.

## 5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

## 6. Дата видачі завдання: «15» вересня 2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Природні умови регіону проєктування	9.09.2023 р.	
2	Характеристика господарської діяльності	1.10.2023 р.	
3	Характеристика та методи очищення стічних вод підприємства	1.11.2023 р.	
4	Режим зрошення і техніка поливу сільськогосподарських культур	15.11.2023 р.	
5	Організація і технологія будівництва регулюючого басейну	1.12.2023 р.	
6	Економічна ефективність зрошення тваринницькими стічними водами	1.12.2023 р.	
7	Охорона праці в галузі	5,12,2023 р,	
7	Вступ. Висновки. Креслення. Презентація в PowerPoint 01.06.2023 р.	10.12.2023 р.	
8	Поточний контроль виконання ДП за планом	05.12.2023 р.	
9	Передзахист ДП на кафедрі	15.12.2023 р.	
10	Представлення ДП на рецензію	18.12.2023 р.	

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_

(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ / \_\_ Доценко В.І. \_/

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота охоплює вступ, 7 розділів, практичні рекомендації, висновки та перелік посилань. Загальний обсяг роботи складає 87 сторінок друкованого тексту, включаючи в себе 6 рисунків та 20 таблиць, 7 додатків. Перелік посилань включає 30 найменування.

Мета кваліфікаційної роботи магістра - вивчення ефективності та можливостей використання тваринницьких стічних вод у сфері зрошення, з метою забезпечення сталого розвитку, оптимізації використання водних ресурсів та зменшення впливу сільськогосподарських відходів на навколишнє середовище.

Об'єкт дослідження – процес зрошення стічними водами сільськогосподарських полів.

Предмет роботи – проектування регулюючого басейну для зрошення тваринницькими стічними водами в приватному підприємстві «Перемога АВК».

Методи дослідження – територіальне обстеження, агротехнічні дослідження, соціально-екологічні дослідження, економічний аналіз.

Практичне значення: оцінка якості тваринницьких стічних вод для зрошення.

Ключові слова : ТВАРИННИЦЬКІ СТІЧНІ ВОДИ, ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ, ОПТИМІЗАЦІЯ ЗЕМЕЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА, МЕТОДИ ВИКОРИСТАННЯ СТІЧНИХ ВОД, ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЗРОШЕННЯ.

## ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ПРИРОДНІ УМОВИ РЕГІОНУ ПРОЄКТУВАННЯ.....	8
1.1 Місцезнаходження та рельєф.....	8
1.2 Кліматичні умови регіону.....	8
1.3 Геологічні та гідрогеологічні умови.....	11
1.4 Ґрунтовий покрив.....	12
РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.....	15
2.1 Опис діяльності ПП «Перемога АВК».....	15
2.2 Рослинництво.....	16
2.3 Тваринництво.....	17
РОЗДІЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ТА МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ПІДПРИ- СМСТВА.....	20
3.1 Характеристика стічних вод.....	20
3.2 Якість січних вод.....	21
3.3 Технологія очистки стічних вод.....	24
3.4 Використання стічних вод на ЗПЗ.....	26
3.4.1 Особливості поливного режиму.....	27
3.4.2 Особливості обробітку ґрунту стічними водами.....	30
3.4.3 Сівба і догляд за культурами.....	32
3.4.4 Особливості застосування добрив.....	32
3.5 Вплив стічних вод на родючість ґрунту.....	34
3.6 Ефективність зрошення стічними водами.....	35
3.7 Проектування зрошувальних систем з використанням тваринницьких стоків.....	36
3.7.1 Розрахунок добового виходу екскрементів від однієї тварини.....	38
3.7.2 Розрахунок зрошувальної норми за виходом біогенних речовин.....	39
3.7.3 Розрахунок потрібної площі землеробських полів зрошення.....	42
РОЗДІЛ 4 РЕЖИМ ЗРОШЕННЯ І ТЕХНІКА ПОЛИВУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР.....	44
4.1 Вибір року забезпеченості.....	44
4.2 Визначення норм і строків поливу.....	47
4.3 Обґрунтування способу і техніки поливу.....	49
4.4 Технічні характеристики дощувальних машин.....	54
4.5 Графік поливу запроєктованої сівозміни.....	56
4.6 Розрахунок ємкості регулюючого басейну.....	58
РОЗДІЛ 5 ОРГАНІЗАЦІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА РЕГУЛЮЮЧОГО БАСЕЙ- НУ.....	61
5.1 Визначення об'ємів земляних та монтажних робіт.....	61
5.2 Комплексний розрахунок бригади будівельників.....	62
5.3 Методи та технології будівельних робіт.....	64
5.4 Кошторисна вартість будівництва ділянки зрошення.....	66
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ В ГАЛУЗІ.....	67
РОЗДІЛ 7 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗРОШЕННЯ ТВАРИННИЦЬКИМИ СТІЧ- НИМИ ВОДАМИ.....	72
7.1 Техніко-економічні показники проєктування.....	72
ВИСНОВКИ.....	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	79
ДОДАТКИ.....	81

## ВСТУП

В умовах сучасного сільськогосподарського виробництва, проблеми пов'язані з обробкою та утилізацією стічних вод відіграють особливу увагу, оскільки вони можуть впливати на різноманітні аспекти агропромислового сектору, зокрема на галузь тваринництва. Однією з перспективних технологічних альтернатив для вирішення цієї проблеми є використання стічних вод для зрошення сільськогосподарських угідь. Ця тема стає все більш актуальною в контексті збалансованого та екологічно стійкого використання ресурсів у сільському господарстві.

Наукове дослідження та розробка зрошення тваринницькими стічними водами представляє собою важливий аспект для сталого розвитку та оптимізації агропромислового виробництва. Використання стічних вод в тваринницькому зрошенні може бути ефективним методом управління водними ресурсами та одночасно сприяти зменшенню впливу відходів на навколишнє середовище.

Дипломний проєкт присвячений дослідженню можливостей та ефективності використання стічних вод для зрошення агропромислових угідь. У цьому контексті розглядаються технічні, екологічні та економічні аспекти використання такого підходу у практиці сільськогосподарського виробництва. Аналіз і вивчення впливу зрошення тваринницькими стічними водами на якість ґрунтів, врожайність та здоров'я людей і тварин є ключовими питаннями, які детально розглядаються у даній роботі.

Під час дослідження можна розглядати такі аспекти, як оптимальні технічні рішення для зрошення, визначення оптимальних доз та методів внесення стічних вод, вивчення можливих ризиків та переваг для рослин, тварин та навколишнього середовища.

Важливим етапом такої дослідницької роботи буде аналіз порівняльних даних щодо продуктивності, якості продукції та ефективності витрат в порів-

нянні з традиційними методами зрошення та використанням мінеральних добрив.

Метою дипломної роботи є вивчення ефективності та можливостей використання тваринницьких стічних вод у сфері зрошення, з метою забезпечення сталого розвитку, оптимізації використання водних ресурсів та зменшення впливу сільськогосподарських відходів на навколишнє середовище.

Об'єкт дослідження – процес зрошення стічними водами сільськогосподарських полів.

Предмет роботи – проектування регулюючого басейну для зрошення тваринницькими стічними водами в приватному підприємстві «Перемога АВК».

Завдання дипломної роботи:

- оцінка якості стічних вод, провести аналіз та характеристику складу стічних вод, які використовуються для зрошення тваринницьких угідь;
- технічне обґрунтування зрошення, розглянути технічні аспекти та оптимальні параметри систем зрошення з використанням стічних вод;
- ефективність використання: Оцінити вплив зрошення тваринницькими стічними водами на різноманітні аспекти, такі як врожайність, якість продукції, здоров'я тварин і якість ґрунту;
- економічна оцінка: Розрахувати витрати та прибуток від впровадження даного методу зрошення та порівняти його з традиційними методами;
- вивчення екологічних аспектів: Оцінити вплив зрошення тваринницькими стічними водами на біорізноманіття, якість ґрунту та водних ресурсів.

Спрямованість на збалансованість технічних, екологічних та економічних аспектів дозволяє здійснити комплексний підхід до дослідження, враховуючи різні фактори та їх взаємозв'язок.

## РОЗДІЛ 1 ПРИРОДНІ УМОВИ РЕГІОНУ ПРОЄКТУВАННЯ

### 1.1 Місцезнаходження та рельєф

«Територія проєктування знаходиться біля села Чумаки, фізико-географічно розташована на Придніпровській долині, в центрі Дніпропетровської області. Від обласного центру міста Дніпро територіально віддалена на відстань – 25 км.» [1]

Область дослідження знаходиться на Українському щиті зі схилами.

Рельєф місцевості рівнинний, злегка хвилястий. Середні висоти проєктної ділянки становлять 170 м.

Лівобережна частина Дніпропетровської області вивчення, де, безпосередньо і розташована село Чумаки, знаходиться на території Придніпровської долини С

Загалом район розташування проєктування яскраво висічений ярами, балками та знаходиться в безпосередній близькості до долин річок Чаплинка і Кільчень.

### 1.2 Кліматичні умови регіону

Регіон проєктування часто зазнає посушливих умов у весняний час та на початку літа, які посилюються завдяки суховіям. Згідно агро-кліматичного районування України, область дослідження розташована у зоні, що відзначається посушливістю та високими температурами. Ці кліматичні особливості є сприятливими для вирощування різних зернових, таких як озима пшениця, ячмінь, кукурудза та інші. Крім цього, регіон ідеально підходить для вирощування цукрових буряків, соняшнику, баштанних культур, розвитку овочів-



ництва, а також для розведення худоби. Кліматичні умови досліджуваної області та сприяють розвитку промисловості та сільського господарства.

«Річний цикл опадів неоднорідний. Протягом теплих місяців випадає більшість дощів, становлячи 75–80 % від загальної кількості опадів за рік. Навпаки, взимку лише 10–25 % опадів додається до річного показника.» [1]

Упродовж року середньо відзначається 111 днів з рідкими опадами. Тверді опади, відзначені за декілька років спостережень, випадають протягом 44 днів на рік, а змішана форма опадів припадає в середньому на 23 дні на рік.

«Таблиця 1.1 Середня декадна та місячна сума атмосферних опадів (за даними метеостанції Дніпро).

Декада	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
1	19	10	13	11	13	14	21	9	14	7	11	16	
2	13	17	9	15	17	27	17	13	10	11	14	21	
3	13	9	12	13	16	18	18	15	12	14	17	15	
Сума	45	36	34	39	46	59	56	37	36	32	42	52	514

» [1]

Зима зазвичай триває від 70 до 100 днів, але стабільний сніговий покрив не є таким постійним явищем, як це може здатися на перший погляд. З настанням березня температура швидко піднімається. Весна часто приносить невелику кількість опадів, де в квітні-травні випадає в середньому лише 20–30 мм дощу на місяць.

Щодо літа, то ця пора року виявляється досить жаркою, з більш ніж 130–140 днями, коли температура перевищує 30 °С. Також характерний для літа період без дощів, який може тривати від 81 до 100 днів.

На початку осені в Дніпропетровському регіоні домінують сухі вітри та мало опадів. Але з приходом пізньої осені спостерігається зміна погодних умов: збільшується відносна вологість повітря, тоді як її абсолютний показник спадає [2].

Тривалість періоду вегетації, коли немає заморозків, у середньому становить 185 днів на рік. Липень є найвологішим місяцем, у той час як березень є найсухішим. Літом 80% річної кількості опадів припадає на місяць липень,

а зимою опади у вигляді снігу більше випадають на сході регіону, ніж на заході. Вологість повітря у липні зменшується від 66 % до 62 % у південно-східному напрямку, в січні вона становить 84-81 %. Літом переважають західні та північно-західні вітри, взимку – східні та північно-східні.

Вплив вітру на досліджувану територію зумовлений як рельєфом та характером ґрунтового покриву, так і атмосферою циркуляцією над нею.

«Таблиця 1.2 Повторюваність напрямків вітру і штилю (за даними метеостанції Дніпро).

Напрямок	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
Пн	9	12	11	11	15	14	17	15	15	12	8	8	12,3
ПнС	13	10	9	13	16	15	9	11	13	13	13	16	12,6
С	10	11	12	12	12	10	6	8	5	9	20	15	10,8
ПдС	15	18	13	15	10	11	5	7	9	11	18	19	12,6
Пд	15	13	19	17	15	13	9	12	17	13	16	16	14,6
ПнЗ	13	12	11	10	10	9	8	7	10	13	9	8	9,9
З	9	9	8	8	7	8	15	13	12	11	6	6	9,3
ПнЗ	16	15	17	14	15	20	21	27	19	18	10	12	17,0
Штиль	12	12	12	15	15	19	21	24	26	20	13	13	16,8

» [1]

Підвищена температура повітря та тривала відсутність опадів у теплий період року можуть спричинити різні види посушливого періоду, такі як весняні, літні та осінні посухи. Весняні посухи, для району дослідження зазвичай виявляються в квітні – червні.

Район проектування регулярно стикається з посухами, які відзначаються періодичністю кожні 2-3 роки. Ці посухи суттєво ушкоджують сільське господарство, особливо небезпечні вони навесні під час інтенсивної вегетації рослин [2].

Характер вітрів на досліджуваній території залежить від рельєфу та особливостей підстилаючої місцевості, а також від розподілу атмосфери циркуляції, також властиві сезони з недостатнім опаданням у весняний та перший період літа, які підсилюються сухими вітрами, відомими як суховії.

Найвища швидкість вітру спостерігається у лютому-березні, досягаючи середнього показника 5,1 м/с, тоді як найнижча швидкість вітру припадає на літні місяці, з середнім значенням 3,9 м/с у липні. Загальний багаторічний

середній показник швидкості вітру становить 4,5 м/с. Протягом багатьох років переважають вітри з північного, північно-східного та західного напрямків. Штиль відзначається невеликою частотою, триваючи 11 днів щороку за багаторічними даними [5].

«Таблиця 1.3 Середня місячна та річна швидкість вітру (за даними метеостанції Дніпро).

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

» [2]

Протягом року в регіоні можливі різкі коливання температур, коли вона знижується або підвищується на 10–15 °С за короткий проміжок часу - один або два дні. Такі раптові зміни температур часто супроводжуються небезпечними погодними явищами.

«Таблиця 1.4 Середня декадна та місячна температура повітря (за даними метеостанції Дніпро).

Декада	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
1	-4,0	-4,6	-1,9	7,7	14,2	19,1	20,8	21,6	17,8	10,8	3,6	0,6	
2	-6,5	-4,1	0,1	9,0	16,6	19,1	21,7	20,9	15,3	8,8	2,5	-2,6	
3	-5,8	-3,5	3,8	11,6	18,3	20,6	21,3	18,9	13,0	5,8	1,3	-2,8	
Серед.	-5,4	-4,1	0,7	9,4	16,4	19,6	21,3	20,5	15,4	8,5	2,5	-2,0	8,6
Середній мінімум температури повітря													
	-8,8	-8,3	3,3	3,5	10,2	13,8	16,1	15,1	9,8	4,1	1,1	-6,2	3,7
Середній максимум температури повітря													
	-2,4	-1,5	4,3	14,2	22,0	25,4	28,2	27,4	21,7	13,8	5,3	-0,4	13,2
Абсолютний мінімум температури повітря													
	-33	-34	-27	-9	-2	3	8	5	-3	-18	-21	-26	-34
Абсолютний максимум температури повітря													
	13	14	22	30	34	38	39	40	35	31	23	14	40

» [3]

### 1.3 Геологічні та гідрогеологічні умови

Більша частина досліджуваної області знаходиться в межах Українського щита, і лише північні райони та крайня східна частина області прилягають до південно-східного борту Дніпровсько-Донецької западини. За геологічними умовами Дніпропетровська область поділяється на два субрегіони:

Український кристалічний щит (65% площі) та Дніпровсько-Донецька западина (решта 35%).

Геологічна структура регіону складається з протерозойських, протерозойських, палеозойських, мезозойських і кайнозойських порід [3].

Сарматські піски, глини та вапняки поширені на більшій території регіону. Четвертинні відклади в регіоні представлені суглинками, іноді заповненими шарами ґрунту. Верхня частина четвертинних відкладів зайнята суглинками, а нижня – важкими глинистими суглинками. Під четвертинними відкладами залягає шар червонувато-коричневої глини.

Ділянка дослідження розташована в межах Дніпровського артезіанського басейну, що характеризується наявністю потужних осадових порід з обмеженими водоносними горизонтами.

Рівень ґрунтових вод об'єкту проектування розташований між поверхневими водами неогенового періоду (зокрема у неоднорідних пісках і іноді вапняках), а також серед відкладів еоцен-олігоценової та неогенової ери (тут домінують неоднорідні піски, пісковики та вапняки). Ці води формуються завдяки тріщинам у докембрійських кристалічних породах, як-от граніти, гнейси та сланці, а також внаслідок їх вивітрювання, що включає пісковики та деревину. Є води, які знаходяться під природними заслонами і є захищеними від поверхневого впливу, та такі, що незахищені і відкриті для потенційного забруднення [5].

#### 1.4 Ґрунтовий покрив

Область дослідження вирізняється великим різноманіттям та важливістю природних ресурсів, що робить її однією з найбагатших областей в Україні. Більшість території області покрита родючими чорноземами, і наявна розвинута система водопостачання, що сприяє активному розвитку сільського господарства.

На території проєктування переважають чорноземно-лучні та просто лучні ґрунти. Чорноземно-лучні ґрунти утворились під впливом лучностепової рослинності на знижених ділянках вододілів із недалеким розташуванням ґрунтових вод. Їх відмінність від звичайних чорноземів полягає в потужному гумусовому шарі (70-150 см) та вищому вмісті гумусу. Основа для цих ґрунтів – лес, глини, елювії метаморфічних та осадових порід. Місцевість активно використовується для вирощування овочів та злаків[4].

Лучні ґрунти району проєктування формуються на низинних частинах вододільних та терасних районів з близьким розташуванням ґрунтових вод (1-3м) і під захистом різнотравно-осокової рослинності. В їх профілі присутні гумусовий, кілька перехідних шарів, включаючи оглеєний, та ґрунтоутворюючу породу. Залежно від механічної структури, вміст гумусу може досягати 0,6-7,0%. Більшість ґрунтів формується на лесових відкладах, але іноді зустрічаються також крейда, мергель та дельвіальні матеріали.

Звичайні чорноземи домінують серед ґрунтів Дніпропетровської області. Ці ґрунти характеризуються великими рівнинами і сусідніми схилами, особливо виділяються в північних, центральних та деяких південних зонах регіону. Розташовані на просторих масивах, ці чорноземи створюють практично єдиний ландшафт. Вони формувались на основі лесових ґрунтів та суглинках під впливом різних видів рослинності, включаючи трав'янисті рослини та ковила. Особливість формування таких ґрунтів – різні водні умови: від стабільних у центрі та на південному заході до тимчасово промивних на півночі, а також в зонах із системами зрошення [4].

Підземні води отримують своє живлення головним чином завдяки опадам, які попадають до ґрунту, і в період повеней вони також живляться поверхневими водами.

Збереження родючого ґрунту на сільськогосподарських ділянках та підтримання його родючості стають дедалі більшою проблемою. Велика розораність сільськогосподарських ділянок, надмірне використання однорічних культур та відсутність адекватних протиерозійних заходів на схилах суттєво

шкодять родючості чорноземів в області. Однією з найпоширеніших причин такого стану речей є велика розораність, виснаження ґрунту через постійну зміну однорічних культур і відсутність заходів щодо запобігання водній ерозії. У зв'язку з цим проводиться постійний моніторинг сільськогосподарських ділянок для оцінки родючості ґрунту, прогнозування та оброблення інформації про їх поточний стан, а також розробка обґрунтованих рекомендацій для запобігання негативним змінам стану земель.

Згідно із системою розподілу території України залежно від умов формування режиму підземних вод, Дніпропетровська область належить до зони нестійкого зволоження. У цій зоні зв'язок між режимом ґрунтових вод та кліматичними факторами менш виражений і залежить від метеорологічних умов

Аналіз результатів спостережень за рівнем підземних вод показує, що в природних умовах щороку спостерігається коливання високих і низьких рівнів підземних вод. Ці коливання пов'язані зі змінами вологості на поверхні землі, які зумовлені метеорологічними факторами. У 2022 році середньорічна температура повітря на території області була вищою на 1,51-1,82°C, ніж середньорічна норма і становила від 10°C до 11,32°C. Кількість опадів у 2022 році становила від 443 мм до 520 мм, що відповідає 50-69% річної норми опадів. Метеорологічні умови в 2023 році були менш сприятливими для поповнення запасів підземних вод порівняно з 2022 роком [6].

## РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

### 2.1 Опис діяльності ПП «Перемога АВК»

ПП "Перемога АВК" є активним підприємством, яке концентрує свою діяльність на вирощуванні великої рогатої худоби та рослинності на своїх та орендованих землях у Чумаківській сільській раді Дніпровського району Дніпропетровської області. Загальна площа земель, де функціонує ПП «Перемога АВК», становить 2197,5 га, з яких 1750 га використовують для зрошення [15].

Основний напрямок господарської активності полягає у вирощуванні зернових, технічних та кормових культур. Підприємство безперервно вдосконалює свої методики обробки землі, а також експериментує з підходами до культивування нових видів рослин, зокрема у кормовому сегменті.

Стратегічний курс ПП «Перемога АВК» полягає у підвищенні конкурентоздатності та ефективності в аграрному секторі. Це досягається завдяки зосередженню уваги на поліпшенні якості земель, збільшенню їх родючості, оптимізації структури землеволодіння та вдосконаленню сівозмін. Енергоефективні методики обробки ґрунту стають ключовими, а також акцент робиться на модернізації інженерних компонентів зрошувальних систем. Це не тільки покращує якість ґрунтів, але і гарантує збереження водних ресурсів у майбутньому в умовах глобальних проблем з водопостачанням. Основна мета — забезпечити споживачів високоякісним та екологічно чистим продуктом. Крім того, підприємство враховує свою соціальну відповідальність перед місцевою громадою та активно реалізує відповідні програми.

Процес вирощування зернових, бобових та соняшника починається з дискування, під час якого верхній шар ґрунту обробляється спеціалізованими агрегатами для його розпушення. Після цього проводиться культивация про-

міжних просторів між рядами. Далі відбувається забезпечення полів водою, внесення пестицидів, збір врожаю, після чого зерно та соняшник вивозяться з поля.

## 2.2 Рослинництво

Меліорація земель у всіх її аспектах є одним із основних методів для збереження та покращання родючості ґрунту. Дніпропетровська область розташована в регіоні з обмеженим доступом до вологи. Літні опади, переважно, є короткочасними зливами, і їх користь для землі обмежена. Ця ситуація створює невідгідний водний режим ґрунтів у вегетаційний період. Землі, які піддаються поливу, сприяють підвищенню врожайності сільськогосподарських культур та поліпшенню продуктивності земель, особливо в умовах негоди або екстремальних погодних умов [7].

Підвищення продуктивності у сільському господарстві області досягається завдяки основним факторам, таким як збільшення врожайності за допомогою вдосконалення землекористування, структури сівозмін, використання попередників, впровадження енергозберігаючих методів обробітку ґрунту, збільшення внесення мінеральних добрив, захисту рослин, розвитку селекції та насінництва.

«Основним видом діяльності підприємства є вирощування зернових сільськогосподарських культур. ПП «Перемога АВК», займається вирощуванням таких культур як, соняшник, ячмінь, пшениця, кукурудза, жито, соя. Посів усіх зернових культур на підприємстві виконують безпосередньо з урахуванням попередників – рослини, що були вирощені на цьому місці в попередні роки, мають значення для майбутнього вирощування. Постійно садити однакові рослини на одній ділянці не є доцільним, оскільки це може призвести до збіднення ґрунту та збільшення кількості шкідників, характерних для цієї культури.» [15]



Планування сівоzmіни базується на наукових принципах, враховуючи потреби рослин. Під час росту рослини не тільки використовують поживні речовини з ґрунту, але й можуть збагачувати його корисними елементами. Тому вирощування різних рослин з року в рік може сприяти покращенню умов для наступних культур.

Сучасні технології, які використовуються на ПП «Перемога АВК», розроблені таким чином, щоб враховувати потреби і вимоги сільськогосподарських культур на всіх етапах їхнього життєвого циклу, особливо у ключові моменти росту. Метою цих методів є максимізація врожайності кожного вида або гібриду, що в результаті гарантує надійний високий урожай, незалежно від неблагоприятних чи аномальних погодних умов в ростовому сезоні.

У 2022 році найбільший дохід було зароблено від продажу саме від рослинницької продукції, зокрема соняшника та кормової кукурудзи. У Дніпровській області підприємство є єдиною компанією, яка спеціалізується на вирощуванні кормових видів кукурудзи на території понад 900 гектарів, в тому числі на зрошуваних ділянках, де можливий збір врожаю двічі на рік.

### 2.3 Тваринництво

Тваринництво активно розширюється в досліджуваному господарстві. Діяльність з вирощування великої рогатої худоби приносить стабільний дохід компанії, виробляючи високоякісне молоко та м'ясо. Це також сприяє створенню робочих місць в селах [7].

На 2023 рік компанія включає в себе один комплекс для відгодівлі худоби (у с. Чумаки). До кінця 2022 року загальна кількість великої рогатої худоби досягла понад 700 голів, з них 100 голів дійної корови. Також активно розширюється напрямок виробництва м'яса яловичини. Підприємство налічує понад 200 поголів'я свиней, у тому числі 50 свиноматок.

Способи підтримки розвитку молочного скотарства в особистих господарствах населення включають створення сільськогосподарських кооперативів, які спеціалізуються на виробництві та продажу молока, а також розвиток невеликих родинних ферм. Це сприяє прямому розвитку малих і середніх підприємств у галузі молочного скотарства.

«Комплекс повністю відповідає стандартам санітарії, гігієни та екологічної безпеки. При плануванні розташування споруд було враховано необхідність дотримання санітарних відстаней від населених пунктів. Застосовані технології переробки гною не тільки гарантують повну санітарну безпеку, але й дозволяють використовувати його як високоякісне добриво. В комплексі встановлена строга система санітарного та ветеринарного нагляду, що забезпечує відмінні умови для утримання та догляду за тваринами.» [8]

Стійла на підприємстві призначені для розміщення та догляду за худобою та включають в себе годівницю, напувалку та гнойову канаву. Ці стійла зазвичай розташовані в паралельних рядах поздовж приміщення. У звичайних корівниках стійла також розміщені уздовж приміщення. Корм для тварин подається за допомогою пересувних або стаціонарних кормороздавачів. У випадку використання пересувних кормороздавачів, ширина кормового проходу становить не менше 2 м. Гній видаляється за допомогою транспортерів та вивозиться в тракторних причіпах. У корівниках такого типу застосовуються як молокопроводи для доїння, так і переносні відра.

Основні принципи технології фермерського господарства об'єкту дослідження включають:

- роздільне безприв'язне утримання підсисних телят в комфортних умовах з встановленою режимною годівлею;
- створення оптимальних умов для утримання худоби з використанням підстилки з глибокої підстилки.
- швидкий розвиток телят шляхом раннього введення рослинних кормів у раціон,

- використання інтенсивних методів відгодівлі молодняку при їх прив'язному утриманні і широке впровадження ефективних ресурсозберігаючих методів утримання худоби на культурних пасовищах влітку, з використанням спеціально вирощених екологічно чистих зелених кормів.

Підвищення середньодобових приростів від 10 % до 25 % та зменшення витрат на корми від 8 % до 15 % зафіксовані при використанні прив'язного утримання худоби на заключній відгодівлі.

Підвального гноєсховище, яке потребує видалення гною раз на рік за допомогою спеціальної машини для завантаження, включає в себе спорудження прямокутної структури зі залізобетону, яка протягом всього приміщення має ширину 5,3 м і глибину від 3,2 до 3,5 м. Спорудження корівника із підвальним зберіганням гною вимагає на 55 % більше бетону і 75 % більше сталі, ніж комплекси, де гній видаляється за допомогою самопливного методу.

## РОЗДІЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ТА МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ПІДПРИЄМСТВА

### 3.1 Характеристика стічних вод

Виробничі стічні води виникають під час процесів миття худоби, очищення приміщень і підлог, технологічних операцій. Ці стоки також включають у себе фекалії, сечу тварин та інші домішки.

Стічні води, які утворюються на фермерських підприємствах, зазвичай мають колір брудно-бурий, мають дуже низьку прозорість (1-2 см), вони можуть мати неприємний гнильний або сірководневий запах і велику концентрацію важкоосадного осаду. Ці води легко піддаються процесам гниття [8].

«При виливанні стічних вод в водойми з підприємств фермерської промисловості, на поверхні води часто формується жирова плівка, яка містить залишки гною, вовни та інших речовин. Це призводить до негативних наслідків, таких як зміна смаку та запаху води, втрата прозорості, зміна кольору. Також відбувається забруднення води бактеріями і можливе поширення інфекційних захворювань. На берегах та на дні водойм утворюються грибокві обростання, а осад води розкладається. Продукти розпаду та органічні речовини у стічних водах поглинають розчинений кисень у воді та погіршують фізико-хімічні властивості водойми.» 8].

У маловодних водоймах, наслідком скидання стічних вод, можуть виникнути проблеми з низьким рівнем води. Деякі невеликі річки, під впливом цих стічних вод, можуть перетворитися в забруднені канали, а непротічні водойми можуть стати відстійниками для брудних вод. [8]

Виливання стічних вод фермерської промисловості в водойми, призначені для рибальства, допускається тільки після повного біологічного очищення стічних вод та знищення патогенних мікроорганізмів, що можуть спричиняти захворювання.

При зрошенні стічними водами слід застосовувати заходи, щоб уникнути забруднення артезіанських вод; нагромаджувачі-змішувачі повинні мати протифільтраційні екрани. Під час експлуатації ЗПЗ необхідно регулярно контролювати хімічний склад стічних вод, а також рівень і стан підземних вод за допомогою гідрорежимних свердловин.

Використання стічних вод заборонене в областях, де відбувається виведення води з водоносних горизонтів, оскільки це може призвести до забруднення артезіанських вод. Розташування ЗПЗ також неприпустиме на територіях, які піддаються затопленню під час повені.

### 3.2 Якість стічних вод

Якість стічних вод є нестабільною і піддається змінам протягом років, сезонів і навіть впродовж доби. Хімічний склад та агрономічна цінність визначаються джерелом, що забезпечує відведення стічних вод. Склад стічних вод залежить не лише від відомчої приналежності підприємства-водокористувача, але і від технологій виробництва та методів очищення. Навіть на одному підприємстві різні цехи і виробництва формують стічні води з різним хімічним складом [9].

Стічні води, які не піддаються освітленню, можна використовувати для поливу в залежності від вегетаційного періоду і виду культур. У безвегетаційний період дозволяється поливати усі без винятку культури. У вегетаційний період можна здійснювати полив технічних, кормових і зернових культур, а також декоративних насаджень, багаторічних і однорічних трав за умови, що їх не будуть випасати. Полив вегетаційних культур слід припинити за певний період до збирання врожаю: за 2 місяці для плодових, за 20 днів для овочевих і за 14 днів для інших культур. Карантинний строк між останнім поливом і початком випасання пасовищного корму повинен бути не менше 14 днів. Збирані із зрошуваних ділянок овочі слід розміщувати на підстилці чи в тарі, а не на ґрунті.

Тваринницькі стоки представляють собою комбінацію рідкого гною, який виводиться з тваринницького комплексу шляхом гідравлічного процесу, кормових залишків і води, яка використовується для очищення та обробки продукції тварин [9].

Кількість та хімічний склад стічних вод від тваринницьких об'єктів можуть змінюватися в залежності не лише від віку тварин, їх раціону та умов утримання, але й від методу видалення гною, а також від використаної схеми підготовки та очищення стоків, що містять гній.

Характеристика стічних вод тваринницьких комплексів включає в себе концентрацію солей у діапазоні 1,3-2 г/л. Вони відзначаються високою удобрювальною цінністю, зокрема, вміст азоту може досягати 5000 мг/л, фосфору – 2500 мг/л, калію – 4500 мг/л. Також спостерігається сприятливе відношення катіону натрію до загальної суми катіонів кальцію і магнію.

«Тваринницьким стокам властива значну кількість патогенних мікроорганізмів, таких як збудники лептоспірозів, сальмонельозів, ящуру, туберкульозу, бруцельозу та інші. У 1 мл гноївки може міститися від 190 тис. до 23 млн. клітин кишкової палички, від 70 тис. до 2 млн. клітин дизентерійних бактерій, а також від 1,2 до 125 млн. клітин мікроорганізмів тифопаратифозних груп. Приблизно половина ідентифікованої мікрофлори представлена умовно-патогенними й патогенними формами, які можуть викликати серйозні інфекційні захворювання у тварин і людей.» [10]

Для боротьби з великою кількістю хвороботворних мікроорганізмів у тваринницьких стоках необхідно вживати спеціальні заходи з дезінфекції, при цьому найбільш раціональним вважається використання удобрювального зрошення.

Хімічні складові тваринницьких стоків швидко деградуються в ґрунті, при цьому втрати азоту у газоподібній формі становлять до 24%. З урахуванням високого вмісту аміачного азоту у стоках, їх використання для зрошення вимагає розбавлення. Ступінь розбавлення стоків чистою водою може коливатися від подвійного до десятиразового і більше.

Осад зі стічних вод тваринницьких комплексів має вищу удобрювальну цінність порівняно з гнієм, оскільки в ньому міститься від 2,9% до 4,5% азоту, від 1,2 % до 2,7 % фосфору і від 0,2 % до 0,5 % калію. Проте, при внесенні його до ґрунту, необхідно дотримуватися рекомендацій щодо максимально допустимих концентрацій шкідливих і поживних речовин в ґрунті та рослинах.

Вивчення та розробка технології використання стічних вод тваринницьких комплексів та їх твердого осаду у сільському господарстві стає важливим завданням через їх високу удобрювальну цінність [10].

«Таблиця 3.1 Вимоги до хімічного складу стічних вод, мг/л, при використанні їх для зрошення сільськогосподарських культур.

Показник	Ґрунти			
	Дерново-підзолисті	Сірі лісові	Чорноземи	Каштанові
pH	6,5-8,5	6,0-8,5	6,0-8,0	6,0-7,5
Сухий залишок	4000	3500	3000	2500
Na	400	300	250	200
K	200	150	100	100
Ca	800	600	450	600
Mg	250	200	200	150
Cl	400	350	300	250
SO <sub>4</sub>	550	450	400	300
N(загальний)	250	200	150	150

.» [11].

Використання осаду з промислових стоків спричиняє зростання концентрації токсичних важких металів, таких як свинець, цинк, мідь, кобальт, у ґрунті.

За ступенем ризику хімічні речовини поділяються на три категорії: високо небезпечні, до яких відносяться миш'як, кадмій, ртуть, селен, свинець, цинк, фтор; помірно небезпечні, до яких входять бор, кобальт, нікель, молибден, мідь, сурма, хром; та мало небезпечні, представлені барієм, ванадієм, вольфрамом, марганцем, стронцієм і ацетофеном.

Результати використання стічних вод в сільському господарстві в значній мірі визначаються видами культур, які вирощують на зрошуваних землях.

### 3.3 Технологія очистки стічних вод

Стічні води, які потрапляють на очищення, містять різноманітні забруднюючі речовини, які можуть бути мінерального, органічного або бактеріологічного походження. Ці речовини перебувають у вигляді розчинів, колоїдів та важких частинок [11].

Осад стічних вод представляє собою суспензії, які відділяються в процесі механічної, біологічної, фізико-хімічної або реагентної очистки стічних вод, він відзначається декількома характеристиками, включаючи його хімічний склад, вологість (відсоток води в складі), консистенцію (в'язкість та текучість). Також важливою є бактеріальна забрудненість осаду, яка включає наявність різних мікроорганізмів, таких як коки, палички, спіралі та яйця гельмінтів.

Властивості водовіддачі при видаленні води з осадів залежать від розміру твердих частинок у них. Зі збільшенням розміру цих частинок поліпшується процес механічного видалення води, тобто відціджування стає більш ефективним. В свіжих осадах, що знаходяться в первинних відстійниках, містяться частинки різного розміру: від 7 мм до 10 мм в кількості від 5 % до 20 % від сухої маси речовини, від 1 мм до 7 мм – від 9 % до 33 %, і частинки менші за 1 мм – від 50 % до 80 %. Однак осад вторинних відстійників (відомий також як активний мул) характеризується наявністю дрібнодисперсних частинок [11].

Осад зв'язаної вологи можна видалити за допомогою центрифугування або фільтрування.

Центрифугування вважається високоефективним способом зневоднення осадів. Основними перевагами центрифугування є його простота та ефективність, а також отримання осаду з низькою вологістю після процедури зневоднення. Воно може бути застосоване для осадів, отриманих з первинних відстійників, активного мулу з вторинних відстійників, їх сумішей, а також для осадів, сформованих в метантенках або аеробних стабілізаторах.



Центрифуги поділяються за принципом дії на дві категорії:

- осаджувальні і фільтрувальні;
- періодичної і безперервної дії.

Для видалення вологи з осаду стічних вод найбільш популярними стали безперервні осаджувальні горизонтальні центрифуги зі спеціальним шнеком для завантаження осаду. У цих центрифуг шнек і ротор рухаються з різною частотою, що призводить до видалення твердої фази осаду з ротора [11].

Для підвищення ефективності утримання сухої речовини осаду в стічних водах використовують реагенти. Використання мінеральних реагентів, таких як хлорне або сірчане залізо, солі алюмінію та інші, не призводить до значного покращення результатів, оскільки утворені від коагуляції з'єднання руйнуються під впливом центробіжних сил. Додавання вапна та інших добавок підвищує здатність осаду віддавати вологу і покращує їхню осаджувальну якість. Проте великі дози вапна можуть збільшити абразивність осаду, що спричиняє швидше зношування шнеків.

В процесі обробки осадів стічних вод методом центрифугування використовують декілька технологічних методів:

- в першому методі передбачено окреме центрифугування сирого осаду та не ущільненого надлишкового активного мулу. Фугат, який утворюється при зневодненні сирого осаду, направляють у первинні відстійники, а фугат від центрифугування надлишкового активного мулу обробляється в аеротенках;
- в другій схемі зневоднення на центрифугах проводиться для суміші осадів із первинних відстійників та ущільненого надлишкового активного мулу. Фугат може бути спрямований на первинні відстійники або на мулові майданчики;
- в третій схемі передбачено центрифугування комбінованої суміші сирого осаду та надлишкового активного мулу. Фугат, що утворюється в процесі зневоднення, може бути спрямований назад на первинні відстійники або піддаватися аеробній стабілізації.

### 3.4 Використання стічних вод на ЗПЗ

Ефективним і економічно вигідним способом обробки стічних вод є їх використання на ЗПЗ. ЗПЗ, або зрошення та природний зрошувальний комплекс, представляє собою спеціалізовані меліоративні системи, створені для приймання попередньо очищених стічних вод з метою їх використання для зрошення і добрив на сільськогосподарських угіддях, а також для подальшого природного очищення в природних умовах.

Використання стічних вод на ЗПЗ розв'язує ряд завдань, таких як підвищення родючості ґрунту, збільшення врожайності сільськогосподарських культур, утилізація гною, гнійних стоків та захист водойм від забруднення. На ЗПЗ і в спорудах штучного біологічного очищення відбувається біохімічне окислення органічних речовин, а також засвоєння рослинами біогенних елементів та дезінфекція патогенної мікрофлори [12].

ЗПЗ використовують для обробки не лише стічних вод, а й їх осадів, які представляють собою цінне органічне добриво. Азот у біомасі осадів стічних вод переважно міститься у змінній і білковій формах, які легко мінералізуються в ґрунті та активно впливають на його гумусовий стан.

У практиці зрошуваних господарств України найчастіше використовують сезонне використання стічних вод. Протягом теплого періоду року їх подають на поля для вологозарядкових і вегетаційних поливів. Узимку та восени стічні води накопичуються в спеціальних резервуарах і водосховищах. Якщо виникають труднощі зі зберіганням великої кількості стічних вод, то частину їх використовують для водопостачання, а залишок віддають у водойми після біологічного очищення.

«Зони зрошування підземних стоків рекомендується влаштовувати на ґрунтах із хорошою проникністю для води та ефективною аерацією, зокрема на супісках і легких суглинках. В першу чергу для цього використовують малородючі або бросові землі, які можна швидко окультурити завдяки вмісту органічних речовин у стічних водах. Застосування стічних вод для поливу

глинистих ґрунтів не рекомендується через їх низьку водопроникність, що обмежує використання великих обсягів води, а поліпшення водно-фізичних властивостей вимагає значних і часто необґрунтованих витрат. Також не слід використовувати стічні води на ділянках із близьким розташуванням підземних вод на глибині менше 1,2 м, щоб уникнути ризику засолення та болотистості ґрунту.» [14]

Результативність функціонування ЗПЗ визначається якістю стічних вод, вирощуваними сільськогосподарськими культурами і їхніми методами ведення господарства. Розрахункова площа для використання стічних вод з тваринницьких комплексів визначається при умові 1500 кг живої маси великої рогатої худоби та 1200 кг маси свиней на 1 гектар.

#### 3.4.1 Особливості поливного режиму

Встановлення поливного режиму для культур, які вирощують на ЗПЗ, враховує різні аспекти: воду як ключовий фактор для росту та розвитку рослин і необхідного зволоження ґрунту; наявність поживних речовин у стічних водах; вміст мінеральних солей, таких як хлориди, сульфати, карбонати тощо, надлишок яких може викликати засолення ґрунту і зниження його родючості; токсичність елементів і сполук, що можуть міститися в стічних водах внаслідок викидів промислових стоків [12].

Цілорічний цикл зрошення на ЗПЗ поділяється на два періоди: вегетаційний і безвегетаційний. Головне завдання цього циклу полягає не лише у насиченні ґрунту вологою, але і у внесенні добрив, які містяться в стічних водах. Такий вид зрошення відомий як удобрювальний і, як правило, проводиться взимку. Для цього використовують неосвітлені стічні води з високим вмістом елементів живлення і органічних речовин. У вегетаційний період задовольняють потреби рослин у волозі за допомогою регулярних поливів. При цьому концентрація речовин у поливній воді, завдяки розбавленню, повинна відповідати нормам безпеки.

Встановлення норм і термінів зрошення стічними водами враховує не лише біологічні особливості та потреби культур у вологозарядковому живленні, але й необхідність неперервного приймання та розподілу води на зрошувальних системах.

«Визначення річної норми зрошення визначається за максимальною кількістю елементів живлення, які містяться в стічних водах. Річне навантаження стічних вод розподіляється на безвегетаційну і вегетаційну норми зрошення. Безвегетаційна норма, як правило, визначається для одного зрошення, і її величина не повинна перевищувати вологоємності 1,5–2-метрового шару ґрунту. У зв'язку з тим, що це зрошення проводиться взимку, при розрахунках враховують теплові властивості стічних вод, необхідні для повного розмерзання мерзлого ґрунту. Доречно відзначити, що проведення зимового поливу в два етапи небажане, оскільки повторні поливи можуть створити кригу через високу температуру води, що перешкоджатиме проникненню води в ґрунт. Це може призвести до замерзання води і утворення товстого льодового шару, що відкладатиме роботи з обробітку ґрунту і сівби на 10–15 днів.» [13]

В конкретних ґрунтово-кліматичних умовах господарства встановлюється величина вегетаційної зрошувальної норми, кількість та терміни вегетаційних поливів, а також їх поливна норма. Це враховує біологічні потреби культури у волозі, якість стічних вод, а також відповідає санітарно-гігієнічним вимогам, що ставляться до термінів припинення поливів на зрошувальних системах.

Поливна норма для культур на ЗПЗ повинна відповідати потребам рослини у волозі та елементах живлення, враховуючи водозатримні і самоочищувальні властивості ґрунту. Навантаження стічних вод не повинно перевищувати 5-20 м<sup>3</sup>/га на добу.

Режим зрошення сільськогосподарських культур за допомогою стічних вод відрізняється від поливу природними водами за тривалістю міжполивно-

го періоду. Згідно з санітарними правилами, цей період повинен становити 14-15 днів, що є достатнім для ефективного знищення бактерій.

Величина поливних норм для вегетаційних поливів, які здійснюються за допомогою господарсько-побутових або змішаних стічних вод, коливається від 200 до 500 м<sup>3</sup>/га. У випадку поливу тваринницькими стоками ці норми складають від 120 до 240 м<sup>3</sup>/га [14].

Невеликі поливні норми сприяють ефективному використанню поживних речовин, які містяться в стічній воді, і сприяють кращому її очищенню. При визначенні розміру поливної норми для тваринницьких стоків слід враховувати кількість азотовмісних сполук, яка становить 300 кг/га, при цьому кількість азоту у формі нітратів не повинна перевищувати 200 кг/га. При застосуванні невеликої поливної норми хімічні компоненти тваринницьких стоків залишаються в верхньому шарі ґрунту і майже повністю розкладаються протягом 14-20 днів.

Активний шар ґрунту для культур, вирощуваних на ЗПЗ, має менший обсяг у порівнянні з умовами звичайного землеробства, становлячи 0,4-0,5 м для кормових і зернових культур та 0,6-0,7 м для люцерни. Оптимальний рівень вологості перед поливом для активного шару ґрунту коливається від 75-80 % до 85-90 % НВ.

При соленні ґрунтів під час зрошення та виведенні надлишку солей у зоні кореневища, поливні норми збільшуються до промивних, тобто таких, що перевищують водозатримну здатність ґрунтів.

На даний момент розроблений метод поливу на ЗПЗ, який сприяє природному ґрунтово-біологічному очищенню. Система сівозміни включає чергування поливу стічною водою та звичайною водою. Під час поливу стоками спостерігається накопичення солей і органічних речовин у ґрунті, тоді як полив чистою водою сприяє процесу розсолення за рахунок промивного режиму зрошення [16].

На ЗПЗ використовують різноманітні методи поливу, такі як полив по борознах, борознах-щілинах, смугах, затоплення по лиманах і чеках, а також

дощування. У останні роки отримує популярність комбінований підхід, де вегетаційні поливи виконують дощуванням, а зимові – за допомогою поверхневих методів. Зимові поливи проводяться вздовж довгих смуг і з використанням затоплення по чеках, які утворені контурними валиками.

Застосування поливу дощуванням на ЗПЗ набуває все більшої популярності. Цей метод має вигоди порівняно з поверхневим самопливним поливом, оскільки стічні води рівномірно розподіляються по поверхні поля, а розсіювана вода краще насичується киснем, що сприяє її ефективному очищенню [17].

Перед застосуванням для поливу методом дощування, стічні води потребують комплексного процесу біологічного очищення та дегельмінтизації.

Для поливу тваринницькими стоками та іншими стічними водами використовуються спеціальні агрегати, такі як ДДН-100С, ДКН-80, ДФС-120, ДМУ-Асс-Фрегат, Коломенка-100. Удобрювальна суміш, яка планується використовувати для дощування, повинна мати не більше 1% сухої речовини, а розмір твердих включень не повинен перевищувати 2,5 мм. Удосконалена дощувальна машина, заснована на ДДН-100, призначена для дощування чистою водою і тваринницькими стоками. Удобрювальна суміш для використання цим агрегатом повинна містити не більше 2% сухих речовин, частки яких мають розмір до 1,5 мм.

#### 3.4.2 Особливості обробки ґрунту стічними водами

Обробка ґрунту на ЗПЗ має на меті створення сприятливих умов для інтенсивного розкладу органічних речовин, які потрапляють із стічних вод. Для досягнення цього завдання на ЗПЗ постійно утримують оптимальний водно-повітряний режим ґрунту. Це досягається за допомогою планування та щорічного рівномірного вирівнювання поверхні поливних ділянок, глибокого розпушування просапних культур після кожного поливу, щільювання та кроутування на багаторічних травах, глибокої зяблевої оранки та розпушування

підорного шару. Також включає підготовку поля до зимових поділок та, за необхідності, розпушування мерзлого ґрунту.

Планування будівництва сприяє рівномірному розподілу води під час поливів та запобігає підвищенню рівня підземних вод. За допомогою стічних вод на ділянках, де виконані зрізи при будівництві, швидко відновлюється ефективна родючість, що створює умови для безпечних зрізів і переміщення ґрунту [16].

Після кожного поливу розпушують ґрунт у міжряддях просапних культур. Спочатку використовують підгортальники, а потім проводять розпушування на глибину 14-16 см за допомогою спеціальних розпушувачів.

Весною, після проведення осінньо-зимових поливів для вологозарядження та добрива, поля обробляються на глибину 14-16 см шляхом переорювання, використання плоскорізів або проведення глибокого чизеляції. Ця процедура необхідна для того, щоб врахувати необхідність вбирання осаду стічних вод, який накопичився на поверхні ґрунту.

На зрошуваних землях велике значення має глибока обробка ґрунту на глибину від 25-27 до 40-45 см, яка має помітний вплив на водно-фізичні характеристики та родючість ґрунту. Зокрема, за п'ятирічними даними, глибока оранка на глибину 40-45 см сприяє поліпшенню ефективної родючості ґрунту та його меліоративного стану.

Позитивний ефект на зрошуваних землях може бути досягнутий також за допомогою періодичної глибокої оранки на глибину 50-55 см. Умови плантажу, а також оранки на глибину 40-45 см, сприяють збагаченню поверхневих шарів кальцієм, що нейтралізує негативний вплив іонів натрію, які потрапляють у великій кількості зі стічними водами. Глибока оранка також покращує водопроникність ґрунту і створює умови для інтенсивного виведення солей з верхніх шарів [16].

Для оптимального вбирання води ґрунтом під час зимових поливів рекомендується комбінувати зяблеву оранку з кротуванням на глибину 50-60 см. При здійсненні осінньо-зимового вологозарядження, зяблева оранка може

проводитися одночасно з формуванням мілкої поливної мережі борозен або смуг. Смуги створюються за допомогою плуга з однією подовженою полицею, а борозни формуються плугом із борозноутворювачем.

### 3.4.3 Сівба і догляд за культурами

На ЗПЗ, так само як і в умовах традиційного зрошення, широко використовують інтенсивні технології для вирощування сільськогосподарських культур. Тому велика увага приділяється якості та своєчасності виконання агротехнічних заходів під час сівби та обробітку.

Культури, які вирощуються за звичайною рядковою сівбою (злакові та багаторічні трави), висівають одночасно з формуванням смуг або нарізанням борозен для подальшого поливу. Просапні культури, які поливаються по борознах, зазвичай сіються вздовж цих борозен. Для цього перед висівними сошниками встановлюють підгортальники-борозноутворювачі [16].

Використовуються спеціальні сівалки з належно налаштованими висівними апаратами для точного висіву згідно з нормами. Після висіву обов'язковим етапом є проведення післяпосівного коткування.

Велику увагу приділяють міжрядним обробіткам та нарізуванню борозен-щілин у період догляду за культурами. Ці заходи сприяють рівномірному розподілу стічних вод по полю і уникають їх контакту з рослинами. Зазначено вище, що на ЗПЗ велику ефективність демонструють щілювання та кротування. Для сівби багаторічних трав ці методи є обов'язковими.

### 3.4.4 Особливості застосування добрив

При визначенні типу та кількості добрив для ЗПЗ слід враховувати вміст елементів живлення у стічних водах. Зазвичай класифікація стічних вод здійснюється наступним чином: вода високої удобрювальної цінності містить понад 100 мг/л азоту, більше 70 мг/л калію та 50 мг/л фосфору; вода серед-



ньої удобрювальної цінності – 50-100 мг/л азоту, 30-70 мг/л калію та 10-30 мг/л фосфору; вода низької удобрювальної цінності вмістить менше 50 мг/л азоту, не більше 20 мг/л калію та до 10 мг/л фосфору.

Згідно з цією системою класифікації, на ЗПЗ при використанні стічних вод високої удобрювальної цінності рекомендується використовувати лише фосфорні добрива. У випадку середньої удобрювальної цінності стічних вод рекомендується внести половину норми повного комплексного мінерального добрива, а при низькій удобрювальній цінності слід застосовувати повну норму всіх видів добрив [17].

Тваринні стоки відрізняються високою годівельною цінністю, оскільки вони містять всі необхідні для росту і розвитку рослин біогенні елементи (азот, фосфор, калій), а також мікроелементи і органічні речовини. Відповідно до цього, на ЗПЗ слід застосовувати добрива з урахуванням специфіки вирощуваної культури, якості стічних вод і природних ґрунтово-кліматичних умов.

Стічні води, які освітлені, володіють хімічними властивостями, що переважно визначаються як азотно-калійні швидкодіючі добрива. Це пояснюється тим, що всі поживні речовини у цих стоках перебувають у легкодоступній формі. Калій у стоках присутній у безхлоридній формі, що надає йому перевагу над калієм у мінеральних добривах.

Фосфор, який міститься у стоках тваринницьких комплексів, також краще використовується порівняно з фосфором у твердих туків. Ефективність впливу як рідкого гною, так і його твердого залишку залежить від біологічних особливостей конкретної культури та типу ґрунту.

Дози введення мінеральних добрив, гною та гноївки визначаються на основі відмінності між потребою культури в поживних речовинах та їхнім вмістом у стоках або твердих залишках. У розрахунках слід враховувати також природні втрати, які можуть становити від 20 % до 30 %.

Раціональним вважається використання гноївки на зрошуваних пасовищах за такою нормою, яка містить до 300 кг/га азоту. Дослідження показа-

ли, що при внесенні 300 кг/га азоту на рік із стічними водами, метровий шар ґрунту може забезпечити повне їх очищення від біогенних елементів [17].

У період без рослинного покриву рідкий ґрунт і його тверду фракцію рекомендується внести в ґрунт під час оранки, а ще краще – під час подвійної оранки; їх також застосовують під час культивування і навіть на снігу або промерзлій землі. На менш засолених і засолених ґрунтах введення добрив бажано поєднувати з меліорантами, такими як гіпс, фосфогіпс, і глибокою меліоративною оранкою.

### 3.5 Вплив стічних вод на родючість ґрунту

Згідно з виробничим досвідом і різноманітними науковими дослідженнями, систематичне річне зрошення стічними водами та дотримання оптимального поливного режиму призводять до постійного підвищення родючості ґрунту. Це проявляється у збільшенні вмісту гумусу, загального і гідролізованого азоту, рухливих форм фосфору і калію, а також у поліпшенні реакції ґрунтового середовища. Акумуляція органічних речовин в орному шарі сприяє збільшенню вологості ґрунту і покращенню його меліоративного стану.

Використання для зрошення стічних вод від хімічних підприємств, які мають невелику удобрювальну цінність, призводить до зниження в ґрунті доступних поживних речовин, збільшення вмісту натрію та розчинних у воді солей [17].

Регулярні поливи водами з високим вмістом мінералів, особливо при значних обсягах зрошення, сприяють пониженню плодючості ґрунту і можуть призвести до значної концентрації солей в орному шарі. Однак, тривале тримісячне інтенсивне зрошення комбінованими стічними водами для вирощування люцерни збільшило вміст хлору в верхньому шарі ґрунту (0-40 см) на 65,3%. У зв'язку з цим на зрошуваних землях слід постійно моніторити

накопичення солей в ґрунті і, за необхідності, вживати заходи з його розсолення.

Для ЗПЗ рекомендується передчасно вживати заходи щодо зменшення соленості ґрунту: висівати культури, які стійкі до солі, проводити глибоку оранку та поливи для промивання, а також внести спеціальні меліоранти. Ці дії частково відновлюють родючість засолених ґрунтів і приводять її до рівня 65-75% від початкового.

При зрошенні стічними водами на ЗПЗ спостерігається процес переущільнення ґрунту, що призводить до зменшення його проникливості для води, підвищення вмісту обмінного натрію в поглиблених основах та зменшення частки кальцію, що може призвести до зниження стійкості ґрунтових агрегатів. Вплив шкідливих речовин у стічних водах призводить до зниження каталазної активності ґрунту [18].

### 3.6 Ефективність зрошення стічними водами

Полив стічними водами призводить до позитивного впливу на зріст, розвиток та врожайність сільськогосподарських культур, а також покращує їх якість. В залежності від погодних умов полив стічними водами може збільшити урожайність сільськогосподарських культур у 2-3 рази, а в разі інтенсивного цілорічного зрошення багаторічних трав – навіть у 3-5 разів і, в окремих випадках, до 8-10 разів.

Використання застійних промислових вод є ефективним способом очищення стічних вод і підвищення виробництва сільськогосподарської продукції. Окупність ЗПЗ систем залежить від різноманітних факторів, таких як ґрунтово-кліматичні умови на їхній території, вид вирощуваної культури та система поливу. Строк окупності цих систем, розглядаючи лише прибуток від сільського господарства, не перевищує 5-8 років [18].

Рослинна маса трави, вирощеної на землях із системою зрошення, містить більше сирого протеїну, золи, кальцію та фосфору, при цьому менше

цукру порівняно з травою, що вирощується без поливу. Поживність кормів, отриманих із земель з поливом, висока і коливається від 84% до 96%. Вплив стічних вод на врожайність наведено в таблиці 3.1

«Таблиця 3.2 Вплив стічних вод на врожайність

Спосіб	Урожайність зеленої маси ц/га	Вміст, % на суху речовину			Збір білка ц/га
		N	$P_3O_5$	$K_2O$	
Без зрошення - контроль	173	1,03	0,61	1,00	3,3
Зрошення чистою водою	289	1,15	0,66	1,14	5,7
Зрошення стічними водами	449	1,27	0,69	1,31	9,6

» [18].

Полив стічними водами, що обумовлено потребою в збереженні природних ресурсів, представляє собою значний потенціал для інтенсифікації сільськогосподарства. Тому системи зрошення з використанням стічних вод повинні стати обов'язковою складовою приміського ландшафту.

### 3.7 Проектування зрошувальних систем з використанням тваринницьких стоків

Зрошувальні системи, які використовуються для утилізації стічних вод з тваринницьких комплексів з метою подальшого використання їх для поливу, повинні бути розраховані на обсяг стоків, який надходить протягом року, особливо в теплий період.

Перед використанням стічних вод для поливу необхідно підготувати їх, забезпечивши дезінфекцію та карантинування. Вологість стічних вод повинна бути не менше 98 %, і розмір твердих частинок у стоках не повинен перевищувати 10 мм [19].

При використанні дощувальних машин з гідравлічним приводом для поливу, вологість стічних вод повинна бути не менше 99 %, і розмір твердих частинок у стоках не повинен перевищувати 2,5 мм.

Для зрошення за допомогою стічних вод необхідно вводити чисту воду, інакше рослини можуть постраждати від перевищення концентрації поживних речовин.

Розрахунок мінімальної потрібної площі для зрошувальної системи для використання стічних вод проводять на основі аналізу щорічної кількості біогенних елементів (азоту, фосфору, калію), які вносяться разом із стічними водами, враховуючи їх видобуток рослинами та вихідну концентрацію в ґрунті.

При проєктуванні зрошувальних систем з використанням стічних вод, слід враховувати вимоги органів державного нагляду та створювати водоохоронні та санітарно-захисні зони для дотримання необхідних стандартів і норм [19].

Розрахунок норми зрошення при використанні стічних вод здійснюється на основі визначення дефіциту водопостачання для сільськогосподарських культур протягом року розрахункової потреби. При цьому встановлюється, скільки підготовлених стоків слід внести в ґрунт для забезпечення балансу внесених та виведених поживних речовин з урахуванням запланованого врожаю.

Концентрація загального азоту в поливній воді, коли використовуються стоки, має бути встановлена залежно від кліматичних умов і вирощуваних культур. У зонах з достатнім та вищим рівнем зволоження протягом вегетаційного періоду максимальна концентрація загального азоту в поливній воді не повинна перевищувати такі значення, г/л:

- 1,5 – для багаторічних злакових трав у другий і наступні роки вирощування;
- 1,0 – для багаторічних злакових трав через два місяці після сходів, а також для люцерни, конюшини, сумішей однорічних трав без бобових культур;
- 0,8 – для кукурудзи і зернових культур;
- 0,5 – для коренеплодів і соняшника.

У регіонах з недостатнім зволоженням концентрацію азоту слід зменшувати на половину або користуватися результатами спеціальних досліджень.

Зрошувальна мережа для поливу стоками зазвичай має бути закритого типу з тупиковим розміщенням. Для закритої мережі найчастіше використовують азбестоцементні, чавунні, залізобетонні або пластмасові труби. Використання сталевих труб допускається лише у виняткових випадках. Конструкція зрошувальної мережі має забезпечувати можливість промивки трубопроводів, обладнання на мережі та засобів поливу водою після кожного поливу з використанням стоків [19].

### 3.7.1 Розрахунок добового виходу екскрементів від однієї тварини

Добовий обсяг екскрементів, який виділяє одна тварина, можна приблизно визначити, використовуючи дані з «Посібника до ВБН 46/33-2.5-5-96 "Сільськогосподарське водопостачання. Зовнішні мережі і споруди. Норми проектування"». Для свиней, які перебувають на раціоні з великою кількістю корму, цей обсяг може коливатися в межах 3,5–6,6 кг. У нашому випадку, використані середні значення, які становить 5 кг на одну тварину, для корів 55 кг, свиноматки 10 кг.

Вміст поживних речовин (N,P,K) у стоках від свиней відповідає значенням, зазначеним у табл. 3.1: для азоту – 0,51 %, для фосфору – 0,22 %, і для калію – 0,46 % від загального об'єму стоків. У випадку великої рогатої худоби, вміст поживних речовин складає: азоту – 0,38 %, фосфору – 0,13 %, і калію – 0,22 % від загального об'єму стоків.

«Таблиця 3.3 – Приблизний хімічний склад екскрементів тварин, % від загального об'єму стоків

Вид тварин	H <sub>2</sub> O	N	P	K
Свині	90,3	0,51	0,22	0,46
Велика рогата худоба	86,7	0,38	0,13	0,22

.» [19]

«Запас поживних речовин (N,P,K) у стоках, які видає одна тварина, визначаємо за формулами :

$$N = \frac{M_c \cdot P_N}{100}; \quad (3.1)$$

$$P = \frac{M_c \cdot P_P}{100}; \quad (3.2)$$

$$K = \frac{M_c \cdot P_K}{100}. \quad (3.3)$$

Таблиця 3.4 Запас поживних речовин (N,P,K) у стоках, які видає одна тварина, кг.

Вид тварин	N	P	K
Порося на відкормі	0,255	0,011	0,023
Свиноматка	0,051	0,022	0,046
Корова	0,209	0,0715	0,121

Таблиця 3.5 Можлива прогнозна кількість поживних речовин (N,P,K) у стоках, від усієї худоби, кг/добу.

Вид тварин	Кількість тварин	N	P	K
Свині на відкормі	200	5,1	2,2	4,6
Свиноматки	50	2,55	1,1	2,3
Корови	100	20,9	1,75	12,1
Разом		28,55	5,05	19

Сума відходів на рік від усіх тварин складає :азот – 10420 кг; фосфор – 1843 кг; калій – 6935 кг.» [19]

### 3.7.2 Розрахунок зрошувальної норми за виходом біогенних речовин

Зрошувальну норму, тобто кількість води, яку потрібно надавати на 1 га протягом вегетаційного періоду, визначають залежно від сільськогосподарської культури і погодних умов. В даній роботі пропонується розраховувати зрошувальну норму, яка сприяє ефективному використанню води, згідно з ДБН В.2.4-1-99 [20].

Річну зрошувальну норму для стічних вод ( $M_c$ ) визначають, враховуючи величину виносу поживних елементів (азоту, N,P,K), а також передбачений врожай сільськогосподарських культур.

$$M_c = \frac{B \cdot \beta \cdot k_{BT}}{10k_1Z}, \quad (3.4)$$

де  $B$  – величина виносу поживних речовин з ґрунту розрахована на основі прогнозного врожаю приймаємо дані зональних і обласних сільськогосподарських станцій.

$\beta$  – коефіцієнт забезпеченості ґрунту поживними речовинами, приймає значення 1,2, 1,0 та 0,8 в залежності від рівня забезпеченості ґрунту поживними речовинами.

$k_{em}$  – коефіцієнт дефіциту поживних речовин під час їх зберігання та внесення.

$k_1$  – коефіцієнт застосування поживних речовин рослинами зі стоків (для азоту  $k_1=0,7$ , для фосфору і калію  $k_1=0,6$ );

$Z$  – вміст поживних речовин у стоках, %.

Кількість поживних речовин, які виносяться з ґрунту, можна розрахувати, використовуючи загальні норми, що залежать від виду продукції та врожайності сільськогосподарських культур, які наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.6 – Вміст поживних речовин сільськогосподарськими культурами, кг/га.

Сільськогосподарська культура	Основна культура	На 1 т основної і побічної продукції витрачається		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Пшениця озима	Зерно	30	12	28
Ячмінь ярий	Зерно	30	13	26
Кукурудза	Зерно	23	10	21
Люцерна	Сіно	17	5,0	15

З урожаю пшениці озимої з урожайністю у розмірі 60 ц/га або 6 т/га зеленої маси виносяться (В) N –  $6,0 \cdot 30 = 180$ , P –  $6,0 \cdot 12 = 72$ , K –  $6,0 \cdot 28 = 168$  кг/га.

Ячмінь ярий з урожайність у розмірі 50 ц/га або 5 т/га зеленої маси виносяться (В) N –  $5 \cdot 30 = 150$ , P –  $5 \cdot 13 = 65$ , K –  $5 \cdot 26 = 130$  кг/га.

Кукурудзи на силос з урожайністю у розмірі 100 ц/га або 10 т/га зеленої маси виносяться (В) N –  $10 \cdot 23 = 230$ , P –  $10 \cdot 10 = 100$ , K –  $10 \cdot 21 = 210$  кг/га.



Люцерна з урожайністю у розмірі 40 ц/га або 7 т/га зеленої маси виносяться (В)  $N - 7,0 \cdot 17 = 119$ ,  $P - 7,0 \cdot 5 = 35$ ,  $K - 7,0 \cdot 15 = 105$  кг/га.

Коефіцієнт дефіциту поживних речовин при зберіганні визначається за формулою

$$k_{BT} = 1 + k_{зб} + k_{вн}, \quad (3.5)$$

де  $k_{зб}$  – дефіцит поживних речовин при зберіганні (для азоту загального становить - 0,15–0,30, фосфору – 0,05–0,15, калію – 0,05–0,10). Застосовують вищі значення для південних регіонів і нижчі для північних районів України. Якщо кількість поживних речовин встановлюється в стоках, які надходять із збірного ставка-накопичувача, то

$k_{зб}=0$ ;  $k_{вн}$  – дефіцит поживних речовин при внесенні стоків (для азоту при дощуванні – 0,15).

Не рекомендується використовувати некориговані тваринницькі екскременти для поливу через їх високий вміст поживних речовин, що може призвести до перенасичення ґрунту. Крім того, в таких екскрементах міститься велика кількість нерозчинних частинок. Тому необхідно перед використанням обробити тваринницькі стоки шляхом розведення їх чистою водою. Тоді, кількість поживних речовин в оброблених тваринницьких стоках становитиме:

$$Z = \frac{P_i}{K}, \quad (3.6)$$

де  $P_i$  – кількість поживних речовин у відходах тварин;

$K$  – кратність розбавлення тваринницьких відходів. Для даного прикладу  $K=20$ , тобто на 1 м<sup>3</sup> екскрементів потрібно 20 м<sup>3</sup> чистої води.

Таблиця 3.7 Кількість стічних вод, для зрошення протягом року.

Культура	$M_N$	$M_P$	$M_K$
Пшениця озима	780	754	865
Ячмінь ярий	650	681	669
Кукурудза	997	1048	1081
Люцерна	516	367	540

- для азоту  $k_{зб} = 0,20$ ,  $k_{вн} = 0,15$ ,  $k_{вт} = 1 + 0,20 + 0,15 = 1,35$ ,  $Z = \frac{0,89}{20} = 0,0445\%$ ,
- для фосфору  $k_{зб} = 0,10$ ,  $k_{вн} = 0$ ,  $k_{вт} = 1 + 0,10 = 1,10$ ,  $Z = \frac{0,35}{20} = 0,0175\%$ ,
- для калію  $k_{зб} = 0,05$ ,  $k_{вн} = 0$ ,  $k_{вт} = 1 + 0,05 = 1,05$ ,  $Z = \frac{0,68}{20} = 0,034\%$ ,

За результатами аналізу зрошувальних норм для пшениці озимої виявлено, що величина зрошувальної норми, розрахована з урахуванням дефіциту водоспоживання, складає  $M = 2200 \text{ м}^3/\text{га}$ , ячменю ярого  $M = 1700 \text{ м}^3/\text{га}$ , кукурудзи  $M = 1800 \text{ м}^3/\text{га}$ , люцерни  $M = 2500 \text{ м}^3/\text{га}$  (додаток А). При розгляді окремих поживних речовин помічено, що  $M_P$ ,  $M_N$ ,  $M_K < M$ . Це свідчить про те, що компенсація винесеного урожаєм азоту, фосфору та калію відбувається повністю, і можливе накопичення цього елемента в ґрунті [20].

У разі поливу тваринницькими стоками необхідно уникати зайвого внесення поживних речовин, оскільки це може призвести до перенасичення їх у врожаї та погіршення його якості. Таким чином, для цього випадку розрахункова зрошувальна норма повинна складатися з тваринницьких стоків і чистої води, відповідно до значень  $754 \text{ м}^3/\text{га}$  та  $1446 \text{ м}^3/\text{га}$ . Після округлення до нормативних величин отримуємо  $750 \text{ м}^3/\text{га}$  тваринницьких стоків і  $1450 \text{ м}^3/\text{га}$  чистої води.

### 3.7.3 Розрахунок потрібної площі землеробських полів зрошення

Для визначення необхідної площі землеробських полів для зрошення використовують об'єм стічних вод, який можна розрахувати за наступною формулою :

$$W_p = \frac{M_c \cdot N_r \cdot K \cdot 365}{\gamma}, \quad (3.7)$$

де  $M_c$  - Кількість екскрементів, які видає одна тварина за добу, кг/добу;

$N_r$  - поголів'я тварин, голів;

$\gamma$  - щільність стічних вод ( $1010 \text{ кг}/\text{м}^3$ );

$K$  – кратність розбавлення стічних вод.

В нашому випадку  $W_p = \frac{70 \cdot 350 \cdot 20 \cdot 365}{1010} = 117,1$  тис. м<sup>3</sup>.

Для розрахунку площі, необхідної для повного використання стоків для зрошення, використовується наступна формула :

$$F_{\text{ЗПЗ}} = \frac{W_p}{M_{\text{сер.зв}}}, \quad (3.8)$$

де  $M_{\text{сер.зв}}$  - середньозважена зрошувальна норма, м<sup>3</sup>/га.

$$F_{\text{ЗПЗ}} = \frac{117100}{750} = 156,1 \text{ га.}$$

Поля на підприємстві для зрошення стічними водами, позначені на рис. 3.1 під номером I та III. Обрані поля знаходяться найближче до фермерських угідь підприємства.



Рис. 3.1 Обрані поля підприємства для зрошення стічними водами.

## РОЗДІЛ 4 РЕЖИМ ЗРОШЕННЯ І ТЕХНІКА ПОЛИВУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Режим зрошення сільськогосподарських культур визначається сукупністю встановлених норм, часових інтервалів та кількості поливів в залежності від конкретних погодних та агротехнічних умов. Основною метою цього режиму є створення та підтримка оптимального водного режиму в активному шарі ґрунту, спрямованого на досягнення стійкого планового врожаю сільськогосподарських культур [21].

### 4.1 Вибір року забезпеченості

Режим поливу для однакових сівозмін повинен враховувати різноманітні фактори, зокрема погодні умови, і може відрізнятися. Тому рекомендується використовувати методи математичної статистики для надійного прогнозування та забезпечення стабільного врожаю.

При розробці системи зрошення зазвичай використовують режим, що враховує сільськогосподарські культури та розрахований на 75% забезпеченість водою в умовах посушливого року.

Враховуючи це, не існує єдиної норми або критерію для розрахунку та вибору рівня забезпеченості водою. Існує низка рекомендацій, які дозволяють вирішити це завдання в певному обсязі. У даному дипломному проєкті було використано типовий розподіл метеорологічних факторів, заснований на даних метеостанції у місті Дніпро, із використанням ПК та середньозваженими дефіцитами водопостачання за кожен рік спостережень для обраної сівозміни.

Вибір року зазначеної рівнів забезпеченості водою виконують на основі аналізу ретроспективного ряду років, з урахуванням структури сільськогосподарських культур в проєкті. За цим рядом визначають дефіцити водоспоживання та продуктивність сільськогосподарських культур при різних рівнях

водопостачання для компенсації виявлених дефіцитів протягом усього розглянутого періоду. Розрахунок дефіцитів водоспоживання для сільськогосподарських культур виконується для кожного року, для якого є метеорологічні дані, застосовуючи один із методів розрахунку режиму зрошення. При цьому період спостережень повинен становити не менше 20 років [21].

У даному дипломному проєкті проводився розрахунок за такою послідовністю:

а) Для кожного поля, що входило в розрахункову сівозміну, визначали дефіцит водоспоживання за методом, розробленим А.М. і С.М. Алпатьєвими, для кожного року окремо, враховуючи основну та пожнивну культури;

б) Знаходили середньозважений дефіцит для сівозміни за кожен рік за допомогою відповідної формули

$$D_{civ} = \frac{D_1 F_1 + D_2 F_2 + \dots + D_n F_n}{F_{civ}}, \quad (4.1)$$

де  $D_{civ}$  - середньозважений дефіцит води для визначеної розрахункової сівозміни за певний рік, мм;

$D_1, D_2, \dots, D_n$  - водозабезпеченість для полів 1-го, 2-го, ..., n-го номеру;

$F_1, F_2, \dots, F_n$  - площа полів у сівозміні, які підлягають зрошенню, га;

$F_{civ}$  – поливна площа сівозміни.

в) Розташували річні середньозважені дефіцити водоспоживання у порядку зростання та визначили рівень забезпеченості для кожного значення за визначеною формулою (додаток А)

$$p = \frac{m}{n+1} \cdot 100\%, \quad (4.2)$$

де  $p$  - рівень забезпеченості кожного року;

$m$  - номер в послідовному розрахунковому ряді;

$n$  - кількість елементів у ряді (роки спостережень), у цьому проєкті їх було 45 ( 1966 - 2010 рр).

г) Визначали рік-модель, для якого середньозважений дефіцит водоспоживання найбільше відповідає заданій розрахунковій забезпеченості, яка в даному випадку становить 75%.

У цьому дипломному проекті обрані такі роки-моделі: 1999, 1971, 1994, 1986 та 1979. Осереднені значення метеорологічних факторів за ці роки використовуються як представники моделі для розрахунків (додаток Б).

Для наступних обчислень режимів зрошення для кожного з полів сівозміни використовують дані декадних дефіцитів водоспоживання цих полів за розрахований рік.

#### 4.2 Визначення норм і строків поливу

У проекті визначені терміни проведення поливів, а також стандарти поливу та зрошення для кожної культури, що входить в сівозміну [22].

Поливна норма представляє собою об'єм води, який потрібно надавати для зрошення одного гектара площі протягом одного поливу. Це значення вимірюється у кубічних метрах на гектар або в міліметрах водного шару. Розмір поливної норми залежить від гідрофізичних характеристик ґрунту, рельєфу, виду сільськогосподарської культури, а також методів і техніки поливу.

Для визначення розрахункового (зазвичай максимального) значення поливної норми можна скористатися формулою, яку пропонує О.М. Костяков.

$$m = W_{HB} - W_{доп}, \quad (4.3)$$

де  $W_{HB}$  - Запаси вологи при мінімальній ємкості розрахункового шару ґрунту, вимірювані в міліметрах;

$W_{доп}$  - Дозволені або реальні обсяги вологи в тому ж самому шарі ґрунту.

За даною формулою встановлюється поливна норма, враховуючи вимогу до забезпечення оптимального рівня вологості в розрахунковому шарі ґрунту до його мінімальної вмісткості. Розрахунки результатів для кожної фази

фенологічного розвитку прийнятих сільськогосподарських культур представлені в таблиці.

Таблиця 4.1 Рекомендовані обсяги поливної норми для узятої сівозміни.

Сільськогосподарська культура і фаза її розвитку	Формула О.М. Костякова					Достокова норма, м <sup>3</sup> /га	Прийнята норма, м <sup>3</sup> /га	
	γ, г/см <sup>3</sup>	Н, м	β <sub>НВ</sub> , %	β <sub>доп</sub>				m, м <sup>3</sup> /га
				% від НВ	%			
Ячмінь ярий								
- посів – сходи	1,17	0,5	25,9	75	19,4	379	400	
- кущіння	1,21	0,6	25,6	80	20,4	370		
- трубкування – колосіння	1,25	0,8	24,9	80	19,9	498		
- цвітіння – налив зерна	1,25	0,8	24,9	80	19,9	498		
- молочна стиглість	1,25	0,8	24,9	75	18,7	623		
Пшениця озима:								
- відновлення вегетації	1,21	0,6	25,6	75	19,1	463	400	
- трубкування – колосіння	1,25	0,8	24,9	80	19,9	498		
- цвітіння	1,25	0,8	24,9	75	18,7	623		
- молочна стиглість	1,25	0,8	24,9	75	18,7	623		
Люцерна:								
- посів – сходи	1,32	0,8	22,3	75	19,4	708	600	
- 2-4 дійсних листка	1,34	1,0	22,2	80	20,4	887		
- період посиленого росту листків	1,34	1,0	22,2	75	18,7	887		
- період наростання коренеплодів	1,34	1,0	22,2	75	18,7	887		
Кукурудза:								
- посів – сходи	1,17	0,5	25,9	75	19,4	379	400	
- 5-7 листків	1,23	0,7	25,2	80	20,2	434		
- викидання волоті	1,25	0,8	24,9	80	19,9	498		
- молочна стиглість	1,25	0,8	24,9	75	18,7	623		

Під час дощування важливо враховувати інтенсивність та якість опадів, можливість водопроникнення в ґрунт, рельєф і нахил поверхні. У всіх випадках технологічна норма поливу не повинна перевищувати безпечну (в межах ерозійної припустимості) норму.

Можна вважати, що безпечна поливна норма для важких ґрунтів при застосуванні дощувальних машин "Фрегат" становить орієнтовно 40 мм або 400 м<sup>3</sup>/га.

Порівнюючи отримані поливні норми за формулою О.М. Костякова та достатньою нормою (див. табл. 4.1), обирається менше значення з точністю  $\pm 5$  мм або 50 м<sup>3</sup>/га.

Для даної сівозміни поливні норми, розраховані за формулою О.М. Костякова (4.3), у більшості випадків перевищують 400 м<sup>3</sup>/га. Таким чином, для більшості культур сівозміни призначено вегетаційні поливи у розмірі 400 м<sup>3</sup>/га. Для люцерни 2-го, 3-го і 4-го року вегетаційні поливи були збільшені до 600 м<sup>3</sup>/га. Це обумовлено густим травостоєм і потужною кореневою системою цієї культури, що сприяє зменшенню ризику стоку і водної ерозії [22].

Норма вологозарядкового поливу становить 600 м<sup>3</sup>/га, що перевищує оптимальний рівень. Отже, рекомендується розподілити полив на два етапи, кожен з яких передбачає внесення 300 м<sup>3</sup>/га

Графіки поливу встановлюються на основі інтегральних кривих дефіциту води, залежно від початкових запасів вологи в ґрунті та розрахованих поливних норм для типових фаз фенологічного розвитку сільськогосподарських рослин.

Визначення зрошувальних норм проводиться шляхом сумування поливних норм протягом усього вегетаційного періоду. У цьому дипломному проєкті терміни та обсяги поливу розраховані за допомогою програми WATER для ПК, яка була розроблена на кафедрі сільськогосподарських гідротехнічних меліорацій.

#### 4.3 Обґрунтування способу і техніки поливу

В зоні зрошення в Україні атмосферні опади є основним джерелом поповнення ґрунтових водних резервів, тому, як правило, використовується дощування як додатковий метод на тлі природних опадів. При виборі методів



і техніки поливу необхідно враховувати широкий спектр факторів, таких як кліматичні, ґрунтові, геоморфологічні, гідрогеологічні, біологічні, господарські, водогосподарські, економічні та інші.

У цьому проекті передбачено використання дощувальних машин маркою WESTERN CP600, с.н. 353 F151.21, у нових модифікаціях для зрошення поля в системі польової сівозміни [23].

Кліматичні чинники включають зволоженість території, рівень випаровуваності, температуру та вологість повітря, а також вітровий режим, який визначається швидкістю та напрямком вітру. Зволоженість території визначається за коефіцієнтом зволоження ( $K_c$ ) і дефіцитом водоспоживання сільськогосподарських культур ( $D$ ). Останній параметр визначається різницею між сумарним випаровуванням за вегетаційний період ( $E$ ) та кількістю атмосферних опадів, які ефективно використовуються для розвитку рослин.

Система зрошення та обладнання для поливу повинні забезпечити подачу води для зрошення на рівні, що дорівнює або перевищує дефіцит водоспоживання  $D$ , а саме  $h \geq D$ , особливо в період максимального навантаження на полив.

Відзначається, що дощувальна машина WESTERN відповідає всім цим вимогам для конкретної сівозміни.. Розраховано, що максимальний середньодобовий дефіцит водоспоживання за дві найбільш навантажені декади складає  $65 \text{ м}^3/\text{га}$  (для люцерни 2-го і 3-го року).

Для компенсації цього дефіциту, витрата води дощувальної машини повинна бути не меншою, ніж та, яка розрахована за визначеною формулою.

$$Q_m = d_{max} \frac{F}{86,4 \beta_{дооб} \gamma_1 \beta}, \quad (4.4)$$

де  $d_{max}$  - Середньодобовий дефіцит водоспоживання розрахований на рівні, який не менше, ніж для двох послідовних декад пікового періоду найбільш вологолюбивої культури в сівозміні, виражений у  $\text{м}^3/(\text{га} \cdot \text{доб})$ .

$F$  - площа, яка піддається зрошенню на ділянці, і визначається довжиною машини, в гектарах;

$\beta_{доб}$  - це коефіцієнт використання робочого часу протягом доби. Для початкових розрахунків можна прийняти його рівним 0,8;

$\beta$  - це коефіцієнт, який враховує втрати води внаслідок випаровування в області дощових хмар під час дощування. Для регіону зрошення на півдні України, в середньому, цей коефіцієнт становить 0,9;

$\gamma_l$  - це коефіцієнт, який враховує можливі втрати робочого часу через метеорологічні умови.

Коефіцієнт  $\gamma_l$  визначається за формулою :

$$\gamma_l = \frac{100 - \alpha}{100}, \quad (4.5)$$

де  $\alpha$  - це частка часу, протягом якого швидкість вітру перевищує допустимий рівень для конкретного типу обладнання для дощування.

Під час дощування велике значення має режим вітру, включаючи його швидкість, частоту, тривалість та напрямок. Для дощувальних машин середньострумінного типу максимальна допустима швидкість вітру не перевищує 8 м/с. Ймовірність того, що ця швидкість буде перевищена в умовах метеостанції у Дніпро, становить 12,6%. Це вказує на те, що  $\alpha$ , тобто частка часу, коли швидкість вітру перевищує допустимий рівень, складає 12,6%.

$$\gamma_l = \frac{100 - 12,6}{100} = 0,874.$$

Розрахунок обсягу необхідної витрати води для кожної дощувальної машини у системі зрошення вказаний в таблиці 4.2 в залежності від площі поля.

Таблиця 4.2 дані обсягу води, необхідного для кожної дощувальної машини, і її інтенсивності поливу.

№ поля	Зрошувана			Розрахункова витрата води, л/с	Інтенсивність штучного дощу, мм/хв.
	довжина, м	ширина, м	площа, га		
1	1500	982	104,6	60	0,84
2	600	358	31,6	30	0,47

Ґрунтові чинники включають гранулометричний склад, вологоємність, водопроникність, ступінь засолення, товщину ґрунтового покриву і стійкість ґрунтів до водної ерозії.

Оптимальні умови застосування дощувальних машин визначаються відповідністю між швидкістю вбирання вологи в ґрунт та інтенсивністю штучного дощу [23].

Миттєва сила дощу становить.

$$\rho = \frac{60 \cdot Q_M}{l \cdot b}, \quad (4.6)$$

де  $l$  - Ширина покриття дощем, яка залежить від модифікації машини, вимірюється в метрах.

$b$  - Миттєва довжина поливу дощем, вимірювана в метрах..

Коефіцієнт вбирання в орному шарі становить 1,29 мм/хв, а в підорному - 1,21 мм/хв, що перевищує середню інтенсивність дощу, запроектовану для дощувальних машин.

Дощування може бути застосоване лише на ґрунтах, які не мають засолення або є слабкозасоленими. Норма поливу, яку рекомендується для дощувальних машин WESTERN, які працюють на важких суглинкових ґрунтах, становить 60 мм.

Геоморфологічні аспекти, які мають вплив на вибір місця для зрошувальної системи та вибір методів поливу, включають структуру поверхні землі та протяжність схилів.

При виборі дощувальних машин важливо установлювати допустимий кут нахилу відповідно до технічних параметрів конкретної машини. При визначенні методів зрошення та виборі обладнання для поливу необхідно враховувати можливість виникнення іригаційної ерозії. При використанні дощувальних машин необхідно здійснювати планувальні роботи з найменшими обсягами води. Допустимий кут нахилу поверхні землі, на якій проводиться полив за допомогою дощувальних машин WESTERN, не повинен перевищу-

вати 0,05. На окремих ділянках можуть існувати місцеві нахилі до 0,1. Проте, на всіх виділених ділянках ця межа не перевищується.

Гідрогеологічні чинники включають глибину залягання та мінералізацію ґрунтових вод, а також ступінь дренаваності території. На всій площі зрошуваного масиву ґрунтові води знаходяться на глибині більше 5 метрів. Для уникнення підняття їхнього рівня вище критичного значення проект передбачає використання вибіркового балочного дренажу.

Біологічні аспекти включають вимоги сільськогосподарських культур до режиму зрошення, особливості розвитку рослин та технологію їхнього вирощування. Висота надземної частини рослин визначає заходи механізації під час дощування. Трубопровід для подачі води до дощувальної машини WESTERN у модифікації розташований на висоті 4 метри над поверхнею землі, що дозволяє поливати різноманітні сільськогосподарські культури, включаючи високостебельні такі, як кукурудза [24].

Застосування дощування є найбільш обґрунтованим для сільськогосподарських культур з поверхневою кореневою системою, яка проникає на невелику глибину. У випадку культур, чия коренева система знаходиться на значній глибині, ефективність дощування виявляється лише при достатніх запасах вологи, що формуються завдяки атмосферним опадам та вологозарядковим поливам, які проводяться перед посівом.

Економічні аспекти включають місцерозташування та спеціалізацію сільськогосподарського виробництва, схеми сівозмін (зазначення розміру полів та видів рослинності, організація території та форма ділянок, які підлягають зрошенню).

При виборі дощувальної техніки важливо враховувати розмір і конфігурацію полів, які можуть змінюватися в широких межах у різних зонах. Дощувальні машини, зокрема за їхньою шириною захвату, обираються з урахуванням організації території, таких як розташування доріг, лісосмуг, ліній електропередач і т.д., а також конфігурації полів.

У цьому проекті поля мають різну конфігурацію та розміри, тому були обрані різні модифікації дощувальних машин. Гідротехнічні аспекти включають водозабезпеченість зрошувальної системи, коефіцієнт використання води, оптимальне використання земель та ефективність, а також якість, температуру і мінералізацію води, яка використовується для зрошування.

«В регіонах з обмеженими водними ресурсами слід віддавати перевагу дощуванню, поєднаному із закритою системою зрошення. Якість води для зрошення, зокрема, її мутність та наявність великих часток, може обмежувати застосування дощувальних машин, оскільки накопичення домішок може спричинити засмічення насадок та механізмів, що може впливати на їхню ефективність. Також важливо враховувати температурний режим зрошувальної води, наприклад, у випадку використання холодної води (температура менше 10°C) при дощуванні, урожайність усіх культур може бути трошки нижче.» [24]

У цьому випадку планується використовувати поверхневі системи зрошення, які працюють по магістральних лініях, і вода, яку вони транспортують, не має високого вмісту твердих частинок. Зрошувальна вода не має агресивного характеру, що означає, що ризик підвищеної корозії металевих компонентів дощувальних машин відсутній.

#### 4.4 Технічні характеристики дощувальних машин

Для зрошення запроєктованого масиву передбачається використання дощувальних машин WESTERN у піддонних модифікаціях. Для забезпечення поливу всієї сівозміни планується використовувати сім таких машин. Основні технічні характеристики, які впливають на розрахунок режиму зрошення та зрошувальної мережі, представлені в таблиці 4.3.

«Таблиця 4.3 Характеристики дощувальної машини, яку планується використовувати на майбутньому зрошуваному масиві.

Показник	Одиниці виміру	Модифікації WESTERN				
		682-135	562-154	502-145	442-135	442-107
Кількість машин на сівозміні	шт.	1	3	1	1	1
Кількість самохідних візків	шт.	11	9	8	7	7
Довжина водопровідного трубопроводу	м	682	562	502	442	442
Витрата води, л/с	л/с	135	154	145	135	107
Необхідний напір води на гідранті	м	30	30	30	30	30
Середня інтенсивність дощу	мм/хв.	1,10	0,97	1,22	1,16	0,79

» [24]

Полив за допомогою дощувальної машини WESTERN відбувається під час руху машини вперед із живленням, що надходить від гідрантів закритої системи зрошення, розташованих на відстані 100 м один від одного. Для оптимізації кількості машин, їх довжини та збільшення продуктивності протягом сезону, передбачається, що одна машина буде здійснювати полив з обох боків від лінії гідрантів.

Дощувальна машина рухається за допомогою електроприводу, що забезпечується електродвигунами, розташованими на кожному візку. Джерелом електроенергії є електрогенератор, розташований на центральному візку, який працює за рахунок дизельного двигуна [24].

Для рівномірного розподілу води по зрошуваному полі на дощувальній машині використовуються насадки типу I-Wob Standart від компанії Senninger.

Для подачі води безпосередньо до машини необхідно мати водяний напір. Для ефективної роботи окремих дощувальних апаратів, зокрема кінцевого, на дощувальній машині передбачено використання декількох насосів підкачки.

Використання комбінованої схеми розташування дощувальних апаратів і насадок дозволяє досягти більш високої рівномірності та якості дощу в порівнянні зі стандартною моделлю машини WESTERN [25].

#### 4.5 Графік поливу запроєктованої сівозміни

Спочатку буде створено графік поливу для всієї сівозміни, в якому буде вказано дні, коли необхідно проводити поливи, їх кількість протягом вегетаційного періоду та загальний обсяг води, необхідний для зрошення. Після цього графік буде адаптовано для врахування витрат води дощувальними машинами, що розташовані на конкретних ділянках. Зі збереженням інформації відомостей формується неукмплектований графік поливу рис 4.1.

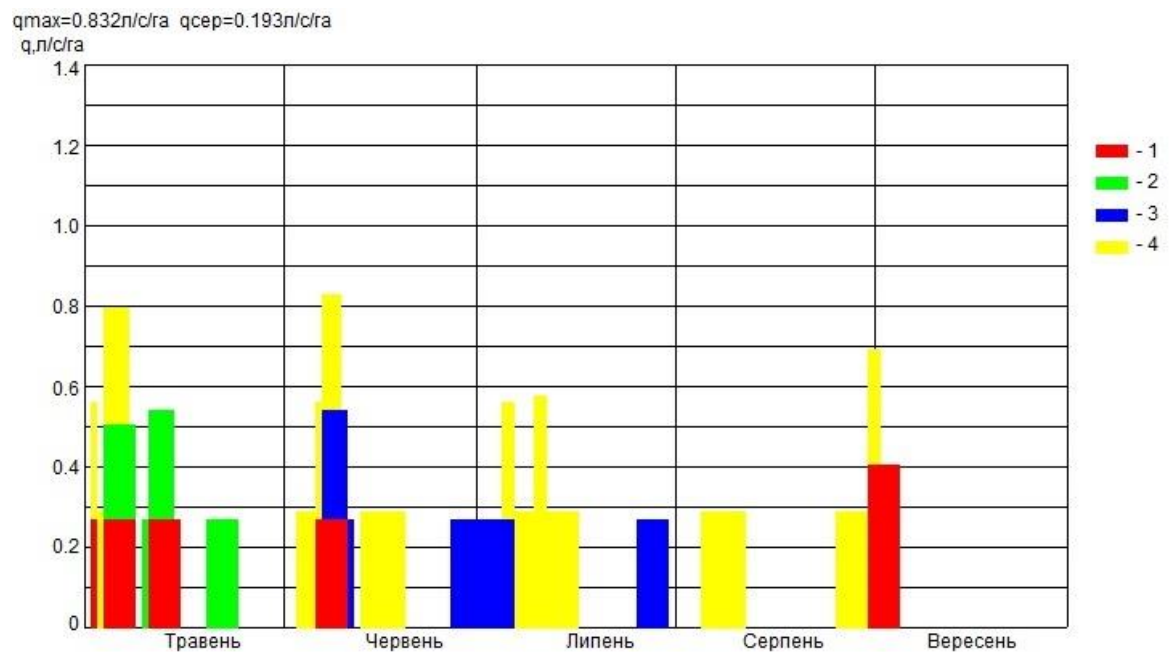


Рис. 4.1 Неукмплектований графік поливу

Аналізуючи неукмплектований графік поливів, можна зауважити, що його неможливо використовувати на практиці, оскільки він відзначається різкими коливаннями загальних обсягів поливу, має періоди значного навантаження внаслідок поливу і перерви у подачі води. У зв'язку з тим, що систему зрошування, гідротехнічні споруди та насосні станції необхідно проектувати з урахуванням максимальної кількості витрат води для поливу, впровадження неукмплектованого графіка виробництва призвело б до значних та непотрібних витрат на будівництво зрошувальної системи та її обслуговування.

Для усунення недоліків такого графіка, його слід переробити (укомплектувати) таким чином, щоб висота графіка була рівномірною або майже однаковою протягом всього поливного періоду.

Гідромодуль - це показник, який визначає кількість води, що потрібно подати на 1 гектар зрошуваного поля. Вираховується за формулою:

$$q = \frac{Q_{civ}^{max}}{F_{civ}}. \quad (4.7)$$

де  $Q_{civ}^{max}$  - Максимальна кількість води, яку необхідно подати на певний період для поливу сівозміни л/с.

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

У даному випадку в неуккомплектованому графіку, при експлуатації 7 дощувальних машин WESTERN, максимальна потреба в воді для сівозміни становить 1060 літрів на секунду. При цьому максимальна гідромодуль складає  $q=1060/156,1=0,79$  л/с/га і цей рівень спостерігатиметься протягом 4 днів.

Виправлення в графіку виконують шляхом зсуву дат поливу, зазвичай на 2-5 днів. Укомплектований графік поливу наведений на рис. 4.2. За даними укомплектованого графіка складають відомість укомплектованого графіка поливів.

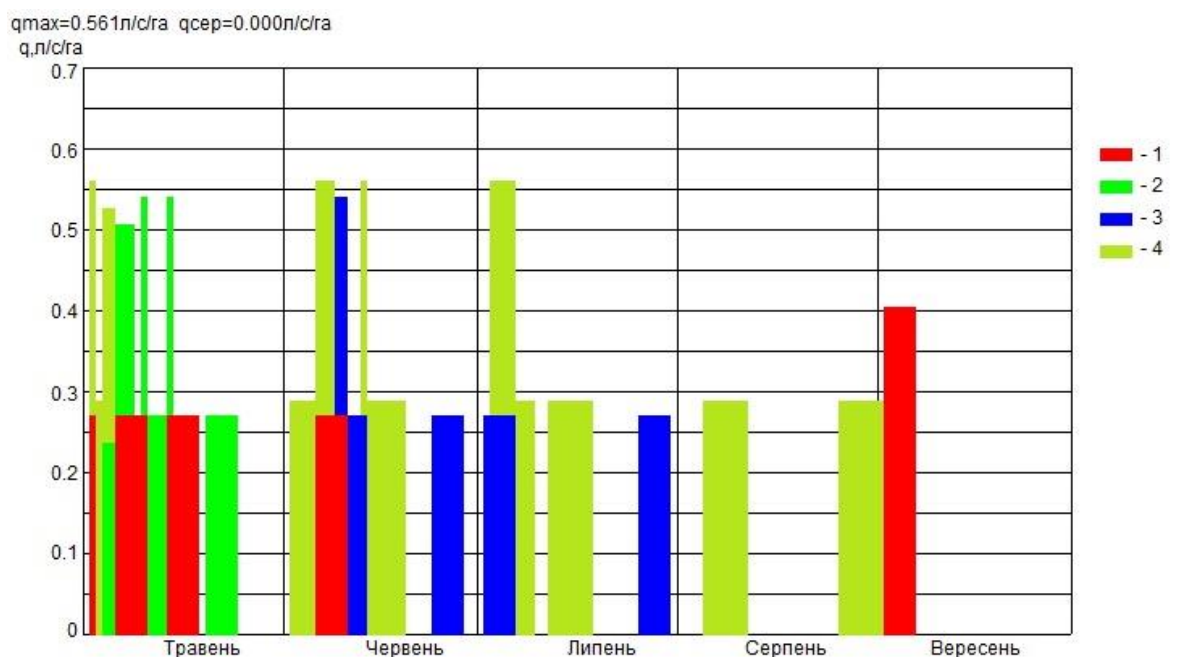


Рис. 4.2 Укомплектований графік поливу



Укомплектований графік поливів при чотирьох працюючих дощувальних машинах показує, що максимальна витрата складає 0,561 л/с при зрошуваній площі 156,1 га, що відповідає значенню  $q=0,38$  л/(с·га).

#### 4.6 Розрахунок ємкості регулюючого басейну

Регулюючий басейн в системі зрошування використовується для вирівнювання розподілу витрат води між різними ділянками мережі протягом поливного періоду. Розрахунок регулюючої ємності регулюючих басейну враховує як сезонні, так і добові параметри [25].

$$V_{доб} = q \cdot A_{пт} \cdot 86.4 \quad (4.8)$$

Графік використання води для проектованої зрошувальної системи з площею 156,1 га представлений на рисунку 4.3. У цьому прикладі середній добовий об'єм споживання води становить 2,5 тис. м<sup>3</sup>/добу. Максимальний об'єм спостерігається 1 травня і складає 7,5 тис. м<sup>3</sup>/добу.

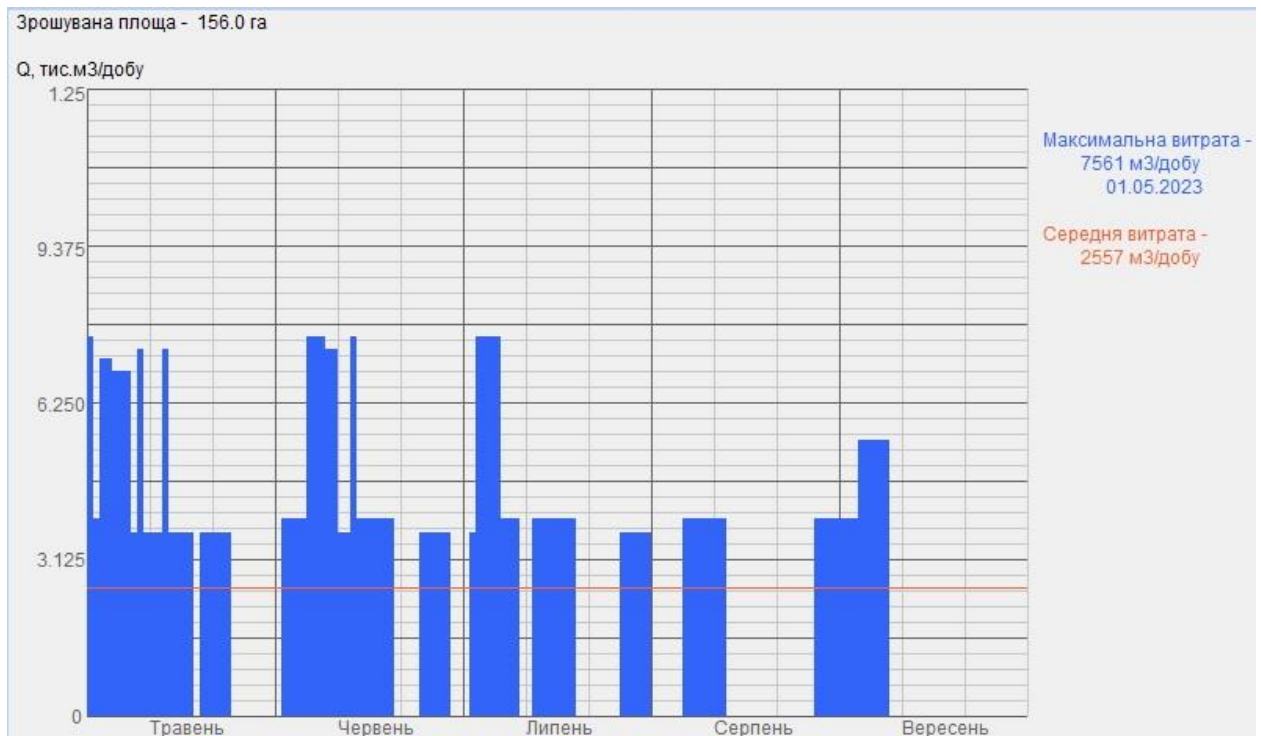


Рис.4.3 Графік обсягів водоспоживання протягом зрошувального сезону.

Графічний метод є найбільш ефективним для визначення сезонної компоненти регулюючих басейнів, аналогічно тому, як це використовується для контролю за стоком річок. Для цього будується інтегральна крива, яка відображає водоспоживання та водоподачу зрошувальною системою (рис. 4.4).

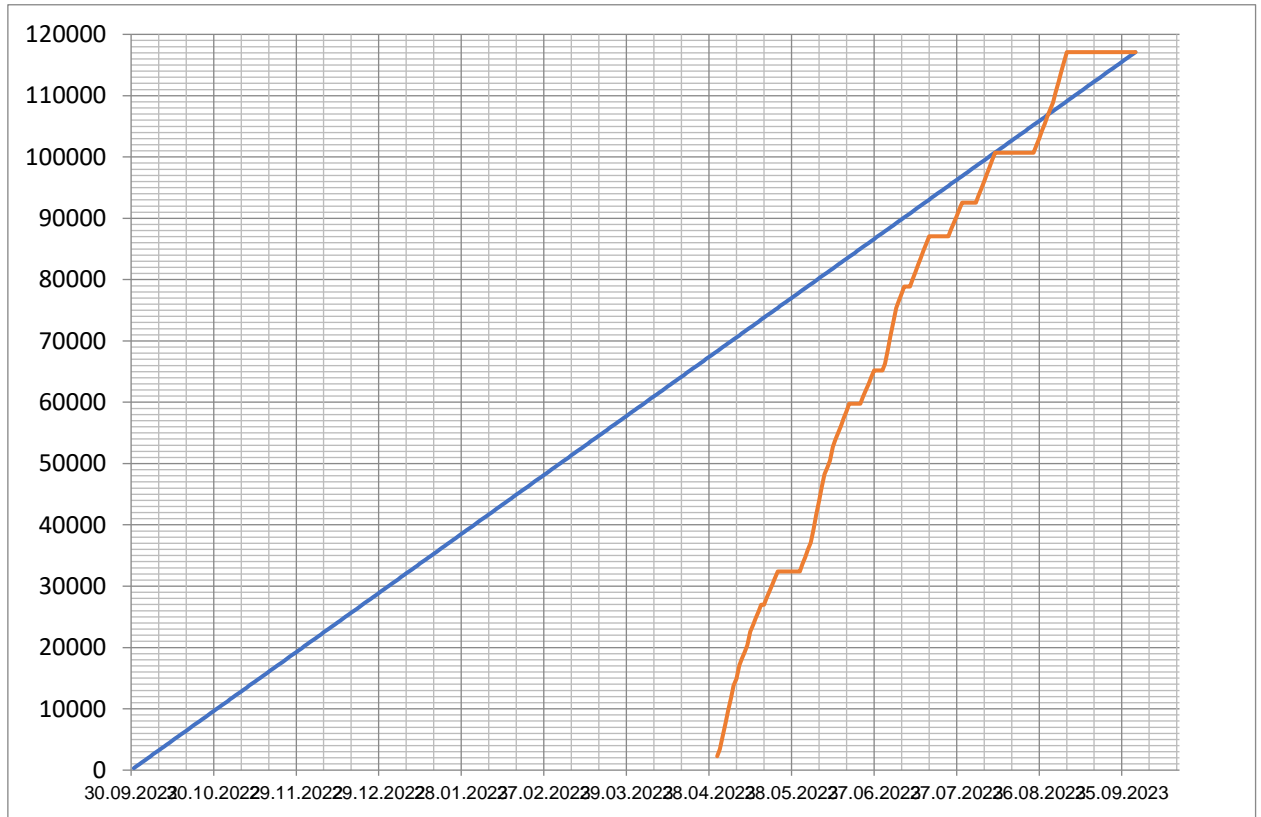


Рис. 4.4. Інтегральна крива водоспоживання та водоподачі.

Подача води на поливну систему є рівномірною, оскільки насоси ГНС працюють однаково протягом всього вегетаційного періоду. Тому інтегральна крива подачі представлена у вигляді прямої лінії, яка відображає рівномірність подачі води протягом часу (див. рис. 4.4). Будь-які відхилення в криві споживання води від прямої лінії подачі можуть бути компенсовані за рахунок регулюючих ємкостей на зрошувальній системі. За даними графіку можемо встановити, що глибина регулюючого басейну становитиме 3 м, середня площа 37046 м<sup>2</sup>, ширина та довжина дорівнюватиме 192 м. Мертвий запас води регулюючого басейну становить 36291 м<sup>2</sup>, корисний 74092 м<sup>3</sup> та повний 10382 м<sup>3</sup>. По урізу ширина та довжина 193 м, при цьому площа становитиме 37249 м<sup>2</sup>. Будівельна ширина та довжина проєктуючого басейну становитиме

193,3 м та площа 37365 м<sup>2</sup>. Схема розрахункового регулюючого басейну зображена на рис. 4.5.

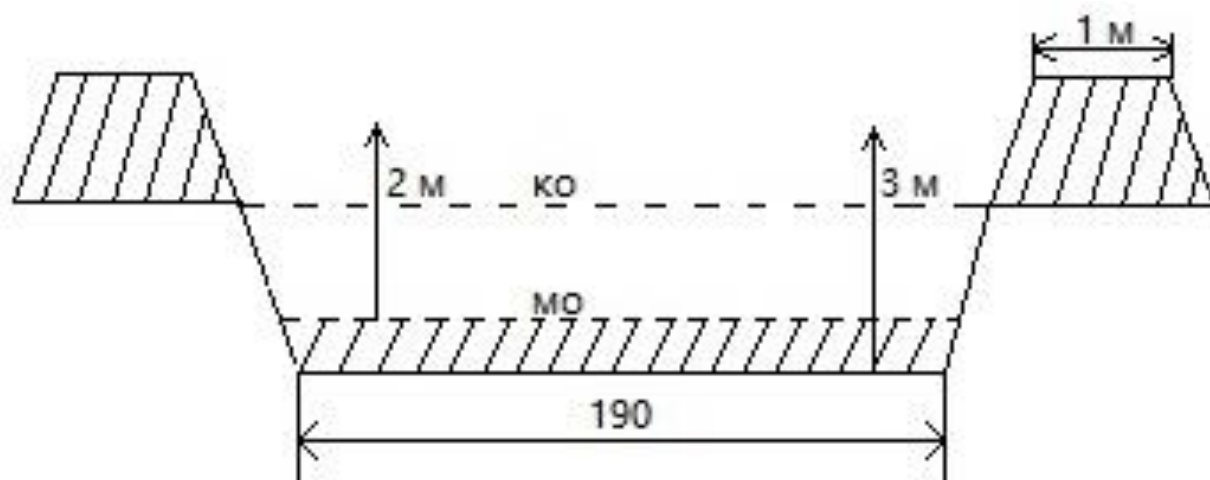


Рис. 4.5 схема регулюючого басейну

## РОЗДІЛ 5 ОРГАНІЗАЦІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА РЕГУЛЮЮЧОГО БАСЕЙНУ

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

У проєкті передбачається будівництво регулюючого басейну з дамбою ширина та довжина якої становить 190 м та глибиною 3 м.

Спочатку рослинний шар ґрунту віддаляється на усій довжині ділянки на глибину родючого шару обсягом,  $V_{зр}$  (м<sup>3</sup>).

$$V_{зр} = L_m B_{зр} h_{зр}, \quad (5.1)$$

де  $L_m$  - розмір ділянки, м;

$B_{зр}$  - Розмір смуги відрізання приймається в межах 10...12 м.

$h_{зр}$  - глибина відкриття рослинного ґрунту становить 0,3...0,5 м.

У даному випадку ми маємо

$$V_{зр} = 190 \cdot 10 \cdot 0,4 = 760 \text{ м}^3.$$

Площа планування траси для досягнення необхідного похилу становитиме  $F_{пл}$  (м<sup>2</sup>).

$$F_{пл} = B_{пл} L_m, \quad (5.2)$$

де  $B_{пл}$  - ширина зони планування взята в розмірі 3...5 м.

Згідно формули (5.2) отримуємо

$$F_{пл} = 3 \cdot 190 = 570 \text{ м}^2.$$

Глибину ділянки визначають відповідно до формули.

$$h = h_{зос} + h_{нр}, \quad (5.3)$$

де  $h_{зос}$  - глибина проєктуючої споруди, м.

$h_{нр}$  - глибина промерзання ґрунту м.

В нашому випадку

$$h = 3 \cdot 1,2 = 3,6 \text{ м.}$$

Площа поперечного перерізу ділянки проєктування, позначена як  $F_m$  (м<sup>2</sup>), становить

$$F_m = h \cdot (B + m \cdot h), \quad (5.4)$$

Об'єм ґрунту, який взято з ділянки, визначається

$$V_m = F_m \cdot L_m, \quad (5.5)$$

Якщо глибина траншеї менше 1,5 у суглинках, то відкоси можна залишити без уположення. Відповідно до формул (5.4) і (5.5) отримуємо.

$$F_m = 3,6 \cdot 1,2 = 4,32 \text{ м}^2,$$

$$V_m = 4,32 \cdot 190 = 821 \text{ м}^3,$$

Об'єм ґрунту, який видаляють вручну  $V_{руч}$  (м<sup>3</sup>)

$$V_{руч} = B \cdot L_m \cdot t_{руч}, \quad (5.6)$$

Об'єм ґрунту, який видаляють екскаватором  $V_{мех}$  (м<sup>3</sup>)

$$V_{мех} = V_m - V_{руч}, \quad (5.7)$$

де  $t_{руч}$  - прошарок ґрунту, який видаляється вручну, становить 0,1 м.

$$V_{руч} = 190 \cdot 1,2 \cdot 0,1 = 23 \text{ м}^3,$$

$$V_{мех} = 821 - 23 = 798 \text{ м}^3.$$

В обчисленнях важливо забезпечити рівновагу мас ґрунту, що означає збереження рівності об'ємів виїмок і насипів.

Таблиця 5.1 Відомість обсягів земельних виїмок та намистів для будівництва резервуару регулюючого басейну.

Назва роботи	Одиниця виміру	Кількість
Зрізання рослинного ґрунту з ділянки проектування	м <sup>3</sup>	1570
Розробка ґрунту на ділянці, всього:		1432
у тому числі: механізованим способом	м <sup>3</sup>	1318
вручну		114
Часткова засипка ділянки ґрунтом вручну	м <sup>3</sup>	154
Повна засипка ділянки ґрунтом	м <sup>3</sup>	418
Відновлення рослинного ґрунту	м <sup>3</sup>	570

## 5.2 Комплексний розрахунок бригади будівельників

Комплексні бригади будівельників включають спеціалізовані ланки робочих різних фахівців, які виконують взаємозалежні завдання. У цих бригадах практикується суміщення професій, дозволяючи одному робочому вико-

нувати кілька видів робіт. Це сприяє зменшенню простоїв під час зміни та прискорює терміни будівництва зрошувальної системи.

Для формування складу комплексної бригади спочатку робиться розрахунок трудових витрат (табл 5.2) для всіх видів робіт, які виконуються при будівництві системи зрошення [26].

Таблиця 5.2 Розрахунок трудових витрат на будівництво системи зрошення.

Обґрунтування норми	Назва роботи	Одиниця виміру	Кількість	Склад ланки		Норма часу на одиницю вимірювання, год.	Трудовитрати на весь об'єм роботи
				Професія, розряд	Кількість люд.		
E2-1-22	Зрізання рослинного ґрунту з ділянки проєктування	м <sup>3</sup>	570	маш. бр.	7	0,55/100	61,7
E2-1-13	Розробка ґрунту на ділянці екскаватором	м <sup>3</sup>	318	маш. бр.	6	0,85/1	55,7
E2-1-47	Розробка ґрунту на дні ділянки	м <sup>3</sup>	55	земл. 2р.	5	2,8/100	48,4
E2-1-58	Часткова засипка ділянки ґрунтом	м <sup>3</sup>	40	земл. 2р	5	0,73/1	43,1
E2-1-34	Повна засипка ділянки ґрунтом	м <sup>3</sup>	418	маш. бр.	5	0,35/100	32,5
V12-1-18	Відновлення рослинного шару ґрунту	м <sup>3</sup>	570	маш. бр.	6	0,65/100	31,5
Всього							272,9

Для визначення складу комплексної бригади будівельників (табл. 5.3), будівельні процеси групуються в ті групи, де можливо виконання робіт одним видом машин або робітниками з однаковою кваліфікацією, такими як бульдозерні, екскаваторні, монтажні та інші. Під час виконання робіт також враховується підвищення продуктивності праці: на 10-15% для механізованих робіт та на 5-8% для ручних робіт.

Таблицю 5.3 заповнюють у визначеному порядку. В першій графі записують процеси, які можуть бути виконані одним видом машин або робітниками одного фаху, наприклад, "Екскаваторні роботи".

У другій графі "Трудовитрати по нормі" вносять суму трудовитрат з рядка 8 (таблиця 5.2) за видами робіт, які виконуються одним типом машин або робітниками одного фаху [26].

Прийняті трудовитрати (записані в графі 3) визначають шляхом множення значень з графі 2 на коефіцієнт, який враховує ріст продуктивності праці. Для механізованих робіт цей коефіцієнт становить 0,85-0,9, а для ручних робіт – 0,92-0,95.

Таблиця 5.3 Визначення комплексної бригади будівельників для будівництва.

Об'єднаний будівельний процес	Трудовитрати, люд.-дн.		Підвищення продуктивн. праці, %	Склад ланки		Тривалість робіт,
	по нормі	прийнято		професія, розряд	кількість, люд.	
1	2	3	4	5	6	7
Будівельні	40,2	30,7	7	машиніст бр.	7	76,4
Екскаторні роботи	55,6	57,5	7	машиніст бр.	5	62,1
Монтажні	78,4	78,2	4	монтажник 4р.,3р.,2р.	5	57,3
Ручні земляні	32,4	45,3	3	землекоп 2р.	5	41,46
Всього	206,6	211,7	21		22	237,26

Отже, проаналізувавши таблицю 5.5, можемо зазначити, що склад комплексної бригади будівельників включає працівників таких спеціальностей:

- машиніст 6-го розряду – 7 чол;
- монтажник 4-го розряду – 5 чол;
- монтажник 3-го розряду – 5 чол;
- землекоп 2-го розряду – 5 чол;

Всього 22 чоловік.

### 5.3 Методи та технології будівельних робіт

Для ефективного та якісного виконання будівельних робіт на об'єктах зрошуваної системи важливо розробити послідовність та методологію вико-

нання цих робіт. Знятий родючий шар ґрунту, що виникає під час будівництва лінійних споруд та меліоративних об'єктів, слід використовувати без його зберігання для рекультивації пошкоджених земель та на прилеглих малопродуктивних угіддях.

Стандартна товщина зняття родючого шару ґрунту для звичайних чорноземів становить 40-100 см. У цьому конкретному проекті прийнято використовувати мінімальну товщину зняття родючого шару, яка дорівнює 40 см. Ширина смуги видаленого ґрунту складає 10 метрів.

Бульдозери використовуються для виконання робіт з розробки та переміщення ґрунту. При цьому можна використовувати різні схеми руху для бульдозерів, зокрема поперечну та поздовжню. Поперечна схема розробки застосовується при видаленні рослинного покриву з ґрунту [26].

При переміщенні ґрунту в поперечному напрямку на короткі відстані від розроблюваної зони, бульдозер, після кожного робочого циклу, повертається заднім ходом для накопичення ґрунту (див. аркуш 8). У даному проекті передбачається використання бульдозера Б-10, який базується на тракторі Т-130. Довжина леза бульдозера становить 3,65 метра, а висота - 1,35 метра.

Для виконання розробки ґрунту у траншеях застосовують спеціалізовані траншейні багатоковшові екскаватори з цепним або роторним робочим механізмом. У випадках, коли розміри траншеї перевищують максимальну глибину і ширину, придатні для траншейних екскаваторів, використовують одноковшові екскаватори з робочим обладнанням, таким як зворотна лопата або драглайн.

В даному проекті через невеликий обсяг земельних робіт використовується одноковшовий екскаватор ЭО-1624А, який базується на шасі МТЗ-82. Об'єм ковша складає геометрично 0,25 м<sup>3</sup>, а номінально - 0,28 м<sup>3</sup>. Глибина копання становить 4250 мм, а радіус копання на рівні стоянки - 5500 мм. Ширина ковша дорівнює 710 мм.

Після виконання основної ділянки вручну проводять розробку ґрунту, її підчищення та вирівнювання.



Рекультивацию рослинного ґрунту здійснюють за допомогою бульдозера, який повертає вийнятий рослинний шар на місце траншеї. Операція повернення вийнятого рослинного ґрунту має аналогічні характеристики [27].

## 5.6 Кошторисна вартість будівництва ділянки зрошення

Вартість будівництва, визначена кошторисними документами у відповідності з проектом, є сумою грошових витрат, що охоплює загальні капітальні вкладення у будівельні роботи, придбання матеріалів та конструкцій, монтаж та придбання обладнання та інші витрати.

У поясненнях до кошторисної документації вказується, на основі яких документів та матеріалів були розроблені кошторисні розрахунки, які включають обчислення накладних витрат, планові накопичення, розмір зворотних сум, а також визначаються розходження витрат. Також надається інформація щодо того, яким чином були враховані витрати на непередбачені роботи та резерв на непередбачені затрати. Крім того, уточнюється, в яких цінах і нормативах року була складена кошторисна документація [27].

Кошторисна документація має бути представлена у формі відповідних кошторисів.

- Пояснювальна записка;
- відомість ресурсів;
- об'єктний кошторис;
- зведений розрахунок.

При компіляції зведеного та об'єктного кошторисів можуть використовуватися відомості з кошторисів інших подібних будівельних об'єктів, якщо дані відсутні. Після завершення розробки кошторисної документації повинна бути визначена загальна вартість будівництва системи зрошення, яка подалі використовується для проведення економічних розрахунків.

У кошторисах проводять розрахунок вартості будівельних та монтажних робіт, а також вартості використаних матеріалів та конструкцій на основі

встановлених прејскурантів. Окремо розраховують накладні витрати, які використовуються для виплати праці робітникам та інших витрат, пов'язаних з будівництвом. За результатами обчислення прямих витрат та накладних витрат додають планові накопичення в розмірі 20%, що представляє собою прибуток будівельної організації.

У рамках даного дипломного проекту було складено кошториси за допомогою програмного комплексу АВК-3 (версія 2.7.0). Результати розрахунків представлені у додатках Г, Д і Е. Кошторисна вартість за локальним кошторисом № 2-1-1 становить 26 525 628 гривень, за об'єктним кошторисом також 440 261 гривень, а за зведеним кошторисом – 28 697 759 гривень.

Питомі затрати на 1 га складуть  $\frac{28697759}{65.2} = 440\,149$  грн.

## РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ В ГАЛУЗІ

Організація охорони праці при використанні тваринницьких стічних вод для зрошення є важливим етапом у забезпеченні безпеки працівників та збереженні стабільного функціонування агропромислових підприємств. Враховуючи специфіку робіт із стічними водами, необхідно впроваджувати заходи з охорони праці, спрямовані на зменшення ризиків і забезпечення найвищого рівня безпеки працівників. Основні аспекти охорони праці у контексті використання тваринницьких стічних вод для зрошення включають:

### Оцінка ризиків та забезпечення безпеки

- проведення аналізу ризиків при роботі з тваринницькими стічними водами;
- розробка і впровадження заходів щодо зменшення можливих небезпек і негативних впливів.

### Підготовка та навчання персоналу

- забезпечення регулярної підготовки працівників з охорони праці та правил використання стічних вод;
- навчання основам безпеки та використання захисного обладнання.

### Використання захисного обладнання

- забезпечення працівників необхідним захисним одягом та обладнанням;
- регулярна перевірка та обслуговування захисного обладнання.

### Контроль за забрудненням

- постановлення системи моніторингу та контролю за якістю тваринницьких стічних вод;
- регулярні перевірки та аналіз складу стічних вод для виявлення потенційно небезпечних речовин.

### Системи вентиляції та відсмоктування:

- впровадження ефективних систем вентиляції на об'єктах, де проводяться роботи з тваринницькими стічними водами;

- використання систем відсмоктування для запобігання вдиханню шкідливих парів та розпилених частинок.

#### Надання першої медичної допомоги

- навчання працівників надавати першу медичну допомогу у випадках можливих травм чи отруєнь;
- забезпечення наявності необхідних засобів для надання першої медичної допомоги на робочих місцях.

#### Регулярні аудити та огляди:

- проведення систематичних аудитів безпеки для перевірки дотримання вимог з охорони праці;
- організація регулярних медичних оглядів.

#### Екологічні аспекти та вплив на здоров'я

- проведення моніторингу впливу тваринницьких стічних вод на навколишнє середовище та здоров'я працівників.
- розробка та впровадження заходів для зменшення негативного впливу, наприклад, облаштування спеціальних резервуарів або облаштування фільтраційних систем.

#### Управління відходами

- систематичний збір та вивезення відходів від процесу зрошення тваринницькими стічними водами.
- впровадження відповідної системи утилізації для відходів, які виникають у процесі робіт.

Здійснення заходів з організації охорони праці в сільському господарстві і сфері агропромислового комплексу передбачає комплексні дії, узгоджені із чинним законодавством, з метою державного регулювання забезпечення здоров'я працівників в цих секторах. Це включає в себе забезпечення виконання основних вимог законодавства з охорони праці на підприємствах, а також дотримання кожним працівником встановлених правил і норм з охорони праці [27].

При будівництві та експлуатації (ЗПЗ) важливо дотримуватися ряду санітарно-гігієнічних вимог, включаючи наступне: території повинні бути озеленені та обнесені валом для запобігання скиданню стічних вод; відстань між ЗПЗ та населеними пунктами повинна становити не менше 250-300 метрів; на зрошуваних полях слід облаштовувати спеціальні приміщення для обслуговування персоналу, зберігання поливного обладнання та спецодягу; персонал, що займається обробкою стічних вод, повинен мати добрі знання санітарних норм, дотримуватися правил особистої гігієни, регулярно проходити профілактичні щеплення від кишкових інфекцій та періодично піддаватися обстеженню на гельмінти з подальшою проведенням дегельмінтизації.

Керівник господарства несе відповідальність за належну функціонування ЗПЗ, забезпечення безпеки праці працівників та дотримання ветеринарних і санітарно-гігієнічних норм [28].

Основні санітарно-гігієнічні вимоги до використання гною і гноївки на тваринницьких фермах та комплексах у сільському господарстві спрямовані на захист навколишнього середовища від забруднення та запобігання інфекційним захворюванням серед людей і тварин. Зокрема, заборонено використання гною і гноївки у зонах санітарної охорони курортів, вододжерел, мінеральних джерел, а також на поверхні карстових і шпаруватих порід. Перед використанням на полі гній та гноївка повинні пройти карантинне утримання у гноєсховищах протягом не менше 6 діб. Протягом цього періоду вони піддаються процесу очищення від патогенних мікроорганізмів та яєць гельмінтів. Також забезпечується дезінфекція за допомогою формальдегіду у карантинних контейнерах, а рідкий гноїв - механічно обробляється для виділення твердих часток. Попереднє оброблення гноївки може включати процедури у спорудах для штучного біологічного очищення або біологічних ставках. Тверду частину гною слід піддавати компостуванню на спеціальних гідроізолюваних майданчиках протягом 6-8 місяців, при цьому половина цього періоду має припадати на теплий сезон року.

При використанні гною і гноївки існує ризик зараження тварин яйцями гельмінтів. З цією метою рекомендується силосувати зелену масу кормових культур протягом 40-50 діб або переробляти її на вітамінне борошно. Ефективність роботи ЗПЗ визначається якістю стічних вод, вирощуванням сільськогосподарських культур та їх агротехнікою [29].

Заходи, спрямовані на організаційну та економічну сфери:

- виконання вимог щодо перевезення, зберігання та внесення добрив та пестицидів;
- уникнення розсипання при внесенні мінеральних добрив;
- обмеження на використання будь-яких видів добрив під час наявності снігового покриву;
- виконання встановлених норм використання добрив і пестицидів та їх рівномірне розподілення на площі сільськогосподарських угідь;
- виключення використання авіації для обробки посівів у випадках, коли відсутні умови для її безпечного застосування. В окремих ситуаціях повна заборона використання авіації для обробки пестицидами полів, які розташовані на відстані менше 1000 м від населених пунктів і 2500 м від берегів водойм. Використання авіації для обробки посівів пестицидами повинно бути узгоджене з органами санітарної епідемічної служби та рибоохорони в кожному конкретному випадку.
- інтеграція хімічних обробок посівів з агротехнічними та біологічними методами боротьби зі шкідниками, захворюваннями рослин і бур'янами;
- використання пестицидів відбувається відповідно до "Списку хімічних і біологічних засобів боротьби зі шкідниками, хворобами рослин і бур'янами, дозволених для застосування в сільському господарстві", затвердженого Державною комісією по хімічним засобам боротьби з шкідниками, хворобами рослин і бур'янами при Мініс-

терстві сільського господарства і заготівель України, з відповідними доповненнями на поточний рік;

-будівництво складів для зберігання добрив і пестицидів, а також створення злітно-посадочних смуг і майданчиків для заправки добривами і пестицидами наземної апаратури відбувається відповідно до технічних умов, що забезпечують безпечне зберігання та умови їх використання.

Ці заходи спрямовані на створення безпечного та ефективного робочого середовища для працівників, а також на мінімізацію впливу на навколишнє середовище.

## РОЗДІЛ 7 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗРОШЕННЯ ТВАРИННИЦЬКИМИ СТИЧНИМИ ВОДАМИ

### 7.1 Техніко-економічні показники проектування

У процесі проектування широко використовується значна кількість техніко-економічних показників, які стосуються окремих елементів проекту, таких як окремі споруди, канали, господарства, відділення, сівозмінні ділянки, види культур та інші. Ці показники в більшості випадків використовуються для проведення проектних розрахунків, включаючи в себе вибір варіантів технічних та організаційних рішень [30].

Вибір проектних показників проводиться враховуючи особливості вирішення поставлених задач, конкретні умови будівництва та подальшої експлуатації системи, а також залежно від використання меліорованих земель.

Основна мета цих показників полягає в тому, щоб надати достатній матеріал для оцінки загальної та порівняльної економічної ефективності меліоративного будівництва та інших заходів. В рамках основних показників враховані лише найбільш характерні та узагальнені дані для кожної основної групи техніко-економічних показників.

1. Вартість валової продукції (брутто) до та після виконання меліоративних заходів, які передбачені в проекті.
2. Витрати на капітальні інвестиції у меліоративне будівництво земельної ділянки після проведення робіт з меліорації.
3. Розмір річних меліоративних витрат на експлуатацію в розрахунку на одиницю площі.
4. Собівартість 1 м<sup>3</sup> поливної води.
5. Дохід від сільськогосподарського виробництва на земельних ділянках, які пройшли меліоративні заходи.
6. Додатковий чистий дохід. Основний термін окупності капітальних витрат на меліорацію.



Вартість валової продукції до та після введення в експлуатацію системи зрошення на визначеній у проекті території представлена в таблиці 6.1.

Таблиця 7.1 Вартість валової продукції

Сільськогосподарська культура	Зрошувана площа, га	Врожайність ц/га	Валова продукція	Ціна за 1 ц, грн	Вартість валової продукції
До проведення меліоративних заходів (до зрошення стічними водами)					
Пшениця озима	60	30	6325	875	1563400
Ячмінь ярий	38	80	10253	652	1213684
Кукурудза на силос	30	70	4532	589	1369871
Люцерна	28	30	1745	439	1259698
Всього	156	210			5406653
Після проведення меліоративних заходів (після зрошення стічними водами)					
Пшениця озима	60	30	9854	875	2375100
Ячмінь ярий	38	80	17523	652	2156791
Кукурудза на силос	30	70	7410	589	2265412
Люцерна	28	30	3267	439	1841236
Всього	156	210			8638539

Вартість валової продукції до впровадження зрошення стічними водами на ділянці становить у середньому 5,40 мільйона гривень, після впровадження системи зрошення з тваринницькими стічними водами вона має збільшитись до 8,63 мільйона гривень. Різниця між ними складає 3,2 мільйона гривень.

Питома вартість валової продукції складе:

- без зрошення стічними водами  $\frac{5406653}{156} = 14658$  тис. грн/га;
- зі зрошенням стічними водами  $\frac{8638539}{156} = 25375$  тис. грн/га.

Згідно з розрахунками кошторису, капітальні витрати на меліоративне будівництво складуть 28,6 мільйона гривень, що еквівалентно 61 100 грн/га.

Для запроєктованого зрошуваного масиву передбачено наявність чотирьох операторів дощувальних машин WESTERN, кожному з яких виплачується щомісячна зарплатня у розмірі 15000 гривень, та одного інженера-гідротехніка, якому призначена щомісячна зарплатня у розмірі 17000 гривень. Розрахунок заробітної плати подано у таблиці 6.2.

Таблиця 7.2 Заробітна плата працівників

Посада	Кількість працівників, чол.	Термін роботи протягом року, місяців	Місячна заробітна плата, грн	Річна заробітна плата, грн.
Інженер гідротехнік	4	12	15000	180000
Оператор ДМ	2	6	17000	204000
Разом	x	x	x	384000
Нарахування на ФОП (37%)	x	x	x	38628
Всього	x	x	x	422628

Загальні витрати включають в себе як меліоративні, так і сільськогосподарські витрати. Сільськогосподарські витрати, у свою чергу, охоплюють витрати на обробіток ґрунту, проведення сівби, внесення органічних і мінеральних добрив, заходи з обробки рослин від шкідників і хвороб, боротьбу з бур'янами, а також збирання врожаю. Розрахунок сільськогосподарських витрат представлений у таблиці 6.3.

Таблиця 7.3 Щорічні сільськогосподарські витрати

Сільськогосподарська культура	Площа, га	Без зрошення стічними водами		Зі зрошенням стічними водами	
		Питомі витрати, грн	всього, грн	Питомі витрати, грн	всього, грн
Пшениця озима	60	1285	253769	6356	1646957
Ячмінь ярий	38	869	231985	4523	1452147
Кукурудза на силос	30	752	186541	4159	1396874
Люцерна	28	635	165413	3654	1258716
Всього	156	3541	837708	18692	5754694

Витрати на сільське господарство для зрошеного масиву становитимуть 837 тис. гривень, в той час як без зрошення ці витрати склали б 5,7 млн. гривень. Відповідно, питомі сільськогосподарські витрати становлять.

Рентабельність сільськогосподарського виробництва на меліорованих землях визначається як відсоток прибутковості виробництва. Цей показник обчислюється як відношення чистого прибутку після проведення меліорації до загальної суми витрат, помножене на 100. У даному випадку, рентабельність визначається до проведення реконструкції:

- до зрошення стічними водами :  $\frac{18876685}{28697759} \cdot 100 = 32\%$
- після зрошення стічними водами :  $\frac{32592824}{28697759} \cdot 100 = 55\%$ .

Час, необхідний для повернення капітальних витрат або відновлення одночасних інвестицій.

$$T = \frac{K}{\text{ДЧД}} = \frac{28697759}{13745668} = 5 \text{ років.}$$

Звівши економічну ефективність до та після зрошення поливів тваринницькими стічними водами маємо такі економічні показники. Вартість валової продукції після зрошення становить 8,63 млн. грн, що майже в двічі більше ефективніше, ніж зрошення чистими водами. Різниця питома вартості скалала на 10 грн. більше. Час для повернення капітальних витрат за економічними розрахунками складає 5 років.

## ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження можна зробити наступні висновки щодо використання тваринницьких стічних вод для зрошення та організації праці на агропромислових підприємствах:

1. Ефективність використання тваринницьких стічних вод. Дослідження підтвердило, що використання тваринницьких стічних вод для зрошення може бути ефективним методом використання відходів сільськогосподарського виробництва та зменшення потреби у чистій воді. Дослідження демонструють збільшення урожайності культур при використанні тваринницьких стічних вод у порівнянні з традиційними методами зрошення.

2. Оптимізація ресурсів та економічна вигода. Впровадження даного методу дозволяє оптимізувати використання водних ресурсів, зменшити витрати на іригацію та покращити водоекономію на агропромисловому об'єкті. Аналіз економічних показників вказує на зменшення витрат на водозабезпечення та підвищення ефективності використання сільськогосподарських земель.

3. Охорона праці та безпека працівників. Визначено та реалізовано заходи з охорони праці, що гарантують безпеку працівників у процесі роботи з тваринницькими стічними водами, включаючи навчання, використання захисного обладнання та систем вентиляції. Детально розглянуті заходи безпеки, такі як навчання з правил безпеки, носіння відповідного захисного одягу та використання систем вентиляції, які значно знижують ризики для працівників.

4. Сприяння сталому розвитку. Використання тваринницьких стічних вод для зрошення вписується в концепцію сталого розвитку, сприяючи збереженню водних ресурсів та зменшенню впливу сільськогосподарських відходів на довкілля. Аналіз впливу на навколишнє середовище показує, що ви-

користання тваринницьких стічних вод допомагає у зменшенні викидів та забезпечує екологічну стійкість агропромислового комплексу.

#### 5. Потенційні напрями подальших досліджень:

Важливим напрямком для подальших досліджень є розширення обсягів досліджень та вивчення впливу використання тваринницьких стічних вод на якість ґрунту, рослин і продукції.

Результати дослідження підтверджують актуальність та перспективність використання тваринницьких стічних вод для зрошення в агропромисловому виробництві, а також свідчать про успішну імплементацію заходів з охорони праці для забезпечення безпеки працівників у даному контексті.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Агрокліматичний довідник по Дніпропетровській області (1986-2005рр.) / За редакцією О.Т Прохоренко, Т.І. Адаменко, - Дніпропетровськ: Поліграфічний центр ППВКФ «Поліграф-Медіа», 2011. – 231 с.
2. Барсук, С.М., & Горбатюк, О.В. (2004). Модернізація та реконструкція очисних споруд. – 225 с.
3. Бойчук Ю.Д., Солошенко Е. М. Екологія і охорона навколишнього середовища. - К.: Видавничий дім «Княгиня Ольга», 2005. – 302 с.
4. Географічна енциклопедія України: в 3-х т. – К. : УРЕ, 1990 – 306 с.
5. Корбутяк В. І. Методологія системного підходу та наукових досліджень: Навчальний посібник. – Рівне : НУВГП, 2010. – 176 с.
6. Забруднення атмосферного повітря // Словник-довідник з екології: навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. — Херсон :ПП Вишемирський В. С., 2013. — 87 с.
7. Крушельницька В. О. Методологія та організація наукових досліджень: Навч. посіб. – К. : Кондор, 2003. – 192 с.
8. Лисенко, Л.Г., & Коросташовський, А.А. (2005). Модернізація систем очистки стічних вод у містах України. Вода і водоочищення, (1), 37-42 с.
9. Лютий, М. І. (2018). Аналіз і оцінка роботи очисних споруд міста Дніпра. Вода і водоочищення, (3), 46-51 с.
10. Модернізація системи очищення стічних вод міста Києва. Вода і водоочищення, (3), 30-35 с.
11. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водовідведення і очистка стічних вод / Підручник для ВНЗ: - М.:АСВ, 2002 - 704 с.
12. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Введений з 01.01.2014. – К.: Мінрегіон України, 2013 – 128 с.

13. Сільськогосподарські машини. Підручник/ Д.Г. Войтюк, Гаврилюк Г.Р., В.О. Дубровін.: За ред. Д.Г. Войтюка - К.: Урожай, 1994 – 56 с.
14. Сільськогосподарські машини та меліоративні машини. Підручник/ Д.Г. Войтюк, Г.Р. Гаврилюк, В.О. Дубровін та ін.: За ред. Д.Г. Войтюка - К.: Вища освіта, 2004 – 108 с.
15. Фортуна В.Й. Технологія механізованих сільськогосподарських робіт. — К.: Урожай, 1991 – 175 с.
16. Офіційний сайт приватного підприємства «Перемога АВК» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://peremogaavk.com.ua/>
17. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод: Навч. посібник. – Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», 2003. – 622 с.
18. Запольський А.К., Мішкова–Клименко Н.А. та ін. Фізико–хімічні основи технології очищення стічних вод. – К.: Лібра, 2000. – 326 с.
19. Житецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці.- Вид.2-ге, стереот.- Львів:2000. -347с.
20. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води /А.К. Запольський. – К.: Вища шк., 2005. – 671 с.
21. Колодійчук І. А. Формування територіально збалансованих систем управління відходами: регіональний вимір : монографія. Львів: ДУ «Інститут регіональних досліджень ім. М. І. Долишнього НАН України», 2020. - 524 с.
22. Манцев А.И. Очищення стічних вод флотацією. К.: Будивельник, 1976.- 132с.
23. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П та ін.-К.:СИМВОЛ-Т,2009 -28с.
24. Методика картографування екологічного стану поверхневих вод України за якістю води /Руденко Л.Р., Розов В.П. та ін.-К.:СИМВОЛ-Т, 2008.-48с.

25. Іванько О. М. Сучасні методи знезараження стічних вод / Іванько О. М., Бідненко Л. І. / Українська військово-медична академія – 14 с.
26. Тірольський А. К. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод. К.: Лібра, 2000. - 552 с.
27. Гомеля, М. Д. Очистні споруди. Основи проектування: Навч. посіб. / М. Д. Гомеля, Т. В. Крисенко, І. М. Дейкун.— К.: НТУУ. КПІ., 2007.— 176 с.
28. Хенце М., Армюес П., Ля-Кур-Янсей Й. та ін. Очищення стічних вод: Біологічні та хімічні процеси. Пер. з англ. Навчальний посібник. – СВІТ, 2004. – 450с.
29. Сухарев С. М., Чундак С. Ю., Сухарева О. Ю. Технологія та охорона навколишнього середовища. Навч. пос. - Львів. «Новий світ-2000», 2004.-256с.
30. Методичні рекомендації до написання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» в дипломних роботах для студентів факультету водогосподарської інженерії та екології. Спеціальність: 101 «Екологія» освітній ступінь: магістр, денної і заочної форми навчання - Дніпро: ДДАЕУ, 2020 – 13 с.
31. ДСТУ 7238:2011. Система стандартів безпеки праці. Засоби колективного захисту працюючих. Загальні вимоги та класифікація. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=57383](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=57383).



## ДОДАТОК А

## МЕТЕОРОЛОГІЧНІ ДАНІ РОКУ-МОДЕЛІ

Розрахунок ведеться за дефіцитами водоспоживання

Найближча метеостанція - Дніпропетровск

Ймовірносна забезпеченість розрахункового року - 75 %

Вибрані роки

2002

2012

1983

1962

1971

Декада	h,мм	d,мб	t,*C	b	км
1 березень	11.8	1.2	-2.3	0.95	1.00
2 березень	4.0	1.9	1.8	1.00	1.00
3 березень	21.5	2.8	5.2	1.05	1.00
1 квітень	12.2	4.1	8.0	1.09	1.00
2 квітень	3.6	6.3	10.8	1.13	1.00
3 квітень	4.8	8.6	14.0	1.18	0.99
1 травень	15.1	7.3	14.8	1.23	0.97
2 травень	12.1	11.0	18.2	1.26	0.95
3 травень	11.6	11.5	19.8	1.30	0.94
1 червень	17.3	10.8	19.0	1.32	0.94
2 червень	14.1	10.2	21.1	1.33	0.93
3 червень	9.9	11.6	20.8	1.33	0.92
1 липень	10.0	13.5	22.7	1.32	0.91
2 липень	14.9	14.0	24.0	1.30	0.91
3 липень	32.7	11.5	22.3	1.29	0.91
1 серпень	11.8	14.2	23.5	1.24	0.90
2 серпень	24.3	10.5	21.4	1.20	0.90
3 серпень	14.1	9.6	18.8	1.15	0.90
1 вересень	18.5	8.9	18.1	1.11	0.92
2 вересень	6.6	6.8	16.1	1.06	0.93
3 вересень	18.1	4.6	14.8	1.01	0.94
1 жовтень	8.5	3.2	9.3	0.97	0.98
2 жовтень	12.7	2.3	7.7	0.92	0.99
3 жовтень	15.5	1.6	5.4	0.88	1.00



## ДОДАТОК Г

## Розрахунок дефіциту водоспоживання

## Пшениця озима

Декада	E, мм	P, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм	d, м <sup>3</sup> /га
3 березень	13	22	41	0	-41	-41	75	0.5	40			
1 квітень	21	12	8	0	5	-36	75	0.6	45			
2 квітень	32	4	-3	0	33	-3	80	0.7	45			19
3 квітень	43	5	7	0	33	30	80	0.8	50	1	40	33
1 травень	35	15	7	0	19	50	80	0.9	55	1	40	26
2 травень	47	12	0	0	40	89	80	0.9	55	1	40	30
3 травень	45	12	15	0	23	112	75	0.9	70			31
1 червень	34	17	0	0	23	136	75	0.9	70	1	40	23
2 червень												

## Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
В	1.09	60
1	29.04	40
2	5.05	40
3	12.05	40
4	7.06	40
M=220 мм		
SE=269 мм		
dmax=33 м <sup>3</sup> /га		

## Ячмінь ярий

Декада	E, мм	P, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм	d, м <sup>3</sup> /га
3 березень	5	22	33	0	-41	-41	75	0.4	30			
1 квітень	8	12	0	0	0	-40	75	0.4	30			
2 квітень	17	4	8	0	7	-33	75	0.5	40			4
3 квітень	27	5	0	0	24	-9	75	0.5	40			15
1 травень	25	15	-2	0	17	8	80	0.6	35	1	35	21
2 травень	43	12	7	0	29	37	80	0.7	45	1	40	23
3 травень	48	12	0	0	41	79	80	0.7	45	1	40	35
1 червень	37	17	20	0	6	85	75	0.8	65			24
2 червень												

## Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
1	5.05	35
2	11.05	40
3	21.05	40
M=120 мм		
SE=210 мм		
dmax=35 м <sup>3</sup> /га		

## Проект зрошення стічними водами в приватному підприємстві "Перемога АВК"

Будівництво розташоване на території ..... області.

Кошторисна документація складена із застосуванням:

- Ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (ДСТУ Б Д.2.2-2012);

Вартість матеріальних ресурсів і машино-годин прийнято за регіональними поточними цінами станом на дату складання документації та за усередненими даними Держбуду України.

Загальновиробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників Додатка Б до ДСТУ-Н Б Д.1.1-3-2013.

При складанні розрахунків інших витрат прийняті такі нарахування:

1. Усереднений показник ліміту коштів на зведення та розбирання титульних тимчасових будівель і споруд (С15 = 1), ДСТУ Б Д.1.1-1-2013 п.5.8.11	3,10000	%
2. Усереднений показник ліміту коштів на додаткові витрати при виконанні будівельних робіт у зимовий період (К = 0,9), ДСТУ Б Д.1.1-1-2013 Дод. К п. 26	1,17000	%
3. Кошти на утримання служби замовника (включаючи витрати на технічний нагляд), ДСТУ Б Д.1.1-1-2013 Дод. К п. 44	2,50	%
4. Вартість проектних робіт, ДСТУ Б Д.1.1-1-2013 Дод. К п. 49	-	%
5. Показник витрат на покриття ризику, пов'язаного з проектною документацією, ДСТУ Б Д.1.1-1-2013 п.5.8.16	8,50	%
6. Кошти на покриття витрат, пов'язаних з інфляційними процесами, визначені з розрахунку закінчення будівництва у ..		
7. Прогнозний рівень інфляції в будівництві першого року будівництва, коефіцієнт, ДСТУ Б Д.1.1-1-2013 п.5.8.16	1,048	
8. Кошти на покриття ризику всіх учасників будівництва (Р), ДСТУ Б Д.1.1-1-2013 п.5.8.16	-	%
9. Усереднений показник для визначення розміру кошторисного прибутку, ДСТУ Б Д.1.1-1-2013 п.5.8.16	7,76	грн./люд.-г
10. Усереднений показник для визначення розміру адміністративних витрат, ДСТУ Б Д.1.1-1-2013 п.5.8.16	1,79	грн./люд.-г
Загальна кошторисна трудомісткість	12,988	тис.люд.-г
Нормативна трудомісткість робіт, яка передбачається у прямих витратах	10,829	тис.люд.-г
Загальна кошторисна заробітна плата	1461,784	тис.грн
Середньомісячна заробітна плата на 1 робітника в режимі повної зайнятості:		
Тарифна сітка для будівельних, монтажних і ремонтних робіт при середньомісячній нормі тривалості робочого часу 166,83 люд.-г та розряді робіт 3,8	20000,00	грн.
Тарифна сітка для робіт на керуванні та обслуговуванні будівельних машин та механізмів при середньомісячній нормі тривалості робочого часу 166,83 люд.-г та розряді робіт 3,8	15000,00	грн.

## ДОДАТОК Д

2 Програмний комплекс АВК-5 (3.0.0)

Проект зрошення стічними водами в приватному підприємстві "Перемога АВК"

- 1 -

2 СД ОС 2-2

Форма №4

## ОБ'ЄКТНИЙ КОШТОРИС № 2-2

на будівництво : Проект зрошення стічними водами

Кошторисна вартість об'єкта 6880,102 тис.грн.  
 Кошторисна трудомісткість 12,072 тис.люд.-год.  
 Кошторисна заробітна плата 1461,784 тис.грн.  
 Вимірник одиничної вартості  
 Будівельні обсяги

Складений в поточних цінах станом на 8 грудня 2023 р.

№ п/п	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			Кошторисна трудомісткість, тис. люд.-год.	Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	Показники одиничної вартості
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	всього			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Л. кошторис. 2-2-1	на Проект зрошення стічними водами	6880,102	-	6880,102	12,072	1461,784	-
		Всього:	6880,102	-	6880,102	12,072	1461,784	-

Головний інженер проекту  
( Головний архітектор проекту)

\_\_\_\_\_

*[підпис, ( ініціали, прізвище )]*

Начальник відділу

\_\_\_\_\_

*[підпис, ( ініціали, прізвище )]*

Склав

\_\_\_\_\_

*[підпис, ( ініціали, прізвище )]*

Ягодін М.О.

Перевірив

\_\_\_\_\_

*[підпис, ( ініціали, прізвище )]*

Доценко В.І.

## ДОДАТОК Е

3 Програмний комплекс АВК-5 (3.0.0)

- 1 -

2 СД ССР

Форма № 5

ДДАБУ

( назва організації, що затверджує )

Затверджено

Зведений кошторисний розрахунок у сумі 10050,578 тис. грн.

В тому числі зворотних сум 31,992 тис. грн.

( посилання на документ про затвердження )

" " \_\_\_\_\_ 20 р.

## ЗВЕДЕНИЙ КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК ВАРТОСТІ ОБ'ЄКТА БУДІВНИЦТВА №

Проект зрошення стічними водами в приватному підприємстві "Перемога АВК"

Складений в поточних цінах станом на 8 грудня 2023 р.

№ п/п	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування глав, будинків, будівель, споруд, лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	інших витрат	загальна вартість
1	2	3	4	5	6	7
1	2-2	Глава 2. Об'єкти основного призначення Проект зрошення стічними водами	6880,102	-	-	6880,102
		Разом по главі 2:	6880,102	-	-	6880,102
		Разом по главах 1-7:	6880,102	-	-	6880,102
2	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.11	Глава 8. Тимчасові будівлі і споруди Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених проектом (робочим проектом)	213,283	-	-	213,283
		Разом по главі 8:	213,283	-	-	213,283
		Разом по главах 1-8:	7093,385	-	-	7093,385

## ДОДАТОК Є

3 Програмний комплекс АВК-5 (3.0.0)

- 1 -

2\_СД\_ВРОБ\_2-2

Проект зрошення стічними водами в приватному підприємстві "Перемога АВК"

Форма № 4а

## Відомість ресурсів до об'єктного кошторису № 2-2

№ п/п	Шифр ресурсу	Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Поточна ціна за одиницю, грн.	у тому числі:		
						відпускна ціна, грн.	транспортна складова, грн.	Заготівельно-складські витрати, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>I. Витрати труда</b>								
1	1	Витрати труда робітників-будівельників	люд.-год.	7059,75	111,85			
2		Середній розряд робіт, що виконуються робітниками-будівельниками	розряд	3,2				
3		Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	люд.-год.	3769,56	115,61			
4		Середній розряд ланки робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	розряд	5,5				
5		Витрати труда робітників, заробітна плата яких враховується в складі:						
5.1		загальновиробничих витрат	люд.-год.	1242,78	190,17			
Разом кошторисна трудомісткість			люд.-год.	12072,09				
Середній розряд робіт			розряд	3,2				
<b>II. Будівельні машини і механізми</b>								
6	СН201-12	Автомобілі бортові, вантажопідйомність 5 т	маш-год	223,006	363,03			
7	СН201-22	Автомобілі-самоскиди, вантажопідйомність 7 т	маш-год	53,768	370,26			
8	СН202-1141	Крани на автомобільному ході, вантажопідйомність 10 т	маш-год	537,32	584,21			
9	СН204-502	Установка для зварювання ручного дугового [постійного струму]	маш-год	61,5	9,27			
10	СН207-102	Бульдозери при роботі на гідроенергетичному будівництві та гірничорозкривних роботах, потужність 79 кВт [108 к.с.]	маш-год	77,90526	721,48			
11	СН207-150	Бульдозери, потужність 96 кВт [130 к.с.]	маш-год	1714,56	874,13			