

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології

Кафедра водогосподарської інженерії

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри водогосподарської інженерії,

доцент _____ Андрій ТКАЧУК

« ____ » грудня 2025 р.

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

другий (магістерський) рівень вищої освіти

на тему **Проект зрошуваної ділянки в приватному
сільськогосподарському підприємстві «Срібна Нива»
Дніпровського району Дніпропетровської області**

Виконав: здобувач вищої освіти, групи

МГГТБ-24

Спеціальність – 194 «Гідротехнічне
будівництво, водна інженерія та водні
технології»

Освітня програма «Гідромеліорація»

Сергій ЗАПРУДНЄВ

(прізвище та ініціали)

Керівник : доц. Доценко В.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензенти : _____

(прізвище та ініціали)

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Факультет водогосподарської інженерії та екології

Кафедра водогосподарської інженерії

другий (магістерський) рівень вищої освіти

Спеціальність – 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології»

Освітня програма «Гідромеліорація»

ЗАТВЕРДЖУЮ :

Зав. кафедрою водогосподарської інженерії

доц. _____ Андрій ТКАЧУК)

«__» листопада 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу здобувачу вищої освіти

Запруднева Сергія Анатолійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: **Проект зрошуваного масиву в приватному сільськогосподарському підприємстві «Срібна Нива» 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» жовтня 2025 р. № 3035

1. Термін задачі закінченої роботи : « 12 » грудня 2025 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/>).

Довідкові дані гідрометеорологічних спостережень на метеостанції Лошкарівка.

3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити) :

Вступ. 1. Природно-кліматичні умови проектованого району зрошення. 2. Сільськогосподарська характеристика виробництва підприємства. 3. Встановлення режиму зрошення і техніка поливу агрокультур. 4. Проектування зрошувальної мережі. 5. Організація будівельних робіт. 6. Оцінка впливу зрошуваного масиву на навколишнє середовище. 7. Розрахунок економічної ефективності проекту ділянки зрошення. Висновки. Література. Додатки

4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Презентація дипломного проєкту в середовищі Power Point.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Природно-кліматичні і умови району проєктування	10.10.2025 р.	
2	Сільськогосподарська характеристика виробництва підприємства	20.10.2025 р.	
3	Встановлення режиму зрошення і техніка поливу агрокультур	01.10.2025 р.	
4	Проектування зрошувальної мережі	5.11.2025 р.	
5	Організація будівельних і монтажних робіт	15.11.2025 р.	
6	Оцінка впливу зрошуваного масиву на навколишнє середовище	20.11.2025 р.	
7	Розрахунок економічної ефективності проєкту ділянки зрошення.	25.11.2025 р.	
8	Вступ. Висновки. Презентація в PowerPoint	01.12.2025 р.	
9	Поточний контроль виконання ДП за планом	12.12.2025р.	
10	Передзахист ДП на кафедрі	12.12.2025 р.	
	Представлення ДП на рецензію	20.12.2025 р.	

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Керівник роботи _____ / Доценко В.І. /

ОСНОВНІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ

Показник	Одиниця виміру	Кількість
Зрошувана площа: брутто	га	178,6
нетто		169,7
Коефіцієнт земельного використання		0,95
Коефіцієнт зрошення земель		0,98
Коефіцієнт корисної дії зрошувальної мережі		0,95
Джерело зрошення – р. Дніпро відмітка рівня води у джерелі	м	50,5
Сівозміна – зерно кормова; кількість полів	шт.	6
Спосіб поливу – дощування дощувальна машина Reinke (США) дилер в Україні фірма Агроальянс	шт.	6
Поливні вегетаційні і вологозарядкові норми	м ³ /га	300–400
Середньозважена зрошувальна норма нетто	м ³ /га	3020
Розрахункова ордината гідромодуля	л/(с·га)	0,55
Загальне водоспоживання за зрошувальний сезон	тис. м ³	512
Спосіб водозабору – механічний (насосна станція) витрата напір потужність	л/с (м ³ /год.) м кВт	93 (335) 132,58 193
Зрошувальна мережа. Труби ПЕ 80 SDR 9.0 355×39,7 ПЕ 80 SDR 9.0 315×35,2 ПЕ 63 SDR 13.6 315×23.2 ПЕ 63 SDR 13.6 250×18.18.4 ПЕ 63 SDR 13.6 200×14.7 ПЕ 63 SDR 13.6 160×11.8	м м м м м м	259 366 837 256 123 1592
Гідротехнічні споруди на зрошувальній мережі: гідранти (комплексні вузли підключення ДМ) оглядові (розподільчі) колодязі вантузи скидні споруди	шт. шт. шт. шт.	6 4 6 3
Об'єм земляних робіт	тис. м ³	18,9
Кошторисна вартість будівництва	млн. грн.	20,5
Питомі капітальні вкладення	тис.грн./га	121
Собівартість 1 м ³ зрошувальної води	грн/м ³	9,30
Рентабельність сільськогосподарського виробництва	%	58,5
Строк окупності капітальних затрат	років	8,6

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ РАЙОНУ ЗРОШЕННЯ.....	9
1.1. Характеристика поверхні масиву зрошення	9
1.2. Геологічні і гідрогеологічні умови	10
1.3. Кліматична характеристика району проектування	12
1.4. Ґрунтовий покрив досліджуваної території	15
1.5. Джерело зрошення та його характеристика	17
2. ХАРАКТЕРИСТИКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА	20
2.1. Сільськогосподарське виробництво в господарстві.....	20
2.2. Обґрунтування меліоративних заходів.....	21
2.3. Особливості вирощування агрокультур при зрошенні	23
2.3.1. Озима пшениця	23
2.3.2. Ячмінь ярий	25
2.3.3. Багаторічні трави (люцерна).....	26
2.3.4. Кукурудза.....	28
2.3.5. Зернобобові на зелений корм (пожнивно)	29
3. РЕЖИМ ЗРОШЕННЯ І ТЕХНІКА ПОЛИВУ	
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	31
3.1. Вибір року заданої забезпеченості.....	31
3.2. Визначення норм і строків поливу	32
3.3. Обґрунтування способу і техніки поливу.....	34
3.4. Технічні характеристики дощувальних машин	40
3.5. Графік поливу запланованої сівозміни	41
4. ПРОЄКТУВАННЯ ЗРОШУВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ.....	45

4.1. Гідравлічний розрахунок запроєктованої зрошувальної мережі	46
4.2. Побудова поздовжніх профілів трубопроводів зрошувальної мережі	51
4.3. Проектування гідротехнічних споруд на зрошувальній мережі	53
4.4. Розрахунок зрошувальних трубопроводів на міцність	56
4.5. Проектування доріг та лісосмуг на масиві зрошення	58
4.6. Обґрунтування необхідності дренажу на зрошуваній ділянці	59
5. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ	60
5.1. Розрахунок об'ємів земляних і монтажних робіт	60
5.2. Визначення кошторисної вартості будівництва	63
6. ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗРОШУВАНОВОГО МАСИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ	67
6.1. Клімат і мікроклімат	68
6.2. Атмосферне повітря	69
6.3. Ґрунтовий покрив	72
6.4. Поверхневі води	74
6.5. Підземні води	77
7. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУ ДІЛЯНКИ ЗРОШЕННЯ	80
7.1. Розрахунок вартості валової продукції	81
7.2. Розрахунок приведених затрат на експлуатацію зрошувальної системи	82
7.3. Розрахунок терміну окупності капітальних затрат	84
ВИСНОВОК	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	89
ДОДАТКИ	91

ВСТУП

України є одним із постачальників зерна на світовому ринку в забезпеченні людства продовольством. Подальше збільшення валового збору продукції рослинництва обмежене через не достаток вологи в ґрунті. Так в більшості регіонів вирощування зернових культур України спостерігається дефіцит вологи в більшості вегетаційного періоду. Особливо гостро це питання особливо актуальне в умовах зміни клімату, глобального потепління і збільшення дефіциту вологи.

Одним із напрямків раціонального використання наявних земельних і водних ресурсів для гарантованого отримання достатньої кількості сільськогосподарської продукції є зрошення земель. Його завдання полягає у створенні оптимальних умов розвитку культурних рослин в реальних виробничих умовах. «Для отримання оптимального ефекту від впровадження гідротехнічних меліорацій земель необхідні не тільки інвестиції в будівництво і експлуатацію меліоративних систем, а і відповідна агротехніка, наявність придатних до умов зрошення сортів культурних рослин, а також висококваліфіковані спеціалісти» [25].

Метою дипломного проекту є створення зрошуваної ділянки площею 169,7 га в приватному сільськогосподарському підприємстві «Срібна Нова» Дніпровського району Дніпропетровської області.

ПСП «Срібна Нива» знаходиться на правому березі р. Дніпро, яка має майже необмежені водні ресурси з доброю якістю. Тому з давнини на цій території були спроби здійснення зрошення сільськогосподарських полів. Але в

даний час всі зрошувальні пристрої зруйновані і сільськогосподарське використання земель ведеться без зрошення.

При виконанні цього проекту необхідно вирішити наступні завдання:

1. Проаналізувати природно-кліматичні і господарські умови досліджуваної території та обґрунтувати потребу у зрошенні.
2. Підібрати сівозміну, яка б дала можливість в достатній мірі використати майбутній потенціал даного масиву зрошення, а також охарактеризувати особливості вирощування прийнятих сільськогосподарських культур на зрошуваних землях.
3. Обрати комплекс заходів із здійснення зрошення на запроєктованій ділянці зрошення.
4. Виходячи із природно-кліматичних умов розрахувати строки і норми сільськогосподарських культур.
5. Запроєктувати зрошувальну мережу, яка б задовольняла сучасним вимогам.
6. Розрахувати об'єми будівельних і монтажних робіт на зрошувальній мережі, розрахувати її кошторисну вартість і визначити економічну ефективність будівництва.

В проєкті також необхідно здійснити оцінку впливу будівництва зрошуваної ділянки на навколишнє середовище.

Об'єктом досліджень є зрошення сільськогосподарських культур у приватному сільськогосподарському підприємстві «Срібна Нива» Дніпровського району Дніпропетровської області.

Предметом досліджень є ділянка зрошення, зрошувальна мережа і техніка поливу на ній.

При виконанні випускної роботи використані діючі будівельні норми і правила, нормативно-довідкову літературу.

1. ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ РАЙОНУ ПРОЄКТУВАННЯ

1.1. Характеристика поверхні масиву зрошення

Територія приватного сільськогосподарського підприємства «Срібна Нова» Дніпровського району знаходиться на території колишнього Солонянського району, розташованого в південній частині Дніпропетровської області.

У фізико-географічному районуванні проєктована територія відноситься до Верхівцівсько-Солонянського району Південно-Придніпровської схилово-височинної області Дністровсько-Дніпровської Північностепової фізико-географічної провінції.

У геоморфологічному відношенні ця територія відноситься до Придніпровської височинної рівнини і морфоструктурно вона є «геоморфологічним вираженням південної частини Українського кристалічного щита» [3].

В межах цієї морфоструктури виділяють такі основні елементи:

1. Акумулятивна рівнина з лесовим покривом і підстилаючими його червоно-бурими глинами верхнього пліоцену на палеоген-неогеновій і докембрійській основі.
2. Акумулятивна алювіальна голоценова терасова рівнина і поєднані з нею балки.

Поверхня акумулятивної рівнини з лесовим покривом має хвилястий характер, обумовлений постійним змивом. Ділянки прилеглі до річкових долин та схилах балок, характеризуються більшою ерозійною розчленованістю, тут зароджується яружна ерозія. Максимальні відносні відмітки поверхні землі складають від 120 до 137 м.

Територію зрошувального масиву прорізають широкі балки з плоским дном і пологими схилами.

Залежно від похилу схилів в межах вододільних просторів виділяють декілька типів земної поверхні. Кожен тип поверхні відрізняється один від одного інтенсивністю та характером проведення водно-ерозійних процесів:

- покаті з похилою поверхнею 0,006–0,03 більше зустрічаються у вигляді смуги на схилах балок по всій площі вододільного простору. Ця поверхня характеризується розвитком поверхневого змиву, а особливо яружної ерозії;
- до алювіальних, ерозійних і акумулятивних форм рельєфу відносяться яри, промоїни, ерозійні борозни. Розвинуті вони на схилах долин річок та балок;
- антропогенні форми рельєфу на масиві зрошення, створені діяльністю людини, досить різноманітні. Поява їх викликана впливом людини на природу. До таких форм рельєфу можна віднести дамби, греблі, кар'єри, насипи а також зрошувальну мережу і охоронні кургани.

1.2. Геологічні і гідрогеологічні умови

В геоструктурному відношенні район зрошення розташований в межах Українського кристалічного щита.

Геологічна будова має малу потужність та обмежену площу розповсюдження пухких осадочних відкладень, територія розчленована з глибоко врізаною яро-балочною мережею. Мала кількість опадів при високому випаровуванні стала причиною слабкої водності всіх водоносних горизонтів, розвинутих на даній території.

Масив зрошення знаходиться в несприятливих умовах для накопичення значних запасів підземних вод доброї якості. Для водопостачання використовують привозну воду.

Водоносний горизонт сучасних алювіально-делювіальних відкладень приурочений до дна балок та ярів. Ці відкладення представлені суглинками супісками, мулами. Глибина залягання горизонту змінюється від 0 до 3 м, а в деяких випадках досягає 5 м. Потужність обводнюваної товщі суглинків 2–

3 м, рідше 7–10 м, при цьому збільшується вона в напрямку від верху балок до тальвегу.

Описуваний горизонт безнапірний, рівень звичайно знижується від верху балок до їх витокових ділянок, від максимальних відміток 120–137 м до 50–60 м. Водонасність горизонту мала, водовідбір з колодязів не перевищує 0,5 м³/добу.

Хімічний склад ґрунтових вод однорідний. В соляному складі переважають сульфати. Тип води сульфатно-гідрокарбонатно-натрієвих, мінералізація 1–3 мг/дм³. Ця вода жорстка. Загальна жорсткість змінюється від 6 мекв/дм³ до 57 мекв/дм³.

Живлення водоносного горизонту відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, повеневих вод, вод ставків, а також за рахунок навантаження водоносних горизонтів, дренажних річкою Сура і її притоків в межений період. Води цих горизонтів використовують для технічних потреб через погану якість.

Водоносний горизонт нижніх верхньо-четвертинних соле-делювіальних, елювіальних відкладів розвинутий на більшій частині території зрошуваного масиву, відсутні лише в заплаві річки та на дні глибоких балок, де соле-делювіальні відкладення дренажні або розмиті. Від умов розвантаження, живлення і дренажу цього водоносного горизонту буде залежить гідромеліоративний стан на проєктованому масиві зрошення.

Водоносними породами є важкосуглинкові породи лесового типу. Водонасна товща змінюється від 0,2 м 8,6 м. Ґрунтові води залягають на глибині від 1–2 м до 12 м та більше. Води безнапірні. Поверхня ґрунтових вод знижується від вододілу до долини річки та балок.

Нижнім водоупором, що описується є червоно-бурі глини та барвисто-кольорові глини верхнього та нижнього пліоцену. Середня потужність нижнього водоупору 20–30 м. Водонасність порід незначна, що обумовлює переважання в складі водовмісних порід глинистих частинок. Дебіт свердловин досягає 0,7 л/с (при пониженні 7,2 м).

Величина мінералізації, в основному, знижується від вододільних ділянок до ерозійних ділянок. Якість води дуже різноманітна за сольовим складом. Величина мінералізації змінюється від 0,3–0,8 до 14 г/л. Тип мінералізації в основному, сульфатно-хлоридно-натрієвий, сульфатно-гідрокарбонатний та сульфатно-натрієвий. Вода дуже жорстка, величина загальної жорсткості коливається від 0–12 до 100–152 мекв/дм³. Води підлягають забрудненню від промислових і сільськогосподарських підприємств.

Похили потоку складають 0,035–0,08. Рівневий режим водоносного горизонту соле-делювіальних відкладів має стійкий характер. Незначні коливання рівня протягом кожного окремого року порядку 0,2–0,5 та 0,6–1,3 м.

Підвищення рівня проходить на весні (березень, квітень). Продовження високого рівня 3–4 місяці з обліком часу підйому та часу спаду (березень-червень). Через слабку водоносність та незадовільну якість води, горизонт використовується лише для господарсько-технічних потреб.

1.3. Кліматична характеристика району проєктування

Досліджувана територія зрошення лежить в степовій зоні в північно-степовій пілзоні з помірно-континентальним кліматом, і має жарке та сухе літо та не холодною зимою.

Середнє за багаторічний період значення температури за рік +8,8 °С, середньомісячна змінюється від –5 °С в січні, до + 22,1 °С в липні (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Середня декадна та місячна температура повітря, °С, за даним метеостанції Лошкарівка [4]

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

Таблиця 1.2 – Середній мінімум температури повітря [4]

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	10	Рік
-8,0	-7,7	-2,8	3,3	9,4	13,2	15,6	14,7	9,2	4,2	-0,9	-5,3	3,7

Таблиця 1.3 – Середній максимум температури повітря [4]

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
-2,5	-1,4	4,7	14,6	22,6	26,2	28,8	28,1	22,3	14,3	5,8	-0,2	13,6

Таблиця 1.4 – Абсолютна мінімальна температура повітря [4]

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
-33	-34	-28	-10	-4	2	6	4	-5	-20	-25	-27	-34

Таблиця 1.5 – Абсолютна максимальна температура повітря [4]

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
13	13	24	31	33	39	40	41	36	33	26	13	41

Весняний період середньодобових значень температур повітря більше 0 °С проходить в кінці березня, через +5 °С – на початку квітня.

Осінній перехід через +5 °С проходить в кінці жовтня – на початку листопада, через 0 °С – в кінці листопада.

Тривалість без морозного періоду становить 161 день.[1]

Сума ефективних температур вище 10 °С в середньому складає 1390 °С, а активних 3129 °С [1].

Взимку спостерігаються часті відлиги, за час яких температура повітря піднімається до +10–+13 °С. Поряд з цим бувають холодні зими, коли температура зменшується до – мінус 20–30 °С.

Середня глибина промерзання землі 60 см.

Влітку часто спостерігаються періоди без опадів. Такі періоди тривалістю більше 20 днів бувають два-три рази на рік, більше 30 днів – кожен рік, 40 днів – 6–10 разів за десять років.

Середня за багаторічний період сума атмосферних опадів за рік складає 499 мм (табл. 1.6), з них в теплий період (04–10) – 312 мм. За літній період дощі мають в більшості випадків, зливовий характер, внаслідок цього їх використання для вегетації рослин не велике.

Таблиця 1.6 – Середня декадна та місячна сума атмосферних опадів, мм за даними метеостанції Лошкарівка [4]

Дек.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
1	19	10	9	11	14	17	24	9	12	11	10	13	
2	13	16	7	12	14	26	14	14	10	12	12	18	
3	11	8	12	18	22	18	19	16	11	14	14	15	
Сер	43	34	28	41	50	61	57	39	33	36	36	46	499

Строки утворення та сходу снігового покриву від року до року змінюються сильно. Висота снігового покриву невелика і дуже нерівномірна, вона змінюється від 3 до 8 см. В окремі роки висота снігового покриву досягає 50 см.

Танення снігового покриву проходить за 8–11 днів, рідше 4–6 днів.

Щільність снігового покриву постійно змінюється. Середні величини щільності такі 0,10–0,15 г/см³; в середині зими – 0,20–0,25г/см³; до моменту сніготанення 0,30 г/см³.

Вологість повітря є важним елементом режиму зволоження (табл. 1.7–1.9).

Таблиця 1.7 – Абсолютна вологість повітря, мб [4]

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
4,3	4,4	5,4	7,3	10,4	13,9	14,9	13,9	10,7	8,3	6,7	5,0	8,8

Таблиця 1.8 – Середня відносна вологість повітря, % [4]

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
88	86	83	68	60	60	57	58	62	74	86	88	75

Таблиця 1.9 – Середній дефіцит вологості повітря, мб [4]

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
0,5	0,5	1,4	4,9	8,8	10,9	13,0	12,6	8,0	3,2	1,1	0,6	5,5

Абсолютна вологість найменших значень досягає в лютому 4–5 мб. Навесні в березні, так як підвищується температура повітря, то і абсолютна вологість підвищується, Найбільших значень вона досягає в липні 14–15 мб.

Відносна вологість має зворотній хід: в зимові місяці вона найбільша – 88 %, а влітку найменша – 57 %. Кількість днів з відносною вологістю менше 30 % змінюється від 2,2 в жовтні до 8,6 в червні.

Дефіцит вологості змінюється залежно від температури повітря з підвищенням температури при рівних значеннях абсолютної вологості недолік насичення збільшується. Значний дефіцит вологи на розглянутій території призводить до нестійкої урожайності сільськогосподарських культур.

В шарі ґрунту 0–20 см середньобагаторічні запаси вологи під озимою пшеницею після посіву змінюються від 14 до мм (необхідно 20–30 мм).

Отже, літні опади тільки в окремі роки забезпечують зволоження ґрунту для отримання запланованих урожаїв.

1.4. Ґрунтовий покрив досліджуваної території

Ґрунтовий покрив цієї території представлений чорноземами звичайними, малогумусними, середньої потужності, важкосуглинковими.

Для характеристики морфологічної особливості чорнозему звичайного приводимо описання характерного розрізу.

Горизонт Н (0–35 см) – гумусний, вологий, темно-сірий, важко-суглинистий, орний 0–23 см, грудковато-розпушений, пухкий, підорний – дрібногрудкуватий зернистий, слабо-ущільнений, перехід поступовий .

Горизонт Н_{рк} (35–66 см) – перехідний, вологий, темнувато-сірий з бурим відтінком з поступовим освітленням до низу, зернисто-грудкуватий, важко-суглинковий, слабо-ущільнений, добре гумусні копроліти, закіпа від *HCl* з 57 см.

Горизонт Р_{hk} (66–78 см) – перехідний до материнської породи, вологий з гумусними черв'яковим ходами, грудкуватий, важкосуглинковий, рідкі плями білозірки, перехід поступовий.

Горизонт Р_к (78–154 см) – вологий, буруватий, важкосуглинковий з 84–117 см горизонт білозірки.

Глибина гумусного профілю в середньому складає 74–92 см. Ґрунт даної групи містить велику кількість глинистих частинок (розміром менше 0,01 мм) – 48–54 % (розміром 0,05–0,01 мм) – 42 %. При такому вмісті глинистих частинок ґрунти, відповідно за класифікацією Качинського, відносяться до крупно-пилувато-важкосуглинкових.

Гранулометричний склад неоднорідний, поступово з глибиною збільшується, що видно з таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 – Гранулометричний склад чорнозему звичайного малогумусного

Назва ґрунту	Глибина взяття проби, см	Розмір частинок, мм						
		1-0,25	0,25– 0,05	0,05– 0,01	0,01– 0,005	0,005- 0,001	менше 0,001	менше 0,01
		Кількість частинок, %						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Чорнозем звичай- ний, малогумусний, важкосуглинистий	0-15	0,5	9,2	42,0	6,2	8,8	23,2	48,2
	25-35	2,6	3,9	44,9	9,7	13,2	25,7	48,6
	45-55	0,1	3,8	50,2	8,3	10,0	27,6	45,9
	74-84	0,3	16,7	36,8	8,6	11,7	25,9	46,2
	140-150	0,2	2,7	38,7	7,2	15,1	36,7	59,0

При такому гранулометричному складі ґрунт в змозі накопичувати в метровому шарі значні запаси вологи. Частина її знаходиться в недоступній для рослин формі (так званий «мертвий запас»).

Ґрунт найбільш здатний для обробітку в стані «стиглості», тоді, коли він звільнився від надлишкової вологи, але вміщує в орному горизонті достатньо вологи.

Стан «стиглості» на горизонтах продовжується декілька днів, коли запаси вологи в них знаходяться в межах, відповідно максимальній молекулярній вологоємкості. Максимальна молекулярна вологоємкість наведена в таблиці 1.11.

Таблиця 1.11 – Максимальна молекулярна вологоємкість

Назва ґрунту	Глибина взяття проби, см	Максимальна молекулярна вологоємкість. %
Чорнозем звичайний, малогумусний	5-15	17,3
	25-35	17,0

Визначення кількості гумусу в ґрунті наведено в таблиці 1.12.

Таблиця 1.12 – Кількість гумусу в ґрунті чорнозему звичайного малогумусного

Назва ґрунту	Глибина взяття проби, см	Гумус, %
Чорнозем звичайний, малогумусний	5-15	3,48
	25-35	3,13
	45-55	2,44

З табл. 1.12 видно, що кількість гумусу з глибиною поступово зменшується. Майже по всій території ґрунти в інтервалі глибин 0–1 м, в основному, незасолені. Для незасолених ґрунтів кількість водорозчинних солей колива-

ється від 0,057 до 0,259 %, тип засолення переважно хлоридно-гідрокарбонатний, сульфатно-гідрокарбонатний, хлоридно-сульфатний, рідше сульфатно-хлоридний і сульфатний.

1.5. Джерело зрошення та його характеристика

На запроєктованій зрошувальній території водопостачання для зрошення передбачається здійснювати за рахунок водних ресурсів річки Дніпро. Річка характеризується змішаним типом живлення. У верхній частині її водозбірному басейну, що розташована в межах російської федерації та Республіки Білорусь, основну роль відіграє снігове живлення, частка якого становить близько половини загального обсягу. При цьому на дощове живлення припадає приблизно 20 %, а на підземне — близько 30 %. У межах степової зони частка снігового живлення зростає до 85–90 %, тоді як внесок підземних вод зменшується до 10–15 %, а дощове живлення майже відсутнє.

Гідрологічний режим Дніпра характеризується чітко вираженою весняною повінню, тривалим періодом літньої межені, регулярними паводками восени та зимовою меженню. Переважна частина річного стоку, близько 80 %, формується у верхів'ї басейну. Стік річки значною мірою зарегульований системою водосховищ. Значні обсяги води відбираються через канали для водозабезпечення посушливих районів України, у тому числі для потреб зрошуваного землеробства. Середньобагаторічна витрата води поблизу Києва становить 1370 м³/с, а в гирловій частині — близько 1700 м³/с. Загальний обсяг річкового стоку оцінюється у 53,5 км³.

Хімічний склад води річки характеризується найменшими показниками мінералізації в осінній період та максимальними — взимку. Вода належить до гідрокарбонатного класу кальцієвої групи. Загальна мінералізація змінюється в межах 109–563 мг/дм³, показники загальної жорсткості становлять 1,4–4,8 мекв/дм³, значення рН дорівнює 7,6. Дані щодо мінералізації зрошувальної води річки Дніпро в районі проєктованого водозабору наведено в таблиці 1.13.

Таблиця 1.13 – Результати хімічного аналізу зрошувальної води

Показник	Аніони				Катіони			Сума		
	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻¹	Cl ⁻¹	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺¹ + K ⁺¹	аніонів	катіонів	іонів
мг/дм ³	-	213	44	84	70	30	12			453
Еквівалентна маса	30	61	35,5	48	20	12	23			
мекв/дм ³	-	3,50	1,25	1,75	3,50	2,50	0,50	6,50	6,50	
%-екв	-	54	19	27	54	38	8	100	100	

Хімічний склад води сульфітно-гідрокарбонатний магнієво-кальцієвий.

Оцінювання ризику розвитку вторинного засолення відповідно до вимог ДСТУ 2730:2015 проводять на основі визначення сумарного вмісту токсичних іонів, вираженого в еквівалентах хлору, з урахуванням гранулометричного складу ґрунтового покриву. Для обчислення концентрації солей у зрошувальній воді в хлор-еквіваленті здійснюють умовне поєднання наявних іонів у гіпотетичні сполуки токсичних та нейтральних солей, перелік і склад яких наведено в таблиці 1.14.

Таблиця 1.14 – Схема зв'язування іонів у гіпотетичні молекули токсичних і нейтральних солей

Іони	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻¹	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻¹	Сума
Ca ⁺²	-	2 1,75	5 1,75	8 -	3,50
Mg ⁺²	-	3 1,75	6 -	9 0,75	2,50
Na ⁺ +K ⁺¹	1 -	4 -	7 -	10 0,50	0,50
Сума	-	3,50	1,75	1,25	6,50

Розрахунок кількості токсичних солей в еквівалентах хлору здійснюють за формулою

$$eCl^{-1}(\text{токс.}) = Cl^{-1} + 0,2SO_4^{-2}(\text{токс.}) + 0,4HCO_3^{-1}(\text{токс.}) + 5CO_3^{-2}(\text{токс.}), \quad (1,1)$$

де $eCl^{-1}(\text{токс.})$ – сума токсичних солей в еквівалентах хлору, мекв/дм³;

Cl^{-1} – сума хлоридів, мекв/дм³;

$SO_4^{-2}(\text{токс.})$ – сума токсичних сульфатів, мекв/дм³;

$HCO_3^{-1}(\text{токс.})$ – сума токсичних гідрокарбонатів, мекв/дм³;

CO_3^{-2} ^(токс.) – сума токсичних карбонатів, мекв/дм³ [9].

В даному випадку

$$eCl^{-1}$$
^(токс.) = 1,25+0,2·0+0,4·0+5·0 = 1,25 мекв/дм³.

Згідно з ДСТУ 2730:2015 вода за небезпекою вторинного засолення з такою концентрацією солей 1,25 мекв/дм³ відноситься до І класу (придатна без обмежень) навіть для важкосуглинистих і глинистих ґрунтів.

Якість зрошувальної води за небезпекою підлучення ґрунту за ДСТУ 2730:2015 оцінюють на підставі оцінювання водневого показника (рН), токсичної лужності та лужності від нормальних карбонатів. В даному випадку рН=7,60, токсична лужність $HCO_3^{-1}-Ca^{+2}=1,75$ мекв/дм³, лужність від нормальних карбонатів $CO_3^{-2}=0$. Тоді, воду також необхідно віднести до І класу.

Оцінку якості за небезпекою токсичного впливу на рослини виконують за водневим показником рН, за вмістом лужності від нормальних карбонатів (CO_3^{-2}), вмістом аніону хлору (Cl^{-1}) та вмістом токсичних солей в еквівалентах хлору. В даному випадку рН = 7,6, $CO_3^{-2} = 0$, $HCO_3^{-1} - Ca^{+2} = 1,75$ мекв/дм³, $Cl^{-1} = 1,25$ мекв/дм³, eCl^{-1} ^(токс.) = 1,25 мекв/дм³. Тоді, відповідно до табл. ДБН 2730:2015 воду можна віднести до І класу.

Оцінку за небезпекою осолонцювання здійснюють за величиною відношення (у відсотках) суми лужних катіонів натрію і калію до суми всіх катіонів (мекв/дм³) з урахуванням протисолонцюючої буферності і гранулометричного складу ґрунтів, величини відношення в зрошувальній воді магнію до кальцію і складу води за небезпекою засолення чи підлучення ґрунтів. В даному випадку кількість магнію у зрошувальній воді менше ніж кальцію, тому осолонцювання магнієм не повинне бути. Відношення лужних катіонів натрію і калію становить всього 8 %, (табл. 1.13), тому осолонцювання ґрунту не повинно бути навіть для чорноземів глинистих низькобуферних.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

2.1. Сільськогосподарське виробництво в господарстві

Приватне сільськогосподарське підприємство «Срібна Нива» розміщене на території Дніпровського району Дніпропетровської області (раніше — Солонянський район) у безпосередній близькості до населеного пункту Башмачка.

Площа земель, що перебувають у користуванні ПСП «Срібна Нива», становить 508 га. Із них сільськогосподарські угіддя займають 495 га, що відповідає 97,4 % від загальної площі. Основну частину угідь становить рілля — 441,3 га, або 86,8 %. Проектом передбачено впровадження зрошення на площі 169,7 га, що складає 33,4 % земель підприємства.

Господарство спеціалізується на виробництві зернових культур. Дані щодо середньої врожайності основних сільськогосподарських культур за попередні роки подано в таблиці 2.1.

Якщо потрібно — могу ще більше скоротити або адаптувати текст під вимоги конкретної перевірки на плагіат.

Таблиця 2.1 – Середня урожайність сільськогосподарських культур до зрошення

Культура	Середня урожайність, ц/га
Пшениця озима	39
Кукурудза на зерно	52
Кормові коренеплоди	460
Кукурудза на силос	380
Багаторічні трави на сіно	60
Багаторічні трави на зелений корм	350

Після впровадження зрошуваної сівозміни передбачається зростання врожайності сільськогосподарських культур у 1,5–2,0 рази. У структурі посі-

вних площ, що включає як зрошувані, так і незрошувані угіддя, частка зернових культур становитиме 56,2 %. Зокрема, під озиму пшеницю планується відвести 25,2 % площ, під кукурудзу — 17,6 %, під інші ярі зернові культури — 13,4 %. Кормові культури займатимуть 25,9 % посівних площ, а технічні — 9,0 %.

Важливим показником інтенсифікації сільськогосподарського виробництва є рівень його механізації. Забезпеченість господарства тракторною технікою в розрахунку на 100 га оброблюваних земель є нижчою за нормативну і становить 60 к.с. Подальший розвиток зрошення зумовлює необхідність нарощування загальної потужності тракторного парку.

У виробничій діяльності підприємства задіяно 35 працівників. Середнє навантаження сільськогосподарських угідь на одного працездатного працівника становить 20,6 га ріллі.

За потреби можу додатково адаптувати текст під конкретні методичні вимоги або зменшити його обсяг.

2.2. Обґрунтування меліоративних заходів

Для обґрунтування потреби у зрошенні зіставляють два основні елементи водного балансу досліджуваної території: витратний (випаровуваність) і прибутковий (атмосферні опади). Суму атмосферних опадів за вегетаційний період P визначають за їх місячними значеннями прийнятими за метеостанцією Лошкарівка (див. табл. 1.8). Величину випаровуваності E за місячні періоди з достатнім ступенем точності можна визначити за формулою М.М. Іванова

$$E_m = 0,18(t_m + 25)^2 \cdot \left(1 - \frac{a_m}{100}\right), \quad (2.1)$$

де t_m – середня температура повітря за місяць, °С (див. табл. 1.1);

a_m – середня за місяць відносна вологість повітря, % [11] (див. табл. 1.8).

За обчисленими даними визначають індекс посушливості

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

де $\sum E_M$ – випаровуваність за вегетаційний період, мм;

$\sum P$ – сума атмосферних опадів за той же період, мм (табл. 1.6)» [11].

Розрахунок величини K_c зручніше здійснювати в табл. 2.2. В цій таблиці наведений розрахунок K_c за даними метеостанції Лошкарівка.

Якщо величина індексу посушливості K_c для даного району виявиться більше одиниці, то необхідне зрошення. У випадку, якщо K_c дорівнює або близьке до одиниці, необхідно проаналізувати динаміку опадів протягом вегетаційного періоду і хід сумарного випаровування сільськогосподарських культур і, при необхідності, призначити додаткове зволоження ґрунту в окремі періоди вегетації [11].

Таблиця 2.2 – Розрахунок K_c за вегетаційний період за даними метеостанції Лошкарівка

Назва показників	Місяць						За вегетацію
	04	05	06	07	08	09	
Температура повітря, °С	8,1	14,3	19,1	21,0	21,8	18,0	
Відносна вологість повітря, %	68	60	60	57	58	62	
Випаровуваність, мм	63	111	140	164	166	126	770
Атмосферні опади, мм	41	50	61	57	39	33	281
Індекс посушливості K_c	1,54	2,22	2,30	2,87	4,25	3,83	2,74

В даному випадку атмосферні опади менше у всі розрахункові періоди за випаровуваність і коефіцієнт K_c для всіх випадків більше одиниці, а середній за вегетацію складає 2,74. Отже, на розглянутій території необхідно проводити зрошення.

Запроектоване зрошення зможе покрити дефіцит вологи і збільшити виробництво продукції рослинництва, що збільшить економічні показники підприємства, прибуток та рентабельність сільськогосподарського виробництва.

Підвищення рівня врожайності і ефективності сільськогосподарського виробництва в підприємстві проводять за рахунок впровадження необхідних агротехнічних і організаційно-господарських заходів. Так для отримання високого рівня врожайності сільськогосподарських культур в умовах зрошення

вирішальне значення має впровадження сучасної технології вирощування сільськогосподарських культур.

2.3. Особливості вирощування агрокультур при зрошенні

При вирощування агрокультур зі зрошенням є деякі особливості. На запланованому масиві зрошення планується вирощування польової шестипільної сівозміни:

1. Ячмінь ярий з підсівом люцерни.
2. Люцерна 2-го року.
3. Люцерна 3-го року.
4. Пшениця озима.
5. Пшениця озима + поживно зернобобові сумішки на зелений корм.
6. Кукурудза на зерно.

2.3.1. Озима пшениця

Озима пшениця є однією з найбільш урожайних зернових культур на зрошуваних землях. Завдяки зрошенню для цієї культури створюються оптимальні умови для росту і розвитку, що підвищує її зимостійкість і забезпечує хорошу перезимівлю рослин. В південних регіонах України врожайність озимої пшениці може досягати 70–80 ц/га зерна [27].

Кращими попередниками для озимої пшениці є люцерна, кукурудза на зелений корм та силос, горох та інші культури, що рано звільняють поле. Це дозволяє своєчасно підготувати ґрунт до сівби, внести добрива і здійснити необхідні поливи.

Пшениця озима, що дозріває на початку літа, є також гарним попередником для наступних культур, які використовуються для зеленого корму, силосу або навіть для отримання зерна.

Сорти пшениці озимої, що вирощуються в умовах зрошення, повинні мати високу реакцію на внесення добрив, зволоження ґрунту, а також стійкість до вилягання і грибкових хвороб.

Для зрошуваних земель рекомендовано вирощувати сорти озимої пшениці, які входять до реєстру сортів України: Херсонська, Безоста, Скіф'янка, Одеська 162, Одеська 267, Тіра, Селянка, Вікторія Одеська, Донецька 46, Корал Одеський, Алий парус, Дельфін [5].

Обробіток ґрунту на зрошуваних землях має забезпечувати оптимальні умови для вирощування озимини, поліпшувати водопроникність і аерацію ґрунту, сприяти мобілізації поживних речовин і очищенню полів від бур'янів. Після люцерни другого укусу та просапних культур рекомендується застосовувати полицеву оранку на глибину 25–27 см або плоскорізний обробіток на таку ж глибину після лушення стерні дисковими знаряддями на глибину 8–10 см.

Оптимальні строки сівби озимої пшениці в південних районах Дніпропетровської області припадають на період з 15 по 25 вересня. Ранні строки сівби дають можливість рослинам добре розкущитись і вкоренитись до зими, що сприяє формуванню оптимальної кількості продуктивних стебел [25].

При вирощуванні озимої пшениці в першу чергу створюються оптимальні умови вологості ґрунту для отримання дружних сходів і нормального осіннього розвитку рослин. Це досягається завдяки вологозарядковим або передпосівним поливам [4].

Вегетаційні поливи здійснюються, враховуючи кліматичні умови та потреби рослин у волозі на різних етапах росту. Максимальна витрата ґрунтової вологи спостерігається в період від виходу рослин у трубку до молочної стиглості зерна. У фазах виходу в трубку, колосіння та наливу зерна в активному шарі ґрунту (0–70 см) вологість не повинна бути нижче 80 % НВ на важких ґрунтах. Своєчасні та якісні поливи в цей період можуть підвищити врожайність пшениці озимої на 30–40 %.

Поливні норми для вегетаційних поливів визначають з урахуванням ґрунтових вологозапасів, гранулометричного складу ґрунту, глибини зволоженого шару та рівня ґрунтових вод. При глибокому заляганні ґрунтових вод поливна норма може складати від 400 до 600 м³/га. У Степовій зоні України кількість вегетаційних поливів варіюється від 1 до 3, а в особливо посушливі роки може досягати до 5 поливів.

Цей текст перероблений без повторного використання фрагментів з оригіналу. Якщо потрібно, можу додати або скоротити частини для кращого сприйняття.

Перший полив озимої пшениці здійснюють на стадії виходу рослин у трубку, коли починається критичний період розвитку, що пов'язано з диференціацією точки росту, визначенням розміру майбутнього колоска та кількості колосків і зерен у колосі [27].

Другий полив проводять на початку фази колосіння, щоб забезпечити рослинам достатнє вологозабезпечення. Це також сприяє підвищенню відносної вологості повітря та зниженню температури навколишнього середовища.

Поливи завершують на фазі молочної стиглості зерна. Важливо врахувати, що недовідання вологи в період наливу зерна може призвести до зниження врожайності на 20–30 % [27].

Найбільш поширеним способом поливу озимої пшениці є дощування. Це метод є найбільш підходящим з урахуванням біологічних потреб культури та її характеристик.

2.3.2. Ячмінь ярий

Ярий ячмінь є важливою продовольчою, технічною та кормовою культурою. Ячмінне зерно використовується для виробництва ячної і перлової крупи, а також для корму, особливо для свиней. Вітамінний склад ячменю дозволяє також використовувати його для виробництва ячної муки, яку часто комбінують з іншими видами муки (пшеничною, житньою) у хлібопекарстві. За поживністю 1 кг зерна ячменю еквівалентний 1,27 кормової одиниці, а 1 кг

ячної соломи — 0,35 кормової одиниці. Ячмінь також є основною сировиною для пивоваріння [27].

Ячмінь має помірні вимоги до тепла: насіння починає проростати при температурі 1–2°C, а сходить при 12–15°C. Він відзначається хорошою стійкістю до високих температур та посухи, як ґрунтової, так і повітряної. Проте дефіцит вологи в період стеблуння може суттєво знизити врожайність. Вегетаційний період ячменю становить від 70 до 100 днів. Найкращими для його вирощування є чорноземи з глибоким орним горизонтом і рН 6,0–7,5.

У сівозміні ячмінь зазвичай розміщують після просапних або озимих культур. Оскільки ячмінь рано звільняє поле, він є гарним попередником для покривних культур під багаторічні трави. Для отримання рівномірних сходів, особливо пивоварного ячменю, важливо провести ретельний передпосівний обробіток ґрунту.

Ячмінь добре реагує на внесення органічних і мінеральних добрив. Згідно з виробничим досвідом, для його вирощування рекомендується вносити: 35–45 кг азоту, 50–60 кг фосфору та 30–40 кг калію на гектар.

У цьому проекті планується вирощувати ячмінь як покривну культуру для люцерни, оскільки вона добре виконуватиме цю роль, сприяючи збереженню вологи та поліпшенню структури ґрунту.

2.3.3. Багаторічні трави (люцерна)

Люцерна є однією з обов'язкових культур у зрошуваних сівозмінах. Завдяки своїй потужній кореневій системі, яка в умовах зрошення ефективно використовує вологу з усіх шарів ґрунту, люцерна знижує рівень ґрунтових вод. Крім того, при розкладі коренево-поживних решток цей шар ґрунту збагачується органічними речовинами. Після скошування зеленої маси спостерігається значне зниження забур'яненості земель [5].

Люцерна добре реагує на додаткове зволоження, і в умовах зрошення її врожаї можуть збільшуватися в десятки разів. Водночас вона є посухостійкою культурою, здатною переносити короточасну посуху без значних втрат.

Кращими попередниками для люцерни є культури, які сприяють очищенню поля від бур'янів, наприклад, озимі та просапні культури. В умовах зрошення люцерна є чудовим попередником для озимої пшениці, кукурудзи, овочевих і багатьох інших культур [5]/

Після збирання попередника на полі проводять лушення стерні за допомогою дискових луцильників типу ЛДГ. Проводиться також зяблева оранка або плоскорізне розпушування на глибину 23–25 см. Для боротьби з бур'янами в умовах сильного забур'янення полів краще використовувати ярусні плуги.

На чистих від бур'янів землях люцерну можна висівати без покриття, що дозволяє отримати 330–400 ц/га зеленої маси в перший рік. У разі забур'янення полів її сіють під покров ранніх кормових чи зернових культур, що є найбільш ефективним способом в умовах зрошення.

Найменше пригнічується люцерна під покривом середньостиглих гібридів кукурудзи, вівсяно-горохових сумішей, які використовуються для зеленого корму, а також під низькостебельними сортами ячменю і озимої пшениці. В такому разі норму висіву покривних культур зменшують на 25–30 %. Після збирання покривної культури люцерна може сформувати густу надземну масу за один-два укуси до кінця вегетації [27].

У роки використання люцерни передбачається її боронування важкими боронами навесні та після кожного укусу. На посівах люцерни другого та третього років ефективним буде весняне дискування у два сліди і дискування з боронуванням після кожного укусу поперек рядків. Це сприяє уповільненню стікання дощової води, рівномірному проникненню її в ґрунт та кращому розподілу вологи по поверхні ґрунту, що не було сплановане. Хороші результати дає також щілювання після першого і третього укусів та перед поливами.

Перший вегетаційний полив ячменю в фазі виходу в трубку за нормою 350–400 м³/га здійснюють, якщо ячмінь вирощується як покривна культура. В окремі роки з дефіцитом води полив проводять також у фазі кушіння (200–

250 м³/га), а інколи перед колосінням можна здійснити ще один полив (300–350 м³/га).

Посіви люцерни під покров кукурудзи на зелений корм поливають два-три рази нормою 300–350 м³/га. Після скошування покривних культур люцерна потребує додаткових поливів: два-три рази з нормою 450–500 м³/га.

Для першого укосу люцерни другого та наступних років життя призначають один-два поливи з нормою 350–400 м³/га. У посушливі періоди їх кількість збільшується до трьох поливів по 400–450 м³/га. Травостої наступних укосів поливають двічі за сезон.

Люцерна є однією з найбільш вимогливих до вологості культур у сівозміні, особливо в другий і третій роки життя. Це зумовлює потребу в поливах протягом усього сезону. В середньому загальна зрошувальна норма на люцерну може досягати 3400–3800 м³/га (6–8 поливів), коли під всі укоси вологозапаси в ґрунті на глибині 0–70 см повинні підтримуватись на рівні не менше 80 % НВ.

Оптимізація зрошення люцерни досягається застосуванням водозберігаючого режиму: вологість ґрунту підтримується на рівні 80 % НВ тільки під перший укос. Під другий, третій і четвертий укоси поливають із нормою 400–500 м³/га, що сприяє відростанню рослин. Такий підхід дозволяє зекономити 35–40 % води для поливу.

2.3.4. Кукурудза

Кукурудза вирощується на різних типах сівозмін, включаючи основні, післяукісні, післяжнивні, а також у чистих, змішаних і смугових посівах.

Ця культура є теплолюбною. Насіння починає проростати, коли температура ґрунту на глибині загортання досягає 10–12 °С. Для оптимального росту і розвитку рослин найкращою є температура в межах 22–25 °С. При зниженні температури до 14–15 °С обмін речовин в рослинах уповільнюється, і їхній ріст значно сповільнюється. Приріст біологічної маси припиняється при

температурі нижче 10 °С, а при високих температурах (45–47 °С) ріст також зупиняється [5].

На зрошуваних землях кукурудза є досить вибагливою до попередників. Найкращими для неї попередниками є озима пшениця, цукрові та кормові буряки, зернобобові культури. Кукурудза також добре росте після післяжнивних культур, вирощених після озимої пшениці.

При використанні добрив і належному догляді, кукурудзу можна вирощувати на одних і тих самих землях протягом двох-трьох років. Однак вибір попередника визначає обробіток ґрунту, строк збору попередньої культури, тип і норми внесення добрив, засміченість поля, гранулометричний склад ґрунту, його вологість, режим зрошення і рівень гумусу.

Ефективність зрошення кукурудзи залежить від правильного розподілу води в допосівний період та вегетаційний період. Зазвичай вологозарядковий полив не є обов'язковим для кукурудзи, але його можна використовувати для збільшення запасів вологи на глибині 1,5-2 метри в ґрунті до сівби. Це сприяє дружнім сходам та хорошому розвитку рослин на початкових етапах, особливо коли природні запаси продуктивної вологи в ґрунті в осінньо-зимовий період значно нижчі від середньорічних норм [5].

Кукурудза має довгий вегетаційний період, тому основну роль у формуванні високих врожаїв відіграють вегетаційні поливи. При визначенні строків поливу потрібно враховувати особливості водозабезпечення культури в різні періоди її розвитку.

Найбільш ефективним способом поливу для кукурудзи є дощування, яке максимально наближене до природного зволоження. Для цього використовують широкозахватні дощувальні машини різних конструкцій, які забезпечують рівномірний розподіл води на великих площах.

2.3.5. Зернобобові на зелений корм (пожнивно)

Післяжнивні культури зазвичай розміщують на землях після збору озимих культур, коли зерно досягає повної стиглості. Після збору озимої

пшениці на зелене кормове використання можна висівати кукурудзу, суданську траву, сою, а також різноманітні кормові суміші, до складу яких можуть входити овес, горох, ярий ріпак, біла гірчиця, олійна редька і соняшник [5].

Такі культури дозволяють додатково вирощувати кормову масу для худоби, що підвищує продуктивність зрошуваних земель. У рамках цього проєкту передбачається вирощування зернобобової суміші, що складається з вівса та гороху.

Технологія вирощування цієї суміші на зелений корм має деякі особливості порівняно з вирощуванням ярих зернових культур. У випадку з культурами для зеленого корму не застосовуються гербіциди для боротьби з бур'янами, а збирання врожаю відбувається значно раніше, тому ризик шкоди для культурних рослин мінімальний.

Оптимальний спосіб обробітку ґрунту для таких культур — це оранка на глибину 20–22 см з попереднім луценням стерні і подальшим коткуванням. Основою режиму зрошення є передпосівний полив або сходовий полив, який допомагає забезпечити рівномірні і дружні сходи на виснажених ґрунтах після попередніх посівів озимої пшениці, а також регулярні вегетаційні поливи для підтримки оптимальної вологості ґрунту протягом вегетаційного періоду.

3. РЕЖИМ ЗРОШЕННЯ І ТЕХНІКА ПОЛИВУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Режим зрошення сільськогосподарських культур — це система норм, строків і кількості поливів, яка розробляється з урахуванням погодних та агротехнічних умов. Основною метою зрошення є забезпечення оптимального водного режиму в активному шарі ґрунту, що сприяє стабільному отриманню запланованого врожаю [11].

3.1. Вибір року для визначення забезпеченості водою

Режим зрошення сільськогосподарських культур змінюється з року в рік через різні погодні умови. Тому для отримання обґрунтованих результатів і планування зрошувальних систем використовуються методи математичної статистики, що дозволяють гарантувати врожай.

Для проектування зрошувальних систем часто приймають режим зрошення, розрахований на середньо-сухий рік із 75%-ною забезпеченістю водою, тобто у три з чотирьох років культура буде отримувати необхідну вологу [12].

Існує кілька підходів до визначення метеорологічних умов року з певною забезпеченістю. У даному випадку розподіл метеорологічних факторів для року з 75%-ною забезпеченістю визначений за даними метеостанції Лошкарівка за допомогою програмного комплексу WATER. Це дозволяє врахувати дефіцит води для агрокультур протягом кожного року спостережень для прийнятої сівозміни.

Вибір року для визначення забезпеченості водою здійснюється на основі аналізу багаторічного ряду даних, які включають дефіцити водоспоживання сільськогосподарських культур протягом кількох десятиліть. Для цього

використовують один з методів розрахунку режиму зрошення. Зазвичай тривалість ряду спостережень має бути не менше 20 років [12].

Результати вибору року з заданою забезпеченістю наведені в додатку А. За результатами розрахунків роками, які відповідають заданій забезпеченості, є 1975, 1989, 1998, 2003 та 2005 роки. Середні значення метеорологічних факторів за ці роки будуть використовуватись як модель для подальших розрахунків (додаток Б).

Для наступних розрахунків строків та норм поливів по кожному полю сівозміни буде використано дані про дефіцити водоспоживання, отримані за кожен декаду року з 75%-ною забезпеченістю.

3.2. Визначення норм і строків поливу

У цій роботі визначено строки поливів, а також поливні та зрошувальні норми для всіх сільськогосподарських культур, що включені до сівозміни. Поливна норма — це кількість води, яку необхідно подати на один гектар зрошуваної площі під час одного поливу. Вимірюється вона в м³/га або в міліметрах товщини водяного шару. Розмір поливної норми залежить від водно-фізичних характеристик ґрунту, рельєфу місцевості, виду сільськогосподарської культури, а також способу та техніки поливу [11].

Розрахункову (зазвичай максимальну) поливну норму можна визначити за формулою, запропонованою О.М. Костяковим

$$m = W_{HB} - W_{дон}, \quad (3.1)$$

$$\text{або } m = 10\gamma H(\beta_{HB} - \beta_{дон}), \quad (3.2)$$

де m — розрахункова поливна норма в міліметрах;

W_{HB} — запаси вологи при мінімальній вологоємкості розрахункового шару ґрунту в міліметрах;

$W_{дон}$ — допустимі або фактичні запаси вологи в тому ж шарі ґрунту в міліметрах;

H — глибина кореневмісного шару ґрунту, м;

γ — щільність розрахункового шару ґрунту в т/м³ або г/см³;

β_{HB} і $\beta_{доп}$ — вологість ґрунту, яка відповідає мінімальній вологоємкості та допустимому рівню висушування, % [11].

Згідно з цією формулою, поливна норма визначається на основі необхідності доведення вологості в розрахунковому шарі ґрунту до мінімальної вологоємкості. Результати розрахунків поливних норм для кожної фенологічної фази використаних культур наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Поливні норми для прийнятої сівозміни

Сільськогосподарська культура і фаза її розвитку	Формула О.М. Костякова					Достокова поливна норма, м ³ /га	Прийнята поливна норма, м ³ /га	
	γ , г/см ³	Н, м	β_{HB} , %	$\beta_{доп}$				m, м ³ /га
				% від HB	%			
Ячмінь ярий								
- посів – сходи	1,17	0,5	25,9	75	19,4	379	300	300
- кущіння	1,21	0,6	25,6	80	20,4	370		300
- трубкування – колосіння	1,25	0,8	24,9	80	19,9	498		300
- цвітіння – налив зерна	1,25	0,8	24,9	80	19,9	498		300
- молочна стиглість	1,25	0,8	24,9	75	18,7	623		300
Багаторічні трави:								
- відновлення вегетації	1,25	0,8	24,9	75	18,7	623	400	400
- стеблування – бутонізація	1,27	1,0	24,4	80	19,5	620		400
- цвітіння	1,27	1,0	24,4	75	18,3	775		400
Пшениця озима:								
- відновлення вегетації	1,21	0,6	25,6	75	19,1	463	300	300
- трубкування – колосіння	1,25	0,8	24,9	80	19,9	498		300
- цвітіння	1,25	0,8	24,9	75	18,7	623		300
- молочна стиглість	1,25	0,8	24,9	75	18,7	623		300
Горохо-вівсяна суміш:								
- посів – сходи	1,17	0,5	25,9	75	19,4	379	300	300
- кущіння	1,21	0,6	25,5	80	20,4	370		300
- трубкування – колосіння	1,25	0,8	24,9	75	18,7	623		300
Кукурудза:								
- посів – сходи	1,17	0,5	25,9	75	19,4	379	300	300
- 5-7 листків	1,23	0,7	25,2	80	20,2	434		300
- викидання волоті	1,25	0,8	24,9	80	19,9	498		300
- молочна стиглість	1,25	0,8	24,9	75	18,7	623		300

При використанні дощувальних машин поливна норма повинна бути меншою за кількість води, яку ґрунт здатен поглинути за один полив. При цьому враховуються рельєф і нахил поверхні. У будь-якому випадку технологічна поливна норма не повинна перевищувати допустиму (ерозійно безпе-

чну) норму. Орієнтовну допустиму поливну норму для важких ґрунтів при використанні широкозахватних дощувальних машин можна встановити на рівні 30 мм або 300 м³/га [11].

Отримані поливні норми (згідно з формулою О.М. Костякова та допустимими нормами, див. табл. 3.1) порівнюються, і з двох вибирається менше значення з точністю ± 5 мм або 50 м³/га.

Для заданої сівозміни поливні норми, розраховані за формулою О.М. Костякова (3.2), у більшості випадків перевищують 300 м³/га, тому для більшості культур сівозміни вегетаційні поливи встановлені на рівні 300 м³/га. Для люцерни 2-го, 3-го і 4-го року вегетації вегетаційні поливи збільшені до 400 м³/га, оскільки густий травостій і розвинена коренева система цієї культури знижують ризик стоку і водної ерозії. Збільшення поливної норми дозволяє зменшити кількість поливів, при цьому зрошувальна норма залишається незмінною.

Вологозарядкові поливи передбачені нормою 600 м³/га, що перевищує допустиму норму, тому вони повинні бути розподілені на два етапи по 300 м³/га.

Строки поливів визначаються на основі дефіцитів водоспоживання та початкових запасів вологи в ґрунті, а також врахуванням поливних норм, характерних для різних фенологічних фаз розвитку сільськогосподарських культур.

Зрошувальні норми розраховуються як сума поливних норм за весь вегетаційний період.

У цій роботі строки і норми поливу були визначені за допомогою програмного комплексу WATER для ПК, розробленого на кафедрі водогосподарської інженерії. Результати розрахунку наведені в додатку В.

3.3. Обґрунтування способу і техніки поливу

У зрошуваних зонах України дощі є основним джерелом поповнення ґрунтової вологи, тому в більшості випадків застосовують дощування як до-

повнення до атмосферних опадів. При виборі способу і техніки поливу враховуються різноманітні фактори: кліматичні, ґрунтові, геоморфологічні, гідрогеологічні, біологічні, господарські, водогосподарські, економічні та інші.

У цій роботі передбачається використання дощувальних машин колової дії марки Reinke, виробництва США, для зрошення польової сівозміни.

Reinke Manufacturing Company — міжнародна торгова компанія, яка постачає дощувальні машини з поворотним і боковим рухом.

Продукція компанії Reinke включає:

- колові дощувальні машини з фіксованою опорною баштою;
- буксовані колові дощувальні машини з можливістю буксирування опорної башти;
- фронтальні дощувальні машини, які живляться від відкритого каналу;
- фронтальні дощувальні машини, що отримують воду по шлангу;
- панелі управління зрошенням;
- запасні частини дощувальних машин.

Продукція компанії поширюється під брендом Reinke. Дилером в Україні є фірма «Агроальянс», що знаходиться в м. Дніпро. На рисунку 2.1 представлена схема розташування дощувальних машин на території приватного сільськогосподарського підприємства «Срібна Нива».

При врахуванні кліматичних умов потрібно враховувати такі фактори, як зволоженість території, випаровування з поверхні ґрунту, температурний режим, вологість повітря, а також швидкість і напрямок вітру.

Зрошувальна техніка має забезпечувати подачу поливної води у вигляді шару, який повинен покривати дефіцит водоспоживання (D) або перевищувати його під час пікового періоду (найбільш навантаженого поливного періоду). Для заданої сівозміни дощувальна машина Reinke повинна відповідати цим вимогам. Для цього, згідно з максимальним середньодобовим дефіцитом водоспоживання, для кожної машини було підібрано відповідну витрату води. Максимальний середньодобовий дефіцит водоспоживання під час двох

найбільш завантажених декад, за результатами розрахунку режиму зрошення, становить 55 м³/га (для люцерни 2-го і 3-го року в першу і другу декаду серпня, додаток В).

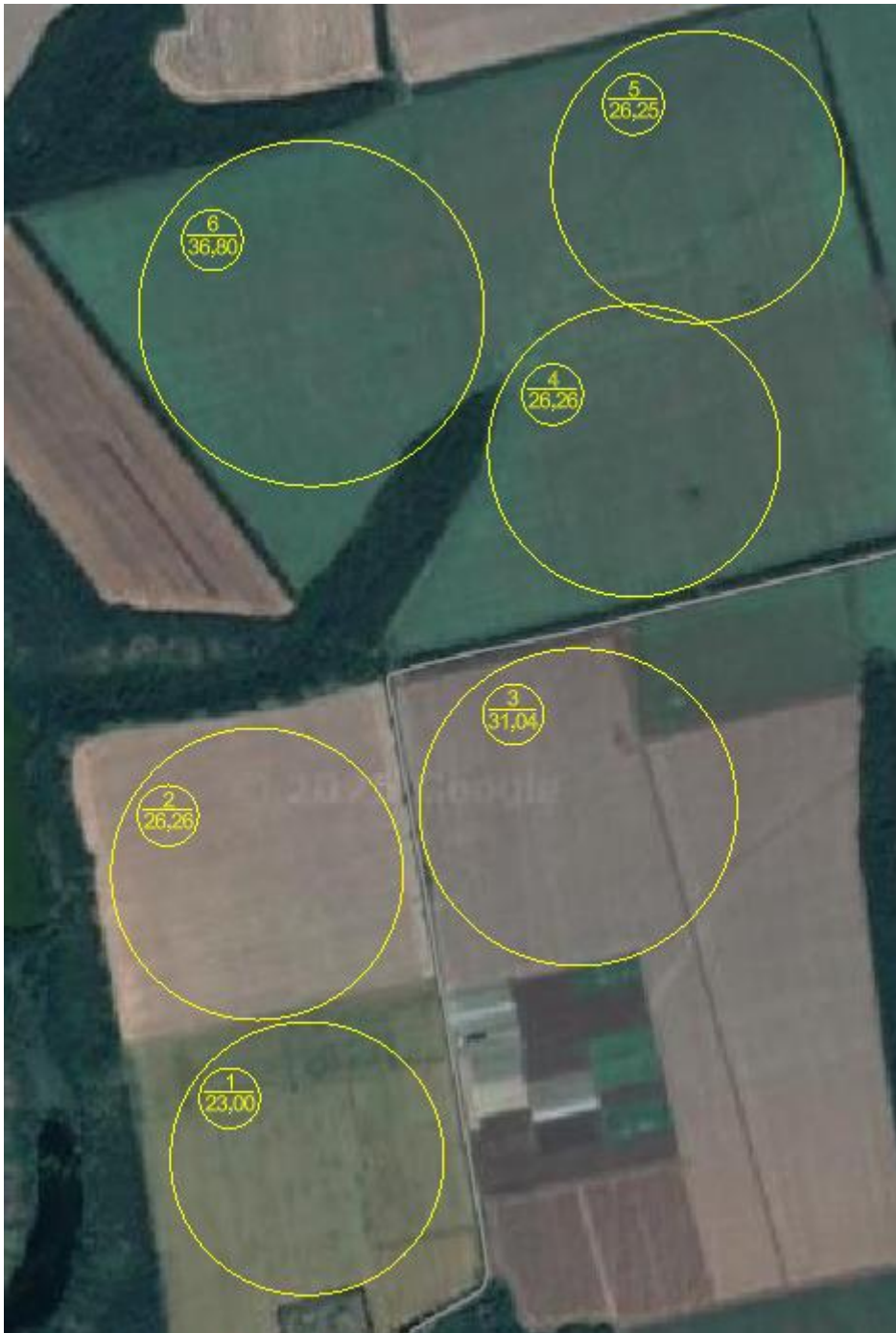


Рисунок 2.1 – Схема розташування дощувальних машин на зрошуваному масиві ПСП «Срібна Нива»

Для покриття дефіциту води витрата води дощувальної машини повинна бути не меншою за значення, розраховане за наступною формулою:

$$Q_m = d_{max} \frac{F}{86,4 \beta_{доб} \gamma_1 \beta}, \quad (3.3)$$

де d_{max} — середньодобовий дефіцит водоспоживання, розрахований не менше ніж для двох суміжних декад пікового періоду найбільш вологолюбної сільськогосподарської культури сівозміни, в $\text{м}^3/(\text{га} \cdot \text{доб})$;

F — зрошувана площа ділянки, що залежить від довжини дощувальної машини, в га;

$\beta_{доб}$ — коефіцієнт використання робочого часу доби, який визначається за розрахунками продуктивності дощувальної машини; для попередніх розрахунків можна прийняти значення 0,8;

β — коефіцієнт, який враховує втрати води на випаровування в зоні дощової хмари при дощуванні. Для зони зрошення на півдні України цей коефіцієнт в середньому становить 0,9;

γ_l — коефіцієнт, що враховує можливі втрати робочого часу через несприятливі метеорологічні умови.

Коефіцієнт γ_l визначають за такою формулою:

$$\gamma_l = \frac{100 - \alpha}{100}, \quad (3.4)$$

де α — це тривалість періоду з швидкістю вітру, яка перевищує допустиму для цього типу дощувальної техніки, у відсотках від тривалості поливного періоду.

Швидкість вітру та його повторюваність, тривалість і напрямок мають значення при дощуванні. Для дощувальних машин Reinke гранична швидкість вітру становить до 8 м/с. Вірогідність перевищення цієї швидкості для умов метеостанції Лошкарівка складає 8,6 % [8]. Отже, $\alpha = 8,6$ % [8], і тоді:

$$\gamma_l = \frac{100 - 8,6}{100} = 0,914.$$

Розраховані витрати води для кожної дощувальної машини на зрошуваному масиві наведені в таблиці 3.2 в залежності від розмірів поля.

Ґрунтові умови характеризуються такими показниками, як вологоємність, водопроникність, гранулометричний склад, товщина гумусового горизонту та стійкість ґрунтів до водної ерозії. Ефективне використання дощува-

льних машин можливе за умови узгодження інтенсивності штучного дощу зі швидкістю поглинання води ґрунтом.

Таблиця 3.2 – Потрібні витрати води і інтенсивність штучність дощувальної машини

№ поля	Зрошувана		Розрахункова витрата води, л/с	Інтенсивність штучного дощу, мм/хв.
	довжина, м	площа, га		
1	271	23,00	20	0,148
2	289	26,26	23	0,159
3	314	31,04	27	0,172
4	289	26,26	23	0,159
5	289	26,25	23	0,159
6	342	36,80	36	0,210

Миттєва інтенсивність дощу визначається за формулою

$$\rho_{сер} = \frac{60 \cdot Q}{R \cdot r} \quad (3.5),$$

де R — ширина зони зрошення, що залежить від конструктивних особливостей машини, м;

r — довжина поливу кінцевим апаратом, яка зазвичай становить 30 м.

Розрахункові значення інтенсивності штучного дощу наведені в таблиці 3.2.

Коефіцієнт вбирання води в орному шарі дорівнює 1,29 мм/хв, а в підорному — 1,21 мм/хв, що перевищує середню інтенсивність дощу запроєктованих дощувальних установок. Застосування дощування можливе лише на незасолених або слабкозасолених ґрунтах. Для важкосуглинкових ґрунтів досточкова поливна норма дощувальних машин Reinke становить 30 мм [8].

Геоморфологічні умови місцевості, зокрема рельєф, впливають на розміщення зрошувальної мережі та вибір поливної техніки, а також визначають похил поверхні та довжину схилів. Максимально допустимий похил поверхні для поливу дощувальними машинами Reinke не повинен перевищувати 0,05, хоча на окремих ділянках місцеві ухили можуть досягати 0,1. На всіх виділених полях зазначене обмеження дотримано.

Гідрогеологічні умови включають глибину залягання та рівень мінералізації ґрунтових вод, а також ступінь дренажності території. На всій площі

зрошення ґрунтові води залягають на глибині понад 5 м, при цьому територія характеризується доброю природною дренажістю.

Біологічні фактори визначаються потребами сільськогосподарських культур у зрошенні, особливостями їх росту та технологією вирощування. Висота надземної частини рослин впливає на вибір механізованих засобів поливу. Водопровідний трубопровід дощувальної машини Reinke розміщений на висоті 4 м над поверхнею ґрунту, що дозволяє здійснювати полив усіх польових культур, у тому числі високостебельних, таких як кукурудза.

Дощування є найбільш ефективним для культур з неглибокою кореневою системою. Для рослин, корені яких проникають у глибші шари ґрунту, цей спосіб зрошення є результативним лише за наявності достатніх запасів вологи, що формуються внаслідок атмосферних опадів і вологозарядкових поливів, які проводяться перед сівбою.

Господарські умови включають розміщення та спеціалізацію сільськогосподарського виробництва, особливості сівозмін (розміри полів і типи сівозмін), організацію території та конфігурацію зрошуваних ділянок. Під час вибору дощувальної техніки враховувалися площа та форма полів. Дощувальні машини підбиралися з урахуванням територіального планування господарства (наявності доріг, лісосмуг, ліній електропередач тощо), а також конфігурації полів у випадках, коли змінити їх межі під час будівництва зрошувальної системи неможливо.

У даному проєкті поля відрізняються за розмірами та формою, у зв'язку з чим було обрано різні модифікації дощувальних машин. Їх підбір здійснювався шляхом вписування кола зрошення в існуючі межі полів із максимально можливим радіусом охоплення.

Водогосподарські фактори охоплюють рівень водозабезпеченості зрошувальної системи, коефіцієнти використання водних і земельних ресурсів, ефективність роботи системи, а також якісні показники зрошувальної води — її температуру та ступінь мінералізації. У регіонах з обмеженими водними

ресурсами найбільш доцільним є застосування дощування в поєднанні із закритою зрошувальною мережею.

Якість зрошувальної води, зокрема її каламутність і розмір механічних домішок, може обмежувати використання дощувальних машин, оскільки значна кількість завислих частинок спричиняє засмічення дощувальних насадок і робочих апаратів та призводить до їх виходу з ладу. Також важливо враховувати температурний режим зрошувальної води.

У даному дослідженні зрошення передбачається здійснювати водами з поверхневих джерел, які відбираються безпосередньо з річки Дніпро та не містять підвищеної кількості зважених частинок. Зрошувальна вода не має агресивних властивостей, тому ризик корозійного ураження металевих елементів дощувальних машин є мінімальним. Крім того, дощувальні машини Reinke характеризуються підвищеною корозійною стійкістю. Оцінка придатності води для зрошення за агрономічними показниками наведена в пункті 1.5.

3.4. Технічні характеристики дощувальних машин

Для зрошення запроєктованої території планується використання дощувальних машин Reinke колової дії різних модифікацій. З метою забезпечення поливу всієї сівозміни передбачається залучення шести таких установок. Основні технічні параметри, які мають вплив на визначення режиму зрошення та проектування зрошувальної мережі, подано в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики дощувальної машини, що застосовуються на запроєктованому зрошуваному масив

Показник	Одиниці виміру	Модифікації Reinke			
		271-20	289-23	314-27	342-36
Кількість машин на сівозміні	шт.	1	3	1	1
Кількість самохідних візків	шт.	4	5	5	6
Довжина водопровідного трубопроводу	м	271	289	314	342
Витрата води, л/с	л/с	20	23	27	36
Необхідний напір води на гідранті	м	30	30	30	30
Середня інтенсивність дощу	мм/хв.	0,148	0,159	0,172	0,210

Полив на запроєктованій ділянці здійснюється за допомогою дощувальної машини Reinke обраних модифікацій, яка працює в русі фронтально, з подачею води через гідранти закритої зрошувальної мережі, розташовані в центрі зони зрошення. Рух машини забезпечується електроприводом, а електрична енергія подається через підземний кабель від стаціонарної електричної мережі.

Для рівномірного розподілу води по зрошуваному полю на машині встановлені дощувальні насадки типу I-Wob Standart виробництва компанії «Senninger», кожен дощувач оснащений регулятором тиску PSR-15 Senninger. Кінцевий дощувальний апарат має секторну дію. Дощувальні насадки розміщені на шлангах, які спускаються від водопровідного поясу дощувальної машини.

Для забезпечення подачі води до машини необхідний певний напір. Для нормальної роботи окремих дощувальних апаратів (зокрема кінцевого) на дощувальній машині встановлено кілька насосів підкачки.

Застосування комбінованої схеми розміщення дощувальних апаратів із індивідуальним налаштуванням насадок дозволяє досягти високої рівномірності та якості зрошення у вигляді лагідного дощу.

3.5. Графік поливу запроєктованої сівозміни

Режим зрошення для всієї сівозміни був розрахований у п. 3.2, і тепер його необхідно представити у вигляді графіка поливів, на якому будуть відображені дні поливу, їх кількість за весь вегетаційний період, а також загальний обсяг води, що має бути подано протягом цього періоду.

Спочатку створюється попередній (неукомплектований) графік поливу, а після цього він коригується з урахуванням витрат води дощувальними машинами, які працюють на окремих полях.

Для побудови попереднього графіка поливів складається відомість (див. додаток Г).

Оскільки зрошувана площа та витрати води дощувальними машинами вже задані, тривалість поливу визначається за формулою:

$$t = \frac{Fm_{\text{бр}}}{3,6Q_m \tau \beta_{\text{зм}}} \quad (3.6)$$

де F — зрошувана площа поля (га),

$m_{\text{бр}}$ — поливна норма брутто (м³/га),

Q_m — витрати води, які подає дощувальна машина (л/с),

τ — тривалість поливу протягом доби (год.). Оскільки для колової дощувальної машини Reinke з високим ступенем автоматизації полив ведеться цілодобово, то $\tau = 24$) години,

$\beta_{\text{зм}}$ — коефіцієнт, який враховує втрати робочого часу протягом доби (для колової машини Reinke $\beta_{\text{зм}} = 0,94$.

Поливну норму брутто розраховують за формулою:

$$m_{\text{бр}} = \frac{m_{\text{нт}}}{\beta} \quad (3.7)$$

де $m_{\text{нт}}$ — поливна норма нетто (м³/га),

β — коефіцієнт, який враховує втрати води на випаровування під час поливу.

Коефіцієнт β , що враховує втрати води на випаровування, розраховується за формулою:

$$\beta = \frac{100 - kE}{100}, \quad (3.8)$$

де k — поправочний коефіцієнт для типу дощувальної машини (для середньострумінних машин $k = 1$) [8],

E — випаровування води в зоні дощової хмари під час поливу (% від водоподачі), де E розраховується за формулою:

$$E = t \left(1 - \frac{\varphi}{100} \right) (0,15v_a + 0,71), \quad (3.9)$$

де t — середня температура повітря під час дощування (°C),

φ — відносна вологість повітря (%),

v_a — розрахункова швидкість вітру, приведена до висоти 2 м над землею.

Розрахунок коефіцієнта β потрібно проводити для всіх місяців зрошувального періоду за середніми метеорологічними даними, наведеними в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок коефіцієнта, що враховує втрати води на випаровування під час поливу (β) за даними метеостанції Лошкарівка

Місяць	t , °C	ϕ , %	v_a , м/с	E , %	β
05	15,9	60	6,0	8,07	0,898
06	19,4	61	4,4	9,10	0,896
07	21,1	61	4,1	9,51	0,891
08	20,6	60	4,1	9,58	0,891
09	15,6	65	4,2	6,09	0,927
Сер.				8,47	0,901

Отриману тривалість поливу округлюють до найближчого цілого числа діб. Знаючи дату завершення поливу та тривалість поливу, обчислюється дата його початку. На основі даних з відомості неукомплектованого графіка поливів складається попередній графік поливу (додаток Д).

Під час аналізу неукомплектованого графіка поливів можна помітити, що він не є прийнятним для практичного використання, оскільки містить різкі коливання загальних витрат води, має періоди з високою інтенсивністю поливів і тривалі перерви у подачі води.

Зрошувальні трубопроводи, гідротехнічні споруди та насосні станції проектуються на максимальні поливні витрати. Якщо цей графік буде реалізовано в реальному виробництві, це призведе до значних зайвих витрат на будівництво та експлуатацію зрошувальної мережі.

Щоб уникнути недоліків такого графіка, його коригують. Це передбачає рівномірний розподіл витрат води протягом усього поливного періоду або наближення значень до однакових. При цьому гідромодуль не повинен перевищувати 0,7 л/(с·га), а максимальні витрати води мають бути рівномірно розподілені на період не менше 10 діб.

Гідромодуль — це витрата води, що подається на 1 гектар зрошувального поля, який визначається за формулою:

$$q = \frac{Q_{civ}^{max}}{F_{civ}}, \quad (3.10)$$

де Q_{civ}^{max} — максимальна витрата води на сівозміну (л/с),

F_{civ} — зрошувана площа сівозміни (га) [11].

У цьому проєкті, в неуккомплектованому графіку, при роботі 5-ти дощувальних машин Reinke колової дії максимальна витрата води, яку необхідно подати на сівозміну, становить 132 л/с. Відповідно, максимальний гідромодуль складе $q = 132 / 169,7 = 0,78$, л/(с·га), і цей гідромодуль буде спостерігатися протягом 2 діб.

Коригування графіка здійснюється шляхом зміщення дат поливів (зазвичай на 2–5 діб). Укомплектований графік поливу наведений у додатку Е. На основі цього графіка складається відомість укомплектованого графіка поливів.

У укомплектованому графіку поливів, при чотирьох працюючих дощувальних машинах, максимальна витрата води становить 93 л/с для зрошуваної площі 169,7 га, що дає гідромодуль: $q = 93 / 169,7 = 0,55$ л/(с·га).

Максимальну витрату води необхідно подавати протягом 25 діб, що є оптимальним для практичного використання.

Витрата насосної станції, яка обслуговує запроектований масив зрошення, повинна становити 93 л/с або 335 м³/год.

Середньозважена зрошувальна норма складе 3020 м³/га. Загальне водоспоживання за весь зрошувальний сезон складе 512 тис. м³.

4. ПРОЄКТУВАННЯ ЗРОШУВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

Зрошувальна мережа для поливу широкозахватними дощувальними машинами колової дії фірми Reinke проєктується у вигляді закритих трубопроводів. Подача води до дощувальних машин здійснюється через спеціальні комплексні вузли підключення, які розташовуються в центрі кожної зрошуваної ділянки. Вибір схеми розташування зрошувальної мережі залежить від кількох факторів, таких як розташування джерела водозабезпечення, місце розташування комплексних вузлів підключення колових машин, рельєф місцевості, а також технічні характеристики та умови експлуатації дощувальних установок.

Внутрішньогосподарська зрошувальна мережа спроектована з поліетиленових труб, призначених для роботи при високому тиску, і закопана на глибині 1,2 м від верхнього рівня труби (рис. 4.1).

Закрита зрошувальна мережа на проєктованій площі зрошення складається з одного головного розподільного трубопроводу, до якого підключено два поливних трубопроводи. На цих трубопроводах розміщені вузли для підключення дощувальних машин.

Для різних ділянок поливу потрібно забезпечити різну витрату води, тому діаметри трубопроводів підбираються відповідно до цих потреб. Сучасні дощувальні машини потребують невеликого напору води (30 м), проте важливо забезпечити високий підйом води з джерела, оскільки зрошувана ділянка знаходиться на правому березі річки Дніпро, на висоті 60–70 м над рівнем води.

4.1. Гідравлічний розрахунок запроєктованої зрошувальної мережі

Для виконання гідравлічного розрахунку використовують витрати води по окремих ділянках мережі, визначені на підставі розрахованих витрат на підставі прийнятих дощувальних машин і їх одночасної роботи, визначеної на підставі побудови укомплектованого графіка поливів.

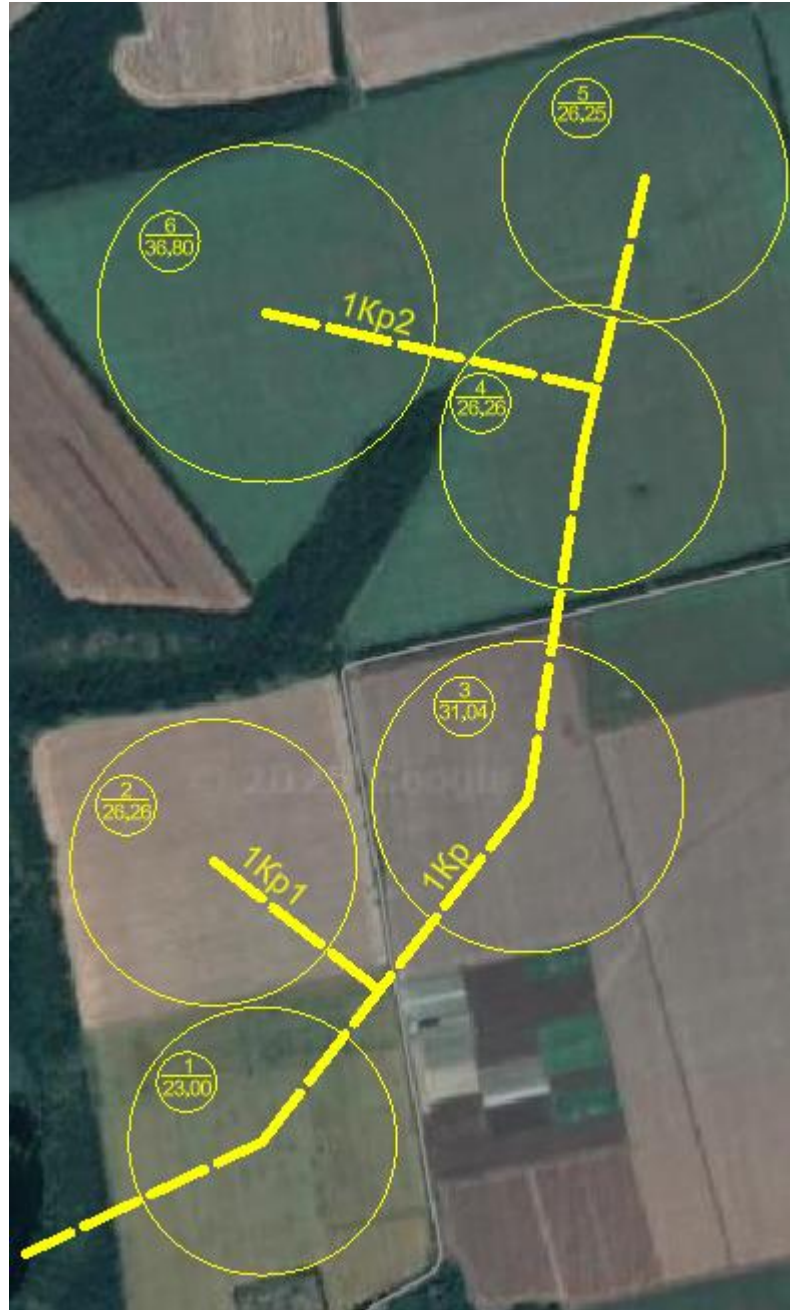


Рисунок 4.1 – Схема розташування зрошувальних трубопроводів для гідравлічного розрахунку

Всі розрахунки проведені на ПК. Результати розрахунку наведені в додатку Ж. Витрати машини для даного проекту прийняті згідно з їх технічних характеристик (табл. 3.2). По розподільному трубопроводі повинні, згідно

встановленої схеми поливу (рис. 4.1) проходити витрати не більше ніж витрати чотирьох дощувальних машин, тобто 93 л/с.

Вихідними даними для гідравлічного розрахунку є відмітки поверхні землі знайдені з карти побудованої за допомогою QGIS (рис. 4.2).

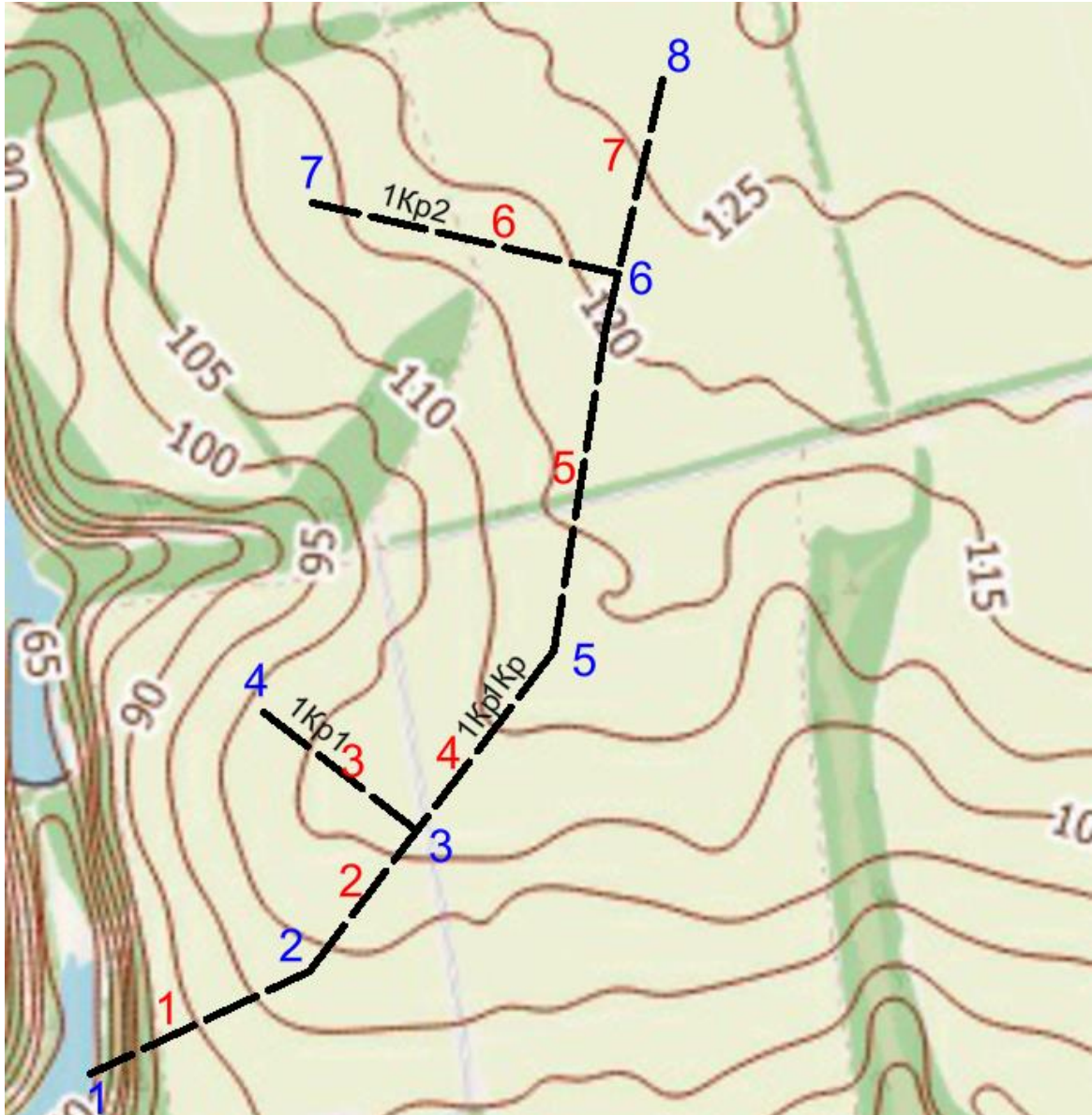


Рисунок 4.2 – Викопіювання з карти побудованої за допомогою QGIS для проєктованої території

Вихідними даними для гідравлічного розрахунку є відомості по вузлах (табл. 4.1) і відомості по ділянках (табл. 4.2) визначених за картою (рис. 4.2), технічних характеристиках дощувальних машин та розрахованого режиму зрошення.

Гідравлічний розрахунок будь-якої трубопровідної мережі, в тому числі, і зрошувальної здійснюють для підбору діаметрів і матеріалів труб, втрат

напору по довжині і місцевих, в трубопроводах, напору насосної станції і в окремих точках мережі.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані по вузлах для гідравлічного розрахунку

Вузол	Координати		Відмітка поверхні землі	Вільний напір на гідранті
	X	Y		
1	3023	1068	50	0
2	3501	1295	98	0
3	3737	1601	106	30
4	3402	1859	101	30
5	4038	1991	103	0
6	4176	2816	122	30
7	3510	2970	104	30
8	4274	3241	128	30

Таблиця 4.2 – Вихідні дані по ділянках для гідравлічного розрахунку

Ділянки	Вузли	Довжина, м	Витрата води, л/с	Матеріал труб
1	1 – 2	529	98	ПЕ 80 SDR 9
2	2 – 3	386	98	
3	3 – 4	423	98	
4	3 – 5	493	82	ПЕ 63 SDR 13,6
5	5 – 6	837	82	
6	6 – 7	684	36	
7	6 – 8	425	23	

Для трубопроводів зрошувальної мережі обрані поліетиленові труби типу ПЕ 80 SDR 9 і ПЕ 80 SDR 13,6, розраховані на максимальний тиск 1,6 МПа та 0,8 МПа відповідно. Діаметри зрошувальних трубопроводів (в мм) визначаються за формулою, яка дозволяє мінімізувати економічно не вигідні втрати напору на довжині трубопроводу:

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

де Q — витрата води на ділянці трубопроводу (м³/с),

v — оптимальна швидкість руху води (м/с).

Швидкість руху води в трубах з пластмаси на окремих ділянках прийнята рівною 2 м/с в першому наближенні. Отриманий діаметр труби за формулою (4.1) округлюється до найближчого стандартного значення. Після цього за даним діаметром уточнюється швидкість руху води за формулою:

$$v_{cep} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_{cm}^2} \quad (4.2)$$

де: d — стандартний діаметр трубопроводу, м².

Втрати напору води по довжині кожної розрахункової ділянки трубопроводу визначаються за рівнянням Дарсі-Вейсбаха:

$$h_l = \lambda \frac{v_{cep}^2 \cdot l}{2 \cdot g \cdot d_{cm}} \quad (4.3)$$

де l — довжина ділянки трубопроводу (м),

g — прискорення вільного падіння (м/с²),

λ — питомий гідравлічний коефіцієнт втрат напору на тертя.

Значення коефіцієнта λ залежить від шорсткості труб і їх діаметра.

Для подолання місцевих втрат напору використовуються гіпотези довгих трубопроводів, для яких $h_m = 0,1 \cdot h_l$ можна вважати лінійними.

П'єзометричні напори на кожній точці мережі визначаються як сума відмітки поверхні землі в цій точці та вільного напору, необхідного для роботи дощувальних машин. П'єзометричні відмітки на початку розрахункової ділянки трубопроводу обчислюються за формулою:

$$\nabla_{nлк} = \nabla_{nz} + h_0 + \Delta h_{маш} + \Delta h_{гидр} \quad (4.4)$$

де ∇_{nz} — відмітка поверхні землі в кінці ділянки (біля гідранта) (м),

h_0 — необхідний напір для дощувальної машини на гідранті (м),

h_0 — втрати напору через нерівності поля (м),

h_0 — місцеві втрати на гідранті (м).

П'єзометричний напір на початку ділянки трубопроводу розраховується рівним п'єзометричному напору кінця ділянки з урахуванням загальних втрат напору на цій ділянці:

$$\nabla_{nлт} = \nabla_{nлк} + h_w \quad (4.5)$$

В наступному наближенні проводиться послідовний розрахунок від початку мережі (від насосної станції) до кінцевих точок — гідрантів, які знаходяться на тупикових ділянках мережі.

Напір насосної станції для забезпечення роботи зрошувальної мережі розраховується за формулою:

$$H = \nabla_{пл.гол} - \nabla_{рвнс} \quad (4.6)$$

де $\nabla_{пл.гол}$ — п'єзометричний напір на початку магістрального трубопроводу (м),

$\nabla_{рвнс}$ — відмітка поверхні води в джерелі зрошення, де планується забір води насосною станцією в поливний період (м).

Результати гідравлічного розрахунку подано в додатку Ж і на рис. 4.3.

У даному проєкті необхідний напір насосної станції складає 132,6 м.

Для забезпечення роботи зрошувальної мережі потужність насосної станції визначають за формулою:

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H \cdot 1,03}{1000 \cdot \eta_n \cdot \eta_{дв}} \quad (4.7)$$

де ρ — густина води (1000 кг/м³),

g — прискорення вільного падіння (9,81 м/с²),

Q — витрата насосної станції (м³/с),

H — розрахунковий напір насосної станції (м),

η_n — коефіцієнт корисної дії насоса,

$\eta_{дв}$ — коефіцієнт корисної дії електродвигуна.

Для даних розрахунків прийнято значення коефіцієнтів корисної дії і внутрішньостанційних втрат, що дозволяє визначити необхідну потужність насосної станції (кВт).

$$N = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 0,098 \cdot 132,58 \cdot 1,03}{1000 \cdot 0,85 \cdot 0,8} = 193 \text{ кВт.}$$

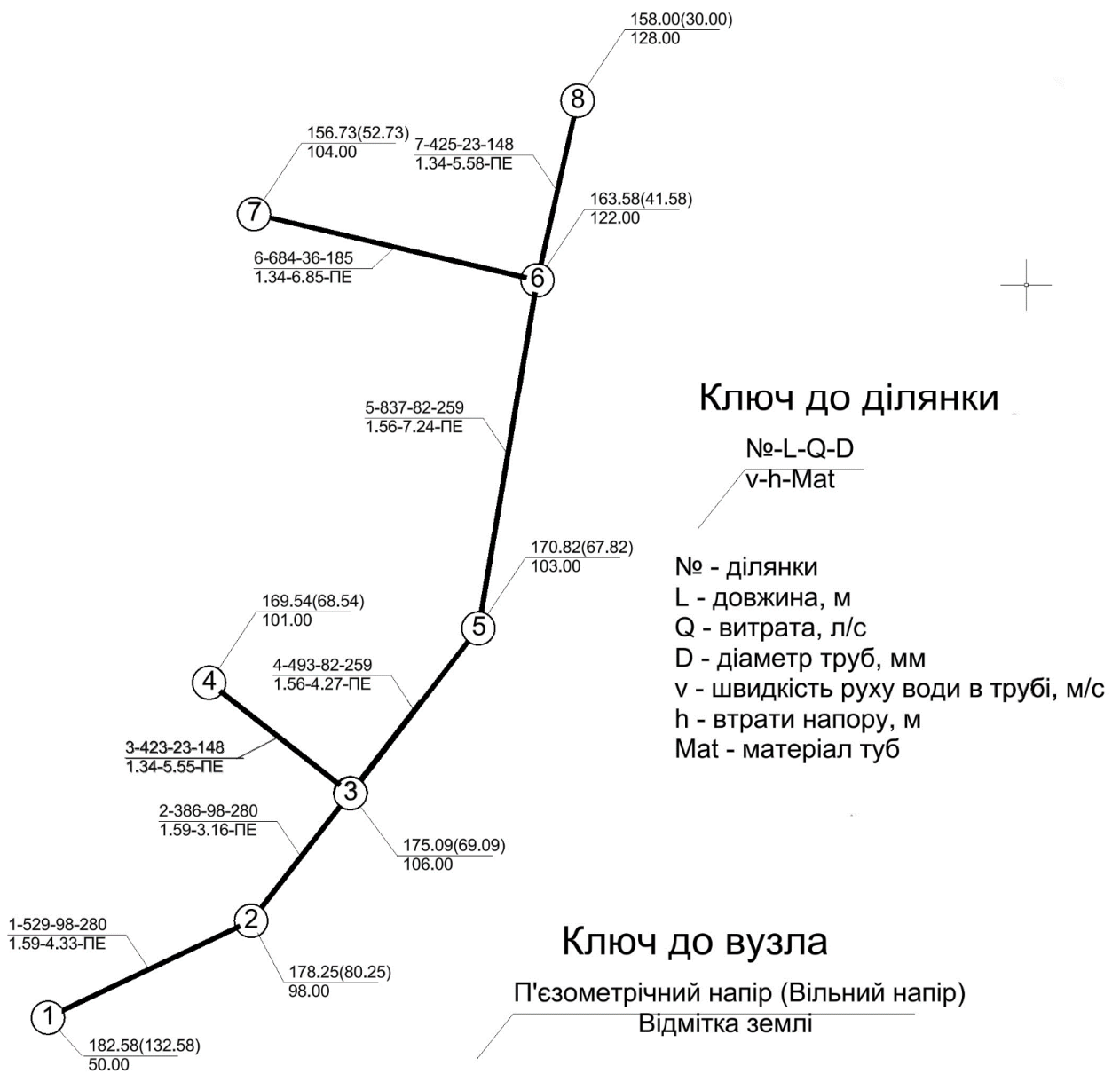


Рисунок 4.3 – Схема до гідравлічного розрахунку запроєктованої зрошувальної мережі

4.2. Побудова поздовжніх профілів трубопроводів зрошувальної мережі

Поздовжній профіль зрошувального трубопроводу розробляється для наступних цілей:

- визначення характерних відміток для траншеї, осі та верхньої частини кожного трубопроводу;
- визначення обсягів земляних робіт для закладання труб;
- визначення місць розташування споруд, які регулюють подачу води для кожної дощувальної машини.

Поздовжній профіль зрошувального трубопроводу 1-Кр представлений на рис. 4.4.

Для створення креслень поздовжнього профілю використано топографічний план з горизонталями, отриманий за допомогою ГІС-технологій (рис. 4.2).

Масштаб поздовжнього профілю і поперечного перерізу обраний з урахуванням перепадів рельєфу місцевості та довжини ділянок запроектованої мережі. У цьому випадку горизонтальний масштаб складає 1:5000, а вертикальний — 1:100.

Пікетаж на кресленні поздовжнього профілю відповідає пікетажу на плані зрошувальної мережі. Поздовжній профіль складено по ходу пікетажу зліва направо — від джерела води до кінцевих ділянок.

Лінійні розміри на поздовжньому та поперечному профілях вказані в метрах, з точністю до двох знаків після коми. Відмітки поверхні землі, дна траншеї, верху та осі трубопроводу зазначено на кожному пікеті і в ключових точках трубопроводу. Ширина траншеї по дну визначена залежно від діаметра запроектованого трубопроводу.

У даній роботі як приклад наводиться поздовжній профіль трубопроводу Кр-1 (див. рис. 4.4). Оскільки на даній ділянці спостерігається великий геодезичний перепад відміток, профіль побудовано з трьома скидами на ПК 2 (відмітка 65,00 м), ПК 4 (відмітка 85 м) і ПК 15 (відмітка 105 м).

Поперечний переріз зрошувального трубопроводу зображений у натуральному масштабі. Масштаб перерізу вказано під його назвою. В даному випадку на рис. 4.5 показано поперечний переріз на ПК 6+00 в масштабі 1:50.

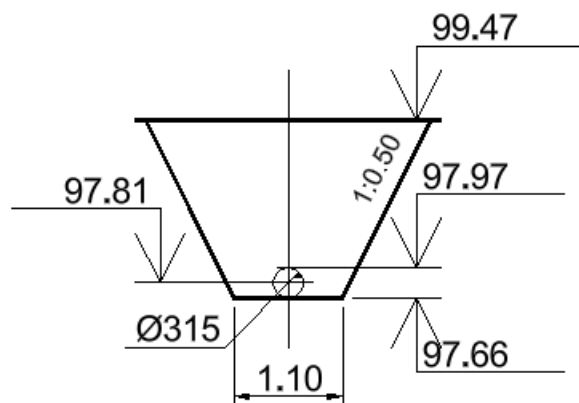


Рисунок 4.5 – Поперечний профіль трубопроводу 1-Кр на ПК 6+00

4.3. Проектування гідротехнічних споруд на зрошувальній мережі

Гідротехнічні споруди використовуються для забезпечення належної роботи закритої зрошувальної мережі. У цьому проекті передбачені спеціалізовані споруди на трубопроводах.

1. Розподільні (регулювальні) колодязі призначені для регулювання подачі води між окремими ділянками закритої стаціонарної зрошувальної мережі. Для цього в колодязях на початку молодших (зрошувальних) трубопроводів та розподільних трубопроводів різного порядку встановлюються засувки. У цьому проекті передбачено встановлення 4 таких колодязів на початку польових трубопроводів. Схеми комплектування типових колодязів наведені на рис. 4.6 та 4.7. На цих схемах також вказані монтажні розміри і обрані розміри типових колодязів.



Рисунок 4.6 – Комплектування розподільчого колодязя Р-1 на трубопроводі 1-Кр

2. Гідранти-водовипуски призначені для виведення води з трубопроводів на рівень, вищий за поверхню землі, та подачі її до дощувальної машини. Розташування та конструкція цих гідрантів залежать від типу дощувальної машини. Для дощувальної машини фірми Reinke з круговою роботою гідранти розташовуються вздовж поливного трубопроводу, який знаходиться в центрі зрошуваної ділянки. Вода з гідранта до дощувальної машини подається через центральну нерухому опору, що дозволяє змінювати відстань залежно від довжини трубопроводу. У цьому проекті передбачено встановлення по

одному гідранту на кожну зрошувальну ділянку, всього 6 гідрантів. На рис. 4.8 показано кінцевий вузол підключення колової дощувальної машини з вантузом, а на рис. 4.9 — з вантузом та скидом.

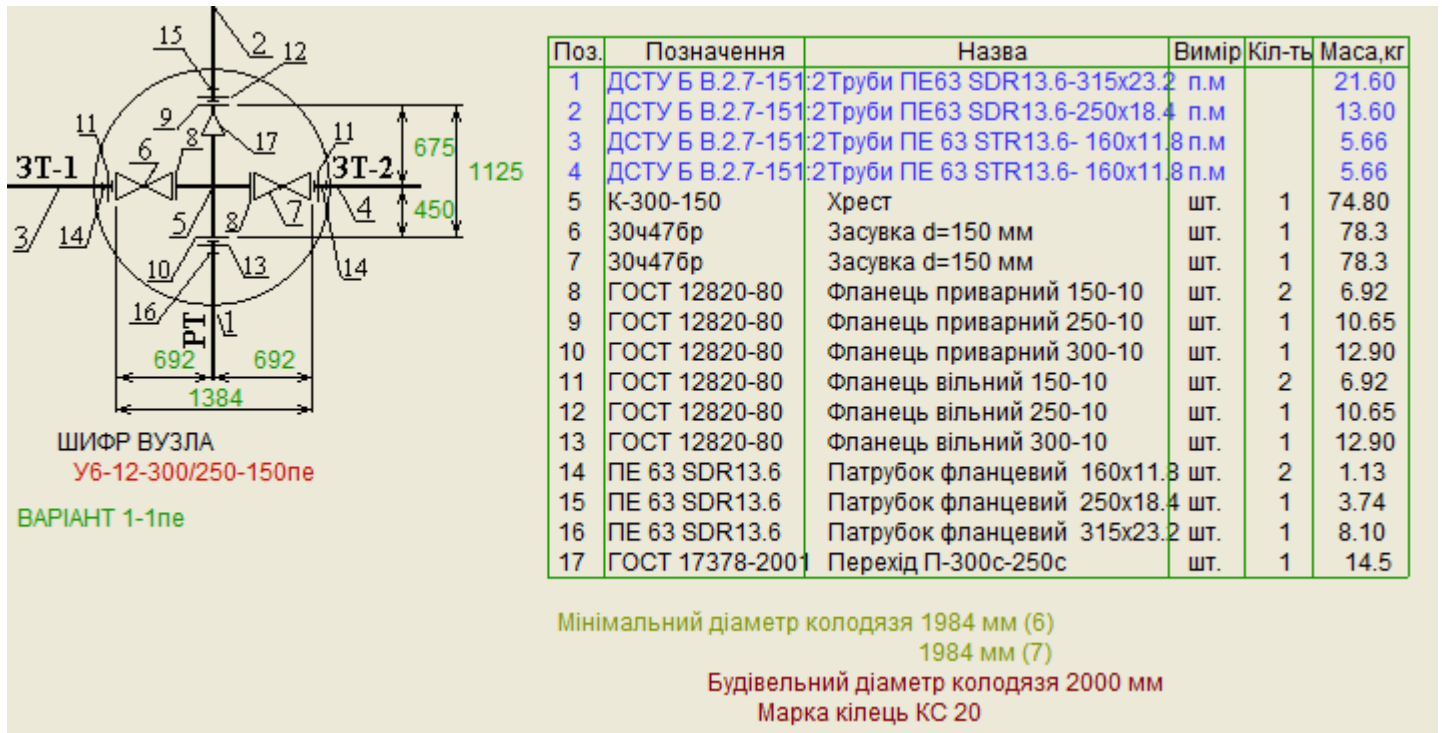


Рисунок 4.7 – Комплектування розподільчого колодязя Р-3 на трубопроводі 1-Кр

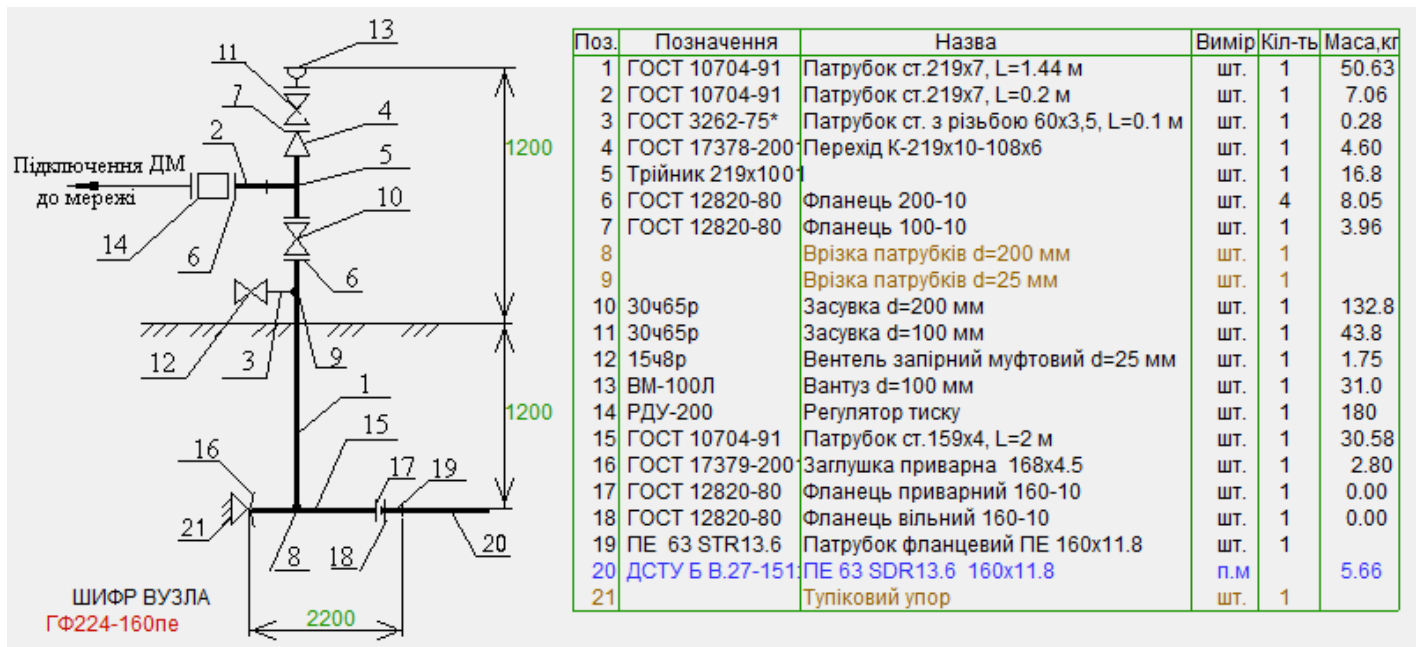


Рисунок 4.8 – Комплектування кінцевого комплексного вузла підключення (гідранта) колової дощувальної машини на

3. Скидні споруди призначені для спорожнення зрошувальних трубопроводів під час ремонту та на зимовий період. Вода скидається через спеціальні відгалуження трубопроводів у природні пониження місцевості або в кю-

вети доріг, оскільки спеціальна скидна мережа в системі закритого зрошення не передбачена. У даному проекті не передбачено окремих скидних колодязів, замість цього застосовано 3 скиди, розташовані разом з комплексними вузлами підключення дощувальних машин у пониженнях місцевості (рис. 4.9).

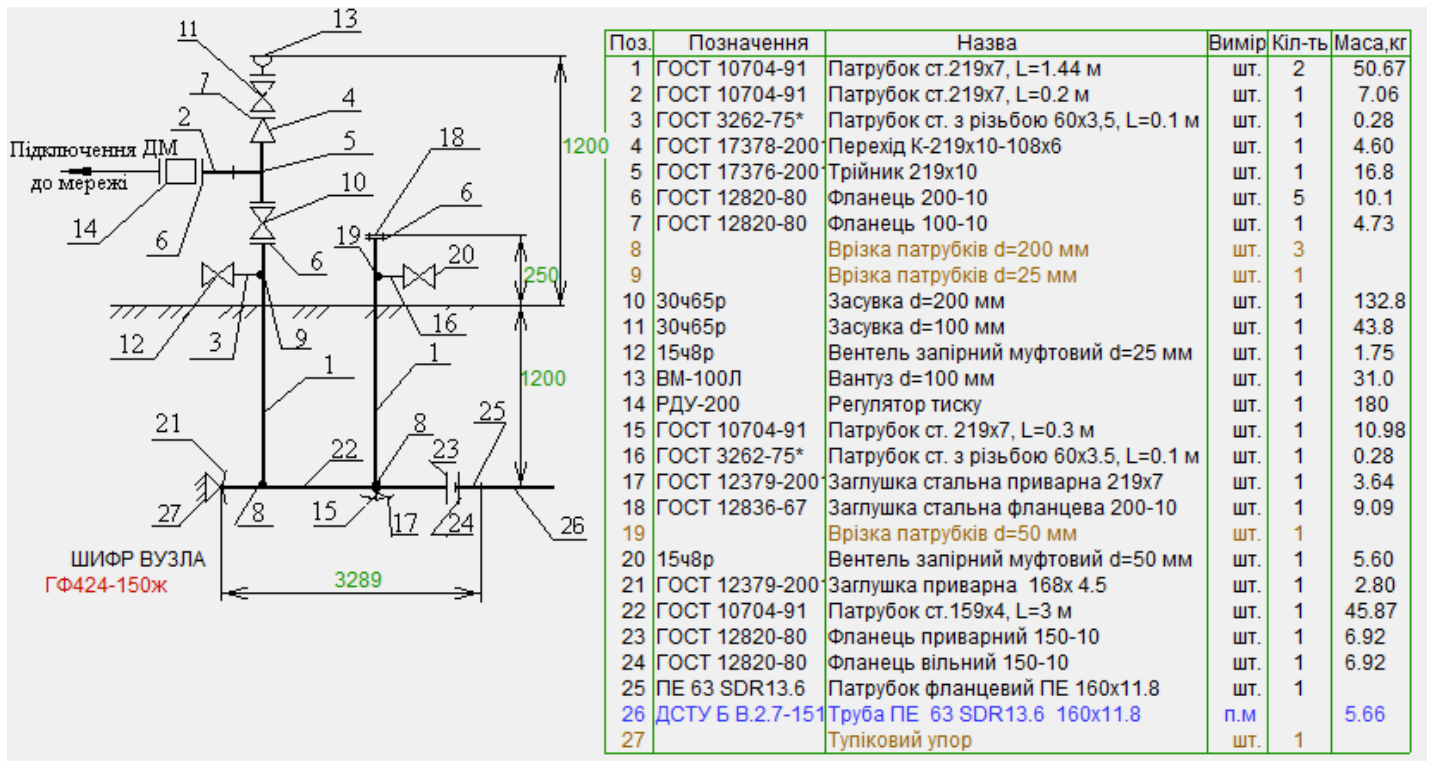


Рисунок 4.9 – Комплектування кінцевого комплексного вузла підключення (гідранта) зі скидом колової дощувальної машини на

4. Пристрої проти гідравлічного удару – призначені для запобігання або зменшення сили гідравлічного удару, що виникають при раптовому вимкненні насосів або припиненні подачі електроструму. Гасники удару встановлюють на напірному трубопроводі зразу за зворотним клапаном, який захищає від гідравлічного удару насосну станцію та весь трубопровід (рис. 4.10). Вданому проекті передбачається використовувати запобіжний скидний пристрій ПСУ-100.

5. Вантузи призначені для автоматичного відведення повітря з трубопроводів, яке накопичується при заповненні трубопроводу, або для впуску повітря при його звільненні під час ремонту або в зимовий період. Вантузи встановлюються на найвищих точках трубопроводів. З огляду на особливості рельєфу зрошуваного масиву, в цьому проекті не передбачено окремих ван-

тузів. Натомість на кожному комплексному вузлі підключення колової дощувальної машини передбачено встановлення вантузів, тобто всього 5 таких вантузів (рис. 4.8, 4.9).

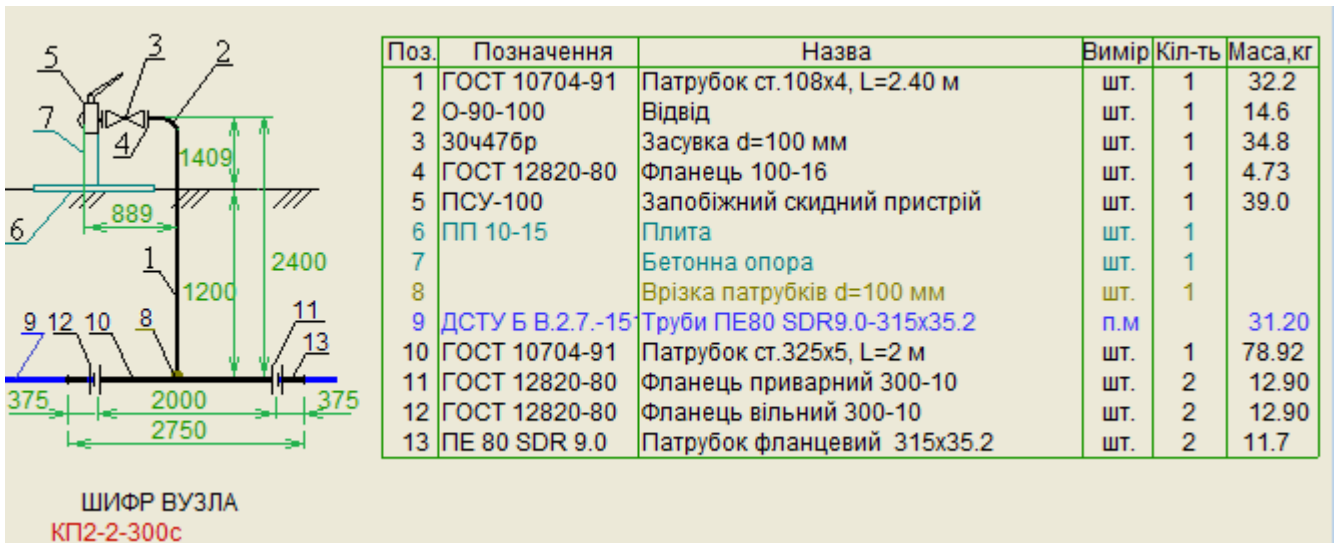


Рисунок 4.10 – Комплектування пристрою проти гідравлічного удару

6. На рис. 4.11 представлена детальна схема закритої зрошувальної мережі, на якій показано розташування всіх трубопроводів і вузлів, а також специфікація, що містить перелік усіх труб, фасонних частин і трубопровідної арматури. Ця інформація була використана для розрахунку обсягів будівельно-монтажних робіт і визначення кошторисної вартості будівництва зрошувальної мережі.

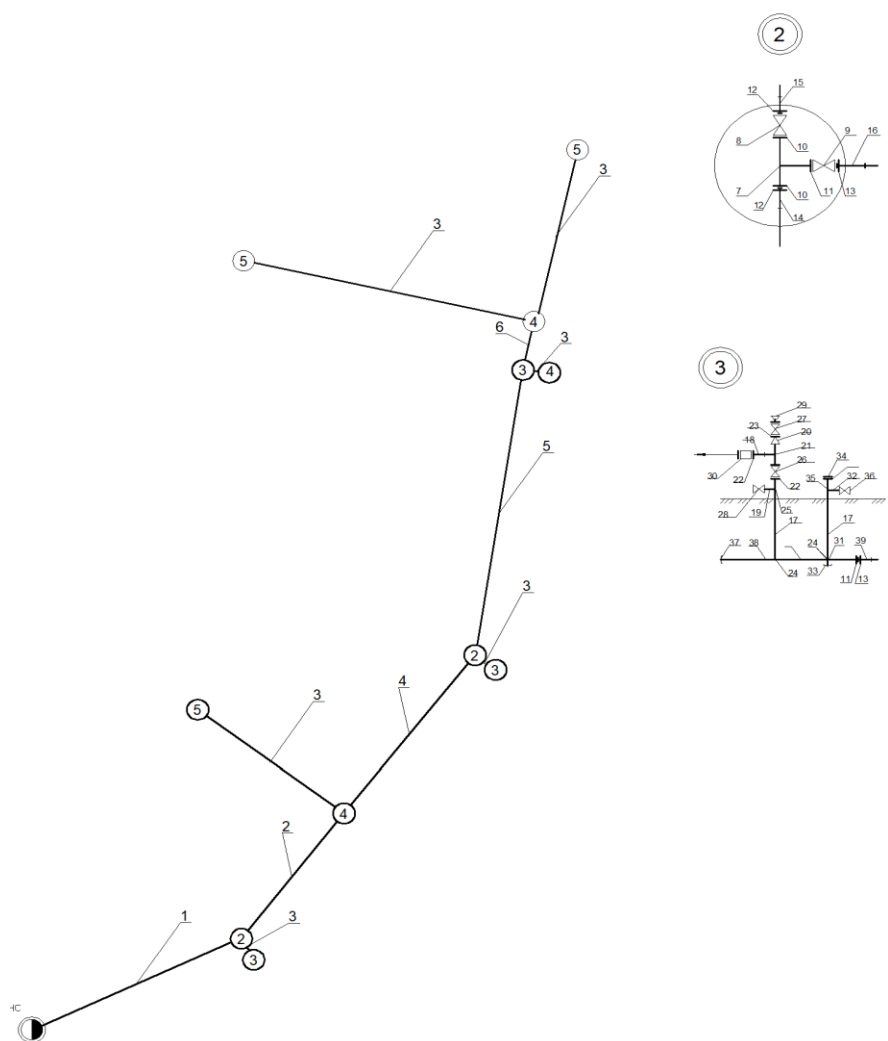
4.4. Розрахунок зрошувальних трубопроводів на міцність

У цьому проекті виконано розрахунок на міцність ділянки трубопроводу на початку закритої зрошувальної мережі, діаметр труби якої становить 355 мм (зовнішній) та 280 мм (внутрішній), а товщина стінки — 35,2 мм.

Розрахунок міцності напірних трубопроводів із полімерних матеріалів, прокладених у землі, базується на виконанні умови нерівності:

$$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_{pp}} + \frac{\varepsilon - \varepsilon_c}{\varepsilon_{pn}} \leq 1,0 \quad (4.8)$$

де ε_p — максимальне значення деформації розтягу матеріалу стінки труби, що виникає під дією ґрунтів (МПа);



СПЕЦИФІКАЦІЯ

Номер позиції	Позначення	Назва	Вимір	Кількість	Маса, кг
1	ДСТУ Б В.2.7-151:2008	Труби ПЕ 80 SDR 9.0-355x39.7	п.м	529	39.6
2	ДСТУ Б В.2.7-151:2008	Труби ПЕ 80 SDR 9.0-315x35.2	п.м	366	31.2
3	ДСТУ Б В.2.7-151:2008	Труби ПЕ 63 SDR13.6-160x11.8	п.м	1592	5.7
4	ДСТУ Б В.2.7-151:2008	Труби ПЕ 63 SDR13.6-315x23.2	п.м	837	21.6
5	ДСТУ Б В.2.7-151:2008	Труби ПЕ 63 SDR13.6-250x18.4	п.м	256	13.6
6	ДСТУ Б В.2.7-151:2008	Труби ПЕ 63 SDR13.6-200x14.7	п.м	123	8.7
7	T-350-150	Трійник	шт.	2	105.2
8	30x65р	Засувка d=350 мм	шт.	1	344.0
9	30x476р	Засувка d=150 мм	шт.	6	78.3
10	ГОСТ 12820-80	Фланець приварний 350-10	шт.	3	15.9
11	ГОСТ 12820-80	Фланець приварний 150-10	шт.	12	6.9
12	ГОСТ 12820-80	Фланець впийний 350-10	шт.	3	15.9
13	ГОСТ 12820-80	Фланець впийний 150-10	шт.	12	6.9
14	ПЕ 80 SDR 9.0	Патрубок фланцевий 355x13.6	шт.	2	14.9
15	ПЕ 63 SDR13.6	Патрубок фланцевий 315x13.6	шт.	1	10.3
16	ПЕ 63 SDR13.6	Патрубок фланцевий 160x 6.2	шт.	5	1.1
17	ГОСТ 10704-91	Патрубок ст 219x7, L=1.44 м	шт.	9	30.4
18	ГОСТ 10704-91	Патрубок ст 219x7, L=0.2 м	шт.	6	7.1
19	ГОСТ 3202-75*	Патрубок ст з різьбою 60x3.5, L=0.1 м	шт.	6	0.3
20	ГОСТ 17378-2001	Перехід П-200с-100с	шт.	6	2.9
21	ГОСТ 17376-2001	Трійник Т-200-200	шт.	6	38.3
22	ГОСТ 12820-80	Фланець приварний 200-16	шт.	27	10.1
23	ГОСТ 12820-80	Фланець приварний 100-16	шт.	6	4.7
24		Врізка патрубків d=200 мм	шт.	12	
25		Врізка патрубків d=25 мм	шт.	6	
26	30x65р	Засувка d=200 мм	шт.	6	132.8
27	30x65р	Засувка d=100 мм	шт.	6	43.8
28	15x4р	Вентиль запірний муфтовий d=25 мм	шт.	6	1.8
29	ВМ-100П	Вантуз d=100 мм	шт.	6	31.0
30	РДУ-200	Регулятор тиску	шт.	6	180.0
31	ГОСТ 10704-91	Патрубок ст. 219x7, L=0.3 м	шт.	3	11.0
32	ГОСТ 3202-75*	Патрубок ст з різьбою 60x3.5, L=0.1 м	шт.	3	0.3
46	ГОСТ 10704-91	Патрубок ст. 159x4, L=2 м	шт.	3	30.6
47	T-300-150	Трійник	шт.	2	68.9
48	30x476р	Засувка d=250 мм	шт.	1	199.5
49	ГОСТ 12820-80	Фланець приварний 250-10	шт.	2	10.7
50	ГОСТ 12820-80	Фланець впийний 250-10	шт.	2	10.7
51	ПЕ 63 SDR11.0	Патрубок фланцевий 250x 9.6	шт.	1	4.5
52	ГОСТ 17378-2001	Перехід П-300с-250с	шт.	1	14.5
53	T-250-150	Трійник	шт.	1	53.1
54	ПЕ 63 SDR13.6	Патрубок фланцевий 250x 9.6	шт.	1	3.7
55	ПЕ 63 SDR11.0	Патрубок фланцевий 160x 6.2	шт.	1	1.4
56	ГОСТ 17378-2001	Перехід П-250с-150с	шт.	1	8.0

Вузли		Кількість	Примітки
1	Насосна станція	1	
2	Засувка на РТ ЗТ	2	
3	Гідрант ДМУ Фрегат (кінцевий зі скидом)	3	
4	Засувка на РТ ЗТ	3	
5	Гідрант ДМУ Фрегат (кінцевий)	3	

Проект	Підпис	Дата
Дипломний проект		
Кад.кв.ра.водогосподарств.інженерів		
Студ. Аруш	Аруш	Аруш
Д	Д	Д
Ф.т.водогосподарств.інженерії та екології		

Рисунок 4.11 – Деталювальна схема зрошувальної мережі

ε — максимальне значення деформації розтягу стінки труби під дією транспортних навантажень (МПа) і — ступінь розтягу матеріалу стінки труби через внутрішній тиск води в трубопроводі;

ε_c — ступінь стиску матеріалу стінки труби, обумовлений впливом зовнішніх навантажень на трубопровід [22].

ε_{pp} — гранично допустиме значення деформації розтягу матеріалу стінки труби, що виникає в умовах релаксації напружень;

ε_{pn} — гранично допустима деформація розтягу матеріалу стінки труби в умовах повзучості» [22].

$$\varepsilon_p = 4,2 \cdot 1 \frac{0,0352}{0,355} \cdot 0,348 \cdot 1 = 0,144 \text{ або } 14,4 \%;$$

$$\varepsilon = \frac{1,33}{2 \cdot 800} \cdot \frac{355}{35,2} = 0,00838 \text{ або } 0,838 \%$$

$$\varepsilon_c = \frac{0,0316}{2 \cdot 800} \cdot \frac{355}{35,2} = 0,000199 \text{ або } 0,0199 \%$$

$$\varepsilon_{pp} = \frac{25}{200 \cdot 2} = 0,0625 \text{ або } 6,25 \%;$$

$$\varepsilon_{pn} = \frac{25}{800 \cdot 2} = 0,0156 \text{ або } 1,56 \%;$$

$$\text{Перевірка виразу (4.8)} \quad \frac{0,14,4}{6,55} + \frac{0,838 - 0,0199}{6,25} = 0,152 \leq 1,0.$$

Порівнюючи всі компоненти нерівності можна констатувати, що перевірка справджується, тобто умови міцності підтверджуються.

4.5. Проектування доріг та лісосмуг на масиві зрошення

Автомобільні дороги на зрошуваних землях поділяються на міжгосподарські, внутрішньогосподарські, польові та експлуатаційні. У цьому проєкті передбачаються лише експлуатаційні дороги, а всі інші дороги використовуються як існуючі на території.

Експлуатаційні дороги призначені для обслуговування, підтримки та ремонту трубопроводів і споруд меліоративної мережі. Для обслуговування

дощувальних машин передбачаються тимчасові експлуатаційні дороги, що ведуть до кожної нерухомої опори. Ширина таких доріг становить 3 м, спеціального покриття не передбачається, і під час обробки ґрунту їх можуть переорювати. Загальна довжина цих доріг у проєкті — 5,7 км, що займає площу 1,71 га.

Щодо захисних лісних насаджень, на зрошуваних землях передбачаються різні типи лісосмуг:

- поздовжні (основні) — проти переважаючих вітрів, що спричиняють суховії, пилові бурі та заметілі;
- поперечні (допоміжні) — перпендикулярно до поздовжніх.

У даному проєкті не передбачається створення нових полезахисних лісосмуг, оскільки зрошувані ділянки розміщені таким чином, щоб вони використовували наявні дороги та лісосмути.

Загальна площа полезахисних лісосмуг має становити не менше 4 % площі зрошення. Відстань між основними лісосмугами становить 20–30 крат висоти дерев, з урахуванням вимог до механізації поливу та обробітку ґрунту, зазвичай 500–900 м. Відстань між поперечними лісосмугами — 2000 м. Уздовж степових зрошуваних ділянок висаджують 7–10 рядів дерев, з відстанню між рослинами в ряду 0,7–1,0 м та між рядами 2,5–3,0 м.

У цьому проєкті вже існують лісосмути вздовж усіх зрошуваних ділянок загальною довжиною 5,2 км, шириною 14 м. Їх загальна площа становить 7,28 га, або 4,29 % від загальної зрошуваної площі, що є достатнім для ефектвної роботи системи і забезпечення екологічної рівноваги.

4.6. Обґрунтування необхідності дренажу на зрошуваній ділянці

Зрошуваний масив розташований на правому березі р. Дніпро, який має круті береги і глибокі врізи балок і ярів. При такому сполученні природної дренажності підйому ґрунтових вод не повинно бути. Тут добре розвантаження їх до Дніпра.

5. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ

5.1. Розрахунок об'ємів земляних і монтажних робіт

Будівництво зрошувальної мережі починається зі зрізки рослинного шару ґрунту. Обсяг зрізаного шару визначається за формулою:

$$V_{p,z} = L \cdot B_{p,z} \cdot t_{p,z}, \quad (5.1)$$

де L — загальна довжина зрошуваного трубопроводу (у даному випадку $L=3777$) м);

$B_{p,z}$ — ширина смуги зрізання (в даному випадку приймаємо $B_{p,z} = 12$) м);

$t_{p,z}$ — глибина шару ґрунту, що знімається (в даному проекті $t_{p,z} = 0,3$ м).

Підставляючи значення, отримуємо: $V_{p,z}^{зрош} = 3777 \cdot 12 \cdot 0,3 = 13597$ м³.

Для забезпечення вільного стікання води із зрошувального трубопроводу самопливом необхідно виконати планування трас з ухилом $i_{зрош} = 0,001$. Обсяг планування визначається за формулою:

$$F_{nl} = L \cdot B_{об}, \quad (5.2)$$

де $B_{об}$ — ширина відвалу бульдозера (в даному проекті $B_{об} = 4$ м).

Отже, площа планування буде:

$$F_{nl}^{зрош} = 3777 \cdot 4 = 15108$$
 м².

Розробку ґрунту в траншеї для укладання трубопроводів виконують багатокілковим екскаватором. Обсяг робіт визначається за формулою:

$$V = (B + m \cdot H) H \cdot L, \quad (5.3)$$

де B — ширина траншеї по дну, м;

m — коефіцієнт закладання відкосів траншеї (значення залежить від типу ґрунту та укосу);

H — глибина траншеї, м.

Ці значення дозволяють визначити обсяг розробки ґрунту для кожної ділянки траншеї з урахуванням специфічних умов та геометрії траншеї.

Ширину траншеї по дну визначаємо за ДСТУ-Н Б.2.1-28:20:2013 для зрошувального трубопроводу із поліетиленових труб діаметром 355 мм і менше складе 1,0 м.

Коефіцієнт закладання відкосів визначаємо за ДСТУ-Н Б.2.1-28:20: 2013 залежно від глибини траншеї і виду ґрунту, для траншеї виконаної в суглинках глибиною до 3 м $m = 0$.

Глибину траншеї для зрошувального трубопроводу визначають за формулою:

$$H = D + h_{\text{пр}}, \quad (5.4)$$

де:

Де D — діаметр трубопроводу (м),

$h_{\text{пр}}$ — глибина промерзання ґрунту (м).

У цьому випадку глибина промерзання становить 1,2 м.

Підставляючи значення у формулу (5.4), отримуємо:

- для зрошувального трубопроводу із зовнішнім діаметром 355 мм:

$$H_{d=355} = 1,20 + 0,355 = 1,555 \text{ м},$$

$$V_{d=600} = 1,0 \cdot 1,555 \cdot 525 = 816 \text{ м}^3;$$

- для зрошувального трубопроводу із зовнішнім діаметром 315 мм:

$$H_{d=315} = 1,20 + 0,315 = 1,515$$

$$V_{d=315} = 1,0 \cdot 1,515 \cdot 386 = 388 \text{ м}^3;$$

- для зрошувального трубопроводу із зовнішнім діаметром 280 мм:

$$H_{d=280} = 1,20 + 0,28 = 1,48 \text{ м},$$

$$V_{d=315} = 1,0 \cdot 1,48 \cdot 1330 = 1968 \text{ м}^3;$$

- ля зрошеного трубопроводу із зовнішнім діаметром 200 мм:

$$H_{d=315} = 1,20 + 0,20 = 1,40 \text{ м,}$$

$$V_{d=315} = 1,0 \cdot 1,40 \cdot 1532 = 2144 \text{ м}^3.$$

Загальний об'єм складе 5 316 м³.

Об'єм ґрунту, який розробляється вручну на дні траншеї для укладання труб на непорушену підвалину, визначається за формулою:

$$V = L \cdot B \cdot t_{\text{руч}}, \quad (5.5)$$

де $t_{\text{руч}}$ — товщина шару ґрунту, що розробляється вручну ($t_{\text{руч}} = 0,1 \text{ м}$).

$$\text{У нашому випадку отримуємо: } V_{\text{руч}^{\text{зрош}}} = 3777 \cdot 1,0 \cdot 0,1 = 378 \text{ м}^3,$$

Об'єм ґрунту, що розробляється екскаватором, визначається за формулою:

$$V_{\text{мех}} = V_{\text{зрош}} - V_{\text{руч}}, \quad (5.6)$$

$$\text{де } V_{\text{мехзрош}} = 5316 - 378 = 4938 \text{ м}^3.$$

Об'єм ґрунту для зворотної засипки траншеї визначається за формулою:

$$V_{\text{оз}} = V_{\text{тр}} + V_{\text{кк}}, \quad (5.7)$$

де $V_{\text{тр}}$ — об'єм ґрунту, що розробляється екскаватором,

$V_{\text{кк}}$ — об'єм ґрунту в котлованах під колодязі.

Об'єм зворотної засипки ґрунтом буде дорівнювати загальному об'єму розробки ґрунту. У цьому проекті його значення складає 2144 м³.

Засипка траншеї здійснюється у два етапи. Перший етап — вручну (часткова засипка) — 107 м³, другий — бульдозером — 2037 м³.

Для відновлення родючості ґрунту необхідно здійснити відновлення рослинного шару, об'єм якого буде дорівнювати об'єму зрізки ґрунту. В цьому випадку цей об'єм становить 15 108 м³.

Останнім етапом є планування масиву зрошення. У даному проекті необхідно спланувати площу 1 700 000 м².

Розрахунки об'ємів земляних і монтажних робіт наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Відомість об’ємів земляних і монтажних робіт з будівництва зрошувальної мережі

Найменування будівельного процесу	Одиниця виміру	Кількість
Зрізання рослинного шару ґрунту з траси траншеї	м ³	13 597
Планування траси траншеї під проектний похил 0,001	м ²	15 108
Розробка ґрунту в траншеї: всього	м ³	5 316
в т.ч. механічним способом	м ³	4 938
вручну	м ³	378
Розробка ґрунту в котлованах під колодязі	м ³	25
Укладка труб: ПЕ 80 SDR 9 Ø 355 мм	м	525
ПЕ 63 SDR 13,6 Ø 315 мм		386
ПЕ 63 SDR 13,6 Ø 280 мм		1 330
ПЕ 63 SDR 13,6 Ø 200 мм		1 532
Монтаж: оглядових колодязів	шт.	5
засувок		10
вузлів підключення дощувальних машин		6
вантузів		6
скидних споруд		3
Попереднє гідравлічне випробовування	м	3 777
Часткова засипка траншеї ґрунтом	м ³	107
Зворотна засипка траншеї ґрунтом	м ³	2 037
Кінцеве гідравлічне випробовування	м	3 777
Відновлення рослинного шару ґрунту	м ³	15 108
Планування площі масиву зрошення	тис.м ²	1 700
Монтаж, пуск і налаштування дощувальних машин	шт.	6

5.2. Визначення кошторисної вартості будівництва

Кошторисною вартістю є відпускна ціна об’єкта завершеного будівництва, яка використовується для планування капітальних вкладень, розрахунків між замовником і підрядником, а також для визначення фонду заробітної плати та фінансування будівництва через банки.

Для визначення кошторисної вартості складаються такі документи:

- локальний кошторис на будівництво окремих вузлів споруд або видів робіт (форма 4),
- об’єктний кошторис на будівництво всього об’єкта (форма 3),
- зведений кошторисний розрахунок для будівництва комплексу споруд (форма 1).

Локальний кошторис (форма 4) складається на основі проєктних обсягів робіт із використанням кошторисних норм і розцінок. У ньому обчислюються прямі витрати на виконання будівельних робіт, вартість матеріалів, що використовуються, накладні витрати, що визначаються як відсоток від прямих витрат, і витрати на оплату праці працівників, які не безпосередньо займаються будівництвом (інженерно-технічний персонал, обслуговуючий персонал). Також у локальному кошторисі враховуються планові накопичення — прибуток будівельної організації, який обчислюється як відсоток від прямих витрат.

Локальні кошториси розраховуються згідно з кошторисними нормами та розцінками, наведеними в укрупнених кошторисних нормах і єдиних розцінках України (форма 4). Для даного проєкту локальний кошторис на виконання будівельних і монтажних робіт зрошувальної мережі складає 4 759 тис. грн. (додаток К). Локальний кошторис на придбання та монтаж дощувальних машин становить 10 046 тис. грн. (додаток Л).

На основі локальних кошторисів складається об'єктний кошторис, який враховує витрати, пов'язані з особливостями будівництва цього конкретного об'єкта (форма 3). Для цього проєкту об'єктний кошторис складає 14 805 тис. грн. (додаток М).

Об'єктний кошторис є основою для розрахунку зведеного кошторису. Зведений кошторис (форма 1) складається з дванадцяти розділів, у яких враховуються витрати, пов'язані з проектуванням та організацією будівництва. Витрати у зведеному кошторисі обчислюються як відсоток від суми об'єктного кошторису. Також враховуються витрати на матеріали, які можуть бути використані повторно. У цьому проєкті вартість зведеного кошторису складає 16 866 тис. грн. (додаток Н).

Сума зведеного кошторису використовується для подальших техніко-економічних розрахунків.

Для визначення вартості всіх робіт також необхідно враховувати вартість обладнання, яке входить до складу зрошувальної системи. Ця вартість розраховується у вигляді калькуляції (табл. 6.2).

Таблиця 6.2 – Калькуляція придбання матеріалів і комплектуючих

№ п/п	Назва матеріалу і комплектуючих	Одиниця виміру	Маса, кг	Ціна одиниці, грн.	Кількість	Загальна вартість, грн.
1	2	3		4	5	6
1	Труби ПЕ 80 SDR9,0-355x39,7	м	39,6	2 041	529	1 079 689
	Труби ПЕ 80 SDR9,0-315x35,2		31,2	1 639	366	599 508
	Труби ПЕ 63 SDR13,6-315x35,2		21,6	1 134	837	949 158
	Труби ПЕ 63 SDR13,6-250x18,4		13,6	714	256	182 784
	Труби ПЕ 63 SDR13,6-200x14,7		8,7	456	123	56 180
	Труби ПЕ 63 SDR13,6-160x11,8		5,7	299	1592	476 406
2	Трійник Т-350-150	шт.	105,2	5 260	2	10 520
	Трійник Т-300-150		68,9	3 445	2	6 890
	Трійник Т-200-200		38,3	1 915	6	11 490
	Трійник Т-250-150		53,1	2 655	1	2 655
3	Засувка d=350 мм 30ч6бр	шт.	344,0	17 200	1	17 200
	Засувка d=300 мм 30с564нж		472,0	23 600	2	47 200
	Засувка d=250 мм 30ч47бр		199,5	9 975	6	59 850
	Засувка d=200 мм 30ч65р		132,8	6 640	1	6 640
	Засувка d=150 мм 30ч47бр		78,3	3 915	6	23 490
	Засувка d=100 мм 30ч65р		43,8	2 190	6	13 140
4	Вентель запірний муфтовий	шт.	1,8	90	6	540
	Вентель запірний муфтовий d=50 мм		5,6	280	6	1 680
5	Фланець приварний 350-10	шт.	15,9	795	3	2 385
	Фланець приварний 300-10		12,9	645	4	2 580
	Фланець приварний 250-10		10,7	535	2	1 070
	Фланець приварний 200-16		10,1	505	27	13 365
	Фланець приварний 150-10		6,9	345	12	4 140
	Фланець приварний 100-16		4,7	235	6	1 410
	Фланець вільний 350 -10		15,9	795	3	2 385
	Фланець вільний 300-10		12,9	645	4	2 580
	Фланець вільний 250-10		10,7	535	2	1 070
	Фланець вільний 150-10		6,9	345	12	4 140
6	Патрубок фланцевий ПЕ80 SDR9 355x13,6	шт.	14,9	782	2	1 564
	Патрубок фланцевий ПЕ63 SDR13,6 355x13,6		10,3	540	1	540
	Патрубок фланцевий ПЕ63 SDR13.6 315x12.1		8,1	425	4	1 701
	Патрубок фланцевий ПЕ63 SDR13.6 250x9.6		4,5	236	2	472
	Патрубок фланцевий ПЕ63 SDR13,6 160x6,2		1,1	58	12	693
7	Патрубок ст. 219x7, L=1.44 м	шт.	30,4	1 520	9	13 680
	Патрубок ст. 219x7, L=0.3 м		11,0	550	3	1 650
	Патрубок ст. 219x7, L=0,2 м		7,1	355	6	2 130
	Патрубок ст. 159x4, L=2.0 м		30,6	1530	3	4 590
	Патрубок ст. 159x4, L=5 м		76,5	3 825	3	11 475
9	Патрубок ст. з різьбою 60x3,5, L=0,1 м	шт.	0,3	15	9	135
10	Перехід П-350с-300с	шт.	25,9	1 295	1	1 295
	Перехід П-300с-250с		14,5	725	1	725

№ п/п	Назва матеріалу і комплектуючих	Одиниця виміру	Маса, кг	Ціна одиниці, грн.	Кількість	Загальна вартість, грн.
	Перехід П-250с-150с		8,0	400	1	400
	Перехід П-200с-100с		2,9	145	6	870
11	Вантуз d=100 мм ВМ-100Л	шт.	31,0	1 550	6	9 300
12	Регулятор тиску РДУ-200	шт.	180,0	9 000	6	54 000
13	Заглушка стальна приварна 219х7,0	шт.	3,6	180	3	540
	Заглушка стальна приварна 168х4,5		2,8	140	6	840
3	Заглушка стальна фланцева 219х7	шт.	10,2	510	3	1 530
	Разом					3 683 685

Враховуючи вартість зведеного кошторису і вартість калькуляції деталей і обладнання з калькуляції вартість будівництва зрошувальної системи складає 20 549 тис. грн.

Питомі капітальні вкладення – $20\,549 / 169,7 = 121$ тис. грн./га.

6. ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗРОШУВАНОВОГО МАСИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС) проводиться відповідно до вимог ДБН А.2.2-1:2021 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище».

Основною метою ОВНС є визначення доцільності та прийнятності запланованої діяльності, а також обґрунтування заходів щодо забезпечення безпеки навколишнього середовища в економічному, технічному, організаційному, санітарному, правовому та інших аспектах.

Основні завдання ОВНС включають:

- Загальну характеристику існуючого стану території, де передбачається зрошення.
- Оцінку екологічних, соціальних і техногенних факторів, а також санітарно-епідеміологічної ситуації конкурентних альтернатив запроєктованої діяльності (як технологічних, так і територіальних), з обґрунтуванням переваг вибраного варіанту і розташування.
- Визначення можливих екологічно небезпечних впливів і зон їхнього поширення для кожного варіанту діяльності.
- Оцінку масштабів і рівнів впливів планованої діяльності на навколишнє середовище.
- Прогнозування змін стану навколишнього середовища відповідно до визначених впливів.
- Розробку комплексу заходів для запобігання або обмеження небезпечних впливів на навколишнє середовище, що відповідають вимогам природоохоронного та санітарного законодавства, а та-

кож інших нормативних актів щодо безпеки навколишнього середовища.

- Визначення прийнятності залишкових впливів на навколишнє середовище після реалізації всіх запланованих заходів [12].

Зрошувальний масив, що будується на приватному сільськогосподарському підприємстві «Срібна Нива», матиме вплив на клімат, мікроклімат, ґрунтовий покрив, поверхневі та підземні води як під час будівництва, так і в період його експлуатації. Цей вплив характеризується за такими параметрами, як масштаб, інтенсивність, динамічність і тривалість.

6.1. Клімат і мікроклімат

Клімат території проектування є помірно-континентальним, з досить активною атмосферною циркуляцією, основним типом якої є західний перенос повітряних мас. Однією з характерних рис клімату даного району є великі коливання погодних умов у різні роки. Помірно вологі роки змінюються різко посушливими, що супроводжуються суховіями. Поєднання низької кількості опадів (в середньому 499 мм на рік) і високих температур визначає в літні місяці сухість повітря, що підвищує дефіцит вологи та сприяє збільшенню випаровування.

Зрошені землі мають значно вологіший мікроклімат порівняно з незрошуваними. У жаркі суховійні дні, коли на незрошуваних полях дефіцит вологості повітря досягає 50–60 мб, температура повітря може підніматися до 38–40 °С, а температура поверхні ґрунту — до 50–60 °С. На зрошуваних полях ці показники значно нижчі: температура повітря — на 6–8 °С нижче, температура поверхні ґрунту — на 20–25 °С нижче, а дефіцит вологості повітря — на 30–35 мб менше.

Загальний рівень зволоженості території визначається кількістю атмосферних опадів, а при використанні зрошення дощуванням зволоженість збільшується на величину зрошувальної норми, яка в даному проекті складає

302 мм на рік. Без зрошення коефіцієнт посушливості становить 2,74 (див. п. 2.2.), а при зрошенні він зменшується до 1,32, що вдвічі менше.

Масштаб впливу - 169,7 га;
Інтенсивність впливу - 302 мм/рік;
Динамічність впливу - в теплий період року;
Тривалість впливу - постійно на весь період експлуатації.

6.2. Атмосферне повітря

Вплив на атмосферу буде зумовлений переважно під час виконання будівельних і монтажних робіт, де використовуються будівельні машини (бульдозер, автокран, екскаватор). Усі ці машини спалюють паливо і викидають забруднювальні речовини в атмосферу: оксид вуглецю (CO), оксид азоту (NO₂), вуглеводні (CH), сажу (C), оксид сірки (SO₂), формальдегід (CH₂O) та бенз(α)пирен (БП). Кількість викидів залежить від потужності двигуна внутрішнього згорання, конструкції машини та питомих витрат палива.

Машини, які планується використовувати для будівництва зрошувальної мережі, мають дизельні двигуни. Згідно з основними характеристиками, такими як потужність, швидкість обертання та кількість циліндрів, дизельні установки поділяються на чотири групи за їх токсичними властивостями:

- **А** — малопотужні, швидкохідні (потужність до 73,6 кВт, оберти валу 1000–3000 хв⁻¹);
- **Б** — середньої потужності, середньої швидкості (потужність 73,6–736 кВт, оберти валу 500–1500 хв⁻¹);
- **В** — потужні, середньої швидкості (потужність 736–7360 кВт, оберти валу 500–1000 хв⁻¹);
- **Г** — потужні, швидкохідні, багатоциліндрові (потужність 736–7360 кВт, оберти валу 1500–3000 хв⁻¹, кількість циліндрів понад 30).

Технічні характеристики машин, що використовуватимуться при виконанні будівельно-монтажних робіт:

- **Бульдозер ДЗ-186**, агрегований трактором ДТ-75: потужність 98 к.с. (73 кВт), частота обертів валу 1800 хв-1, витрати палива — 19 л/год. Двигун групи А.
- **Екскаватор ЕТ-18** з дизельним двигуном Д-245, потужність 105 к.с. (77 кВт), оберти валу 2200 хв-1, витрати палива — 8,6 л/год. Двигун групи А.
- **Автокран КС-3561А** на шасі МАЗ 500А: потужність 181 к.с. (135 кВт), витрати палива — 33 л/100 км або 11 л/год. Двигун групи Б.

Максимальний викид забруднюючих речовин (г/год) для дизельних установок визначається за формулою:

$$M_i = e_{m_i} \cdot P_3 \quad (6.1)$$

де e_i – викид i -ї речовини на одиницю корисної роботи дизельної установки в режимі номінальної потужності, г/кВт·год., визначається за нормативами;

P_3 – експлуатаційна потужність дизельної установки, кВт, значення якої береться із технічної документації заводу виробника.

Максимальний розрахунковий викид забруднюючих речовин для будівельних машин залежно від їх потужності і групи наводиться в таблиці 1. Знаючи тривалість роботи машин, можна обчислити загальну кількість викидів, що наведена в таблиці 6.2.

Таблиця 6.1 – Значення викиду забруднюючих речовин будівельними машинами, які застосовані на будівництві зрошувальної і дренажної мережі

Машина	Потужність, кВт.	Група	Викид, г/год.						
			СО	NO ₂	СН	С	SO ₂	СН ₂ О	БП
Бульдозер ДЗ-186	73	А	526	752	263	51,1	80	11,0	$0,95 \cdot 10^{-3}$
Екскаватор ЕТ-18	77	А	554	793	277	53,9	85	11,6	$1,00 \cdot 10^{-3}$
Автокран КС3561А	135	Б	837	1296	392	67,5	162	16,2	$1,62 \cdot 10^{-3}$

Таблиця 6.2 – Значення викиду забруднюючих речовин будівельними машинами, які застосовані на будівництві зрошувальної і дренажної мережі

Машина	Тривалість роботи, год.	Викид, кг						
		CO	NO ₂	CH	C	SO ₂	CH ₂ O	БП
Бульдозер ДЗ-186	1030	541	774	271	52,6	83	11,3	0,97·10 ⁻³
Екскаватор ЕТ-18	1313	728	1041	364	70,8	111	15,2	1,31·10 ⁻³
Автокран КС3561А	382	320	495	150	25,8	62	6,3	0,62·10 ⁻³
Всього		1589	2311	784	149	256	32,6	2,91·10 ⁻³

Витрату відпрацьованих газів дизельної установки можна визначити за такою формулою:

$$G_{or} = G_B \left(1 + \frac{1}{\varphi \cdot \alpha \cdot L_0} \right) \quad (6.2)$$

де G_B — витрата повітря, яку обчислюють за формулою:

$$G_B = \frac{1}{1000} \cdot \frac{1}{3600} \cdot b_3 \cdot P_3 \cdot \varphi \cdot \alpha \cdot L_0 \quad (6.3)$$

Тут:

b_3 — питома витрата палива на експлуатаційному (або номінальному) режимі роботи двигуна, виражена в г/кВт·год (ця величина береться з паспортних даних на дизельний двигун);

$\varphi \approx 1,18$ — коефіцієнт продувки;

$\alpha \approx 1,8$ — коефіцієнт надлишку повітря;

$L_0 \approx 14,3$ — теоретично необхідна кількість кг повітря для спалювання 1 кг палива.

Підставивши формулу (6.3) в (6.2), отримуємо кінцеву формулу для розрахунку витрати відпрацьованих газів дизельної установки:

$$G_{or} \approx 8.72 \cdot 10^{-6} \cdot b_3 \cdot P_3 \quad (6.4)$$

Об'ємну витрату відпрацьованих газів можна розрахувати за формулою:

$$Q_{or} = \frac{G_{or}}{\gamma_{or}} \quad (6.5)$$

де γ_{or} — питома маса відпрацьованих газів, яку визначають за формулою:

$$\gamma_{or} = \frac{\gamma_{or}(при\ t=0^{\circ}C)}{1 + \frac{T_{or}}{273}} \quad (6.6)$$

де $\gamma_{or}(при\ t=0^{\circ}C)$ — питома маса відпрацьованих газів при температурі $0^{\circ}C$

(значення приймається рівним $1,31\text{ кг/м}^3$);

T_{or} — температура відпрацьованих газів у Кельвінах.

При викиді відпрацьованих газів в атмосферу на відстані до 5 м, температуру можна прийняти рівною $450^{\circ}C$ або 723 К. Відповідно, питома маса буде дорівнювати:

$$\gamma_{or} = \frac{1,31}{1 + \frac{723}{273}} = 0,359\text{ кг/м}^3.$$

Результати розрахунку витрати відпрацьованих газів представлені в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Оцінка витрат відпрацьованих газів

Машина	Тривалість роботи, год.	Питома витрата палива, b_3 , г/кВт·год.	Потужність дизельної установки, P_3 , кВт	Витрата відпрацьованих газів, G_{or} , кг/с	Об'ємна витрата відпрацьованих газів, Q_{or} , м ³ /с	Валовий викид відпрацьованих газів	
						тон	млн. м ³
Бульдозер ДЗ-186	1030	260	73	0,166	0,461	615	1,71
Екскаватор ЕТ-18	1313	112	77	0,075	0,209	355	0,99
Автокран КС3561А	382	81,5	135	0,096	0,267	132	0,38
Всього						1102	3,08

Масштаб впливу - 615 тон, 1,71 млн м³;
 Інтенсивність впливу - 51,25 тон, 142 тис. м³;
 Динамічність впливу - стабільно в період будівництва;
 Тривалість впливу - на період будівництва 12 міс.

6.3. Ґрунтовий покрив

На ділянці зрошення переважають чорноземи звичайні, потужні, малогумусні, середньосуглинкові, з незначним змивом на площі 143,5 га (85 % за-

гальної площі брутто), розташовані на вододільних ділянках і помірно-крутих (до 0,6°) схилах. Слабкозмиті різновиди ґрунтів займають площу 18,7 га (11 % площі), знаходяться на схилах середньої крутизни 0,6–3,0°, а намиті ґрунти покривають 7,5 га (4 %) – в днищах балок і улоговин стоку. Ґрунтоутворюючі породи на цій ділянці — еолово-делювіальні лесоподібні середні суглинки.

Проектна діяльність, що впливає на ґрунтовий покрив, включає:

- земляні роботи при будівництві закритих трубопроводів зрошувальної мережі загальною протяжністю 3 777 м, що передбачають механічне порушення ґрунтового покриву на площі 4,53 га та об'єм земляних робіт 18,9 тис. м³;
- штучне зрошення ґрунтів за допомогою дощувальних машин, що призводить до іригаційної ерозії, ущільнення ґрунтової поверхні та утворення ґрунтової корки на площі 167,7 га;
- прискорений винос біогенних органічних та мінеральних речовин через більш інтенсивне ведення сільськогосподарського виробництва на зрошуваних ділянках з підвищеною врожайністю культур на площі 167,7 га.

Для захисту ґрунтового покриву зрошувальної ділянки в проекті передбачено:

1. Роздільну розробку рослинного і мінерального ґрунту під час виконання земляних робіт при влаштуванні траншей для трубопроводів і дренажних систем, з подальшим складуванням їх у тимчасові відвали та проведенням рекультивації після завершення робіт.

Масштаб впливу	- 4,53 га, 18,9 тис. м ³ ;
Інтенсивність впливу	- 0,38 га/міс; 1,56 тис. м ³ /міс;
Динамічність впливу	- стабільно на період будівництва;
Тривалість впливу	- на період будівництва 12 міс.

2. Для запобігання іригаційній ерозії та ерозійному розмиву під час дощування проектом передбачено застосування широкозахватних дощувальних машин Reinke з інтенсивністю дощу від 0,148 до

0,210 мм/хв, що не перевищує вбираючу здатність ґрунту (0,50 мм/хв). Крім того, проект передбачає використання науково обґрунтованих поливних норм: не більше 300 м³/га для польових культур та 400 м³/га для багаторічних трав і культур суцільного посіву.

Масштаб впливу - на всій площі зрошення 169,7 га;
 Інтенсивність впливу - 0,148–0,24 мм/хв.; 300, 400 м³/га;
 Динамічність впливу - в теплий період року;
 Тривалість впливу - постійно на весь період експлуатації.

3. Для компенсації втрати ґрунтом родючості передбачено внесення підвищених норм мінеральних і органічних добрив (табл. 6.4).

Таблиця 6.4 – Норми внесення добрив на зрошуваній сівозміні

№№ п/п	Сільськогосподарська культура	Норми внесення в діючій речовині, кг/га			Гній, т/га
		N	K ₂ O	P ₂ O	
1.	Ячмінь з підсівом багаторічних трав	120	120	45	30
2.	Багаторічні трави 2-го року	0	45	50	-
3.	Багаторічні трави 3-го року	0	45	50	-
4.	Пшениця озима	120	120	60	30
5.	Пшениця озима	200	120	60	30
6.	Кукурудза на силос	180	100	60	30
7.	Озими́на + зернобобові на з/к	180	120	40	30
8.	Кукурудза на зерно	180	120	30	30
	В середньому на сівозміну:	163	132	66	20

Масштаб впливу - на всій площі зрошення 167,7 га;
 Інтенсивність впливу - N – 163 кг/га, K₂O – 132 кг/га, P₂O – 66 кг/га; перегній – 20 т/га;
 Динамічність впливу - під зяблеву оранку, під посів, вегетаційна підкормка добривами, розчиненими в поливній воді;
 Тривалість впливу - постійно на весь період експлуатації.

6.4. Поверхневі води

Найближчий водний об'єкт до зрошуваного масиву — річка Дніпро, яка є водоприймачем стоку поверхневих вод (дощових та снігових) з ділянки зрошення. На поверхневі води впливають такі види проектної діяльності:

- забір поверхневих вод для зрошення обсягом 512 тис. м³.

- скид забруднених поверхневих снігових та дощових вод із ділянки зрошення, що містять продукти ерозії, хімічні добрива, отрутохімікати та пестициди.

Річний винос сорбованого та розчиненого азоту поверхневим стоком розраховується за формулою:

$$B_N^{PC} = \omega(K_2 N_y + 0,002 \cdot N_0 + 0,66 \cdot N_n + N_e) + \gamma(K_1 N_y + 0,0002 \cdot N_0 + 0,07 \cdot N_n) \quad (6.7)$$

При нормі внесення азотних добрив 120 кг/га діючої речовини (аміачна селітра) і 30 т/га гною (озима пшениця + кукурудза на з/к пожнивно)

$$B_N^{nc} = 2,8 \cdot 10^{-5} (0,35 \cdot 120 + 0,002 \cdot 30000 + 0,66 \cdot 161 + 10725) + 6 \cdot 10^{-3} (0,03 \cdot 120 + 0,0002 \cdot 30000 + 0,07 \cdot 161) = 0,431 \text{ кг/га.}$$

Річний винос сорбованого фосфору поверхневим стоком (B_p^{nc}) визначаються за формулою

$$B_p^{PC} = \omega(n_2 P_y + n_3 P_0 + n_4 P_n + P_B), \quad (6.8)$$

При нормі внесення фосфорних добрив 60 кг/га діючої речовини (суперфосфат) і 30 т/га гною (озима пшениця + кукурудза на з/к пожнивно)

$$B_p^{PC} = 2,8 \cdot 10^{-5} (0,26 \cdot 60 + 0,0004 \cdot 30000 + 0,28 \cdot 520 + 6300) = 0,181 \text{ кг/га.}$$

Річний винос сорбованого і розчиненого калію поверхневим стоком (B_K^{nc}) визначається за формулою:

$$B_K^{PC} = \omega(0,2K_y + 0,0012K_0 + 0,008K_B + K_B) + \gamma[(0,2K_y + 0,0012K_0 + 0,008K_B)0,018], \quad (6.9)$$

При нормі внесення фосфорних добрив 120 кг/га діючої речовини (сульфат калію) і 30 т/га гною (озима пшениця + кукурудза на з/к пожнивно)

$$B_K^{PC} = 2,8 \cdot 10^{-5} (0,2 \cdot 120 + 0,0012 \cdot 30000 + 0,008 \cdot 52000 + 52000) + 6 \cdot 10^{-3} [(0,2 \cdot 120 + 0,0012 \cdot 30000 + 0,008 \cdot 52000)0,018] = 1,52 \text{ кг/га}$$

Концентрація нітратів та амонієвого азоту в поверхневому стоці для розрахункового гідрологічного періоду визначається за формулами:

$$C_{NO_3}^{nc} = \frac{4,5 \cdot 10^3 \cdot B_N^{nc} \cdot \alpha \cdot \Phi}{W^{nc}}, \quad (6.10)$$

$$C_{NH_4}^{nc} = \frac{1,28 \cdot 10^3 \cdot B_N^{nc} \cdot \beta \cdot \Phi}{W^{nc}}, \quad (6.11)$$

При проектуванні зрошувальних систем підбирають гідрологічні дані для року 75 %-ї забезпеченості. Звідси $K_{75\%}=0,32$ [12]. Модуль стоку 75 %-ї забезпеченості складе

$$M_{75\%}=0,5 \cdot 0,32=0,16 \text{ (л/с} \cdot \text{км}^2\text{)}.$$

$$\text{Шар стоку } h_{75\%} = 31,5 \cdot M_{75\%} = 31,5 \cdot 0,32 = 10,08 \text{ мм.}$$

$$\text{Отже об'єм поверхневого стоку складе } W^{ПС} = 100,8 \text{ м}^3\text{/га.}$$

Концентрація нітратів в поверхневому стоці

$$C_{NO_3}^{ПС} = \frac{4,5 \cdot 10^3 \cdot 0,431 \cdot 0,86 \cdot 0,56}{100,8} = 9,27 \text{ мг/л.}$$

Концентрація амонійного азоту в поверхневому стоці

$$C_{NO_3}^{ПС} = \frac{1,28 \cdot 10^3 \cdot 0,431 \cdot 0,24 \cdot 0,56}{100,8} = 0,736 \text{ мг/л.}$$

Концентрація фосфору в поверхневому стоці (C_P^{nc}) визначається за формулою

$$C_P^{nc} = \frac{B_P^{nc} \cdot 10^3 \cdot \Phi}{W^{nc}}, \quad (6.12)$$

$$C_P^{ПС} = \frac{0,181 \cdot 10^3 \cdot 0,56}{100,8} = 1,01 \text{ мг/л.}$$

Концентрація калію в поверхневому стоці (C_K^{nc}) розраховується за формулою:

$$C_K^{nc} = \frac{B_K^{nc} \cdot 10^3 \cdot \Phi}{W^{nc}}, \quad (6.13)$$

$$C_K^{ПС} = \frac{1,52 \cdot 10^3 \cdot 0,56}{100,8} = 8,45 \text{ мг/л.}$$

Значення виносу та концентрацій біогенних речовин у поверхневому стоці з масиву зрошення, а також гранично допустимі концентрації даних речовин у поверхневому стоці для водного об'єкту наведені в табл. 6.7.

Таблиця 6.7 – Об'єм виносу біогенних речовин, їх концентрація та гранично допустимі концентрації в поверхневому стоці

№ поля	Площа поля, га	Річний винос речовин, кг/га			Концентрація речовин в поверхневому стоці, мг/л				Гранично допустимі концентрації речовин, мг/л			
		N	P	K	NO ₃	NH ₄	P	K	NO ₃	NH ₄	P	K
1	82,3	0,43	0,18	1,52	9,27	0,74	1,01	8,45	40,0	0,50	0,10	50,0
2	82,3	0,37	0,18	1,51	7,97	0,63	1,00	8,41				
3	82,3	0,37	0,18	1,51	7,97	0,74	1,00	8,45				
4	82,3	0,43	0,18	1,52	9,27	0,76	1,01	8,45				
5	82,3	0,45	0,18	1,52	9,60	0,76	1,01	8,45				
6	132,3	0,44	0,18	1,52	9,52	0,76	1,01	8,45				
7	82,3	0,44	0,18	1,52	9,52	0,76	1,01	8,45				
8	82,3	0,44	0,18	1,52	9,52	0,76	1,01	8,45				
В серед.		0,39	0,18	1,52	8,47	0,67	1,00	8,45				

Масштаб впливу - на всій площі зрошення 167,7 га;

Інтенсивність впливу - річний винос речовин: N – 0,39 кг/га, K₂O – 0,18 кг/га, P₂O – 1,52 кг/га; концентрація речовин у поверхневому стоці: NO₃ – 8,47 мг/л, NH₄ – 0,67 мг/л, P – 1,00 мг/л, K – 8,45 мг/л;

Динамічність впливу - максимум під час танення снігу і випадіння дощів;

Тривалість впливу - постійно на весь період експлуатації.

У зв'язку з тим, що при обраній системі внесення мінеральних та органічних добрив концентрації деяких речовин у поверхневому стоку (таких як амонійний азот і фосфор) перевищують гранично допустимі норми, необхідно вжити відповідні заходи для зменшення виносу біогенних речовин з поверхневим стоком.

Для захисту водних ресурсів річки Дніпро від забруднення продуктами ерозії, хімічними добривами, отрутохімікатами та пестицидами, які можуть потрапляти разом із поверхневим і дренажним стоком з ділянки зрошення, проектом передбачено реалізацію комплексу організаційно-господарських,

агротехнічних, гідромеліоративних, гідротехнічних і лісомеліоративних заходів під час експлуатації зрошуваної ділянки.

6.5. Підземні води

Найближчий горизонт ґрунтових вод еолово-делювіальних четвертинних відкладень розташований близько до поверхні ґрунту. Ґрунтові води знаходяться на глибині 8–16 м на вододільних ділянках зрошуваних земель і на глибинах 2–8 м в днищах балок і улоговин стоку. Мінералізація цих вод варіюється від 3 до 5 г/дм³, а їх хімічний склад переважно сульфатний або сульфатно-хлоридний. Водоупором для ґрунтових вод є червоно-бурі глини, що знаходяться на глибині 20–40 м від поверхні ґрунту. Основним джерелом живлення ґрунтових вод є інфільтрація атмосферних опадів і зрошувальної води, а розвантаження відбувається через природні дренажі в русло річки Дніпро та її притоки.

Згідно з прогнозними розрахунками, під впливом зрошення відбудеться поступовий підйом рівня ґрунтових вод, однак через посилений ефект зрошення також збільшиться відтік до водоприймача через природні дрени, якими урізано досліджувану ділянку.

Рівняння водного балансу ґрунтових вод без дренажу має вигляд:

$$\Delta W_{sw} = (V_{q,sw} - V_{\tilde{q},sw}) + V_l \pm V_v \mp V_{v,a} \quad (6.14)$$

де: ΔW_{sw} — зміна запасів ґрунтових вод (м³/га);

$(V_{q,sw} - V_{\tilde{q},sw})$ — відповідно притік і відтік ґрунтових вод з ділянки (м³/га);

V_l — фільтраційні втрати зрошувальної води (м³/га);

V_v — вертикальний вологобмін між ґрунтовими водами та нижчими водонесними горизонтами (м³/га);

$V_{v,a}$ — вертикальний водообмін між водами зони аерації та ґрунтовими водами (м³/га) [10].

При розрахунках для середньорічних умов багаторічного періоду можна вважати $\Delta W_{sw} = 0$). Якщо територія розташована на вододілі, то також можна прийняти $V_{q,sw} = 0$), і рівняння спрощується:

$$V_{q,sw} = V_l \pm V_{v,a} \quad (6.15)$$

Втрати води на фільтрацію з мережі зрошення визначають шляхом натурних спостережень, за допомогою об'єктів-аналогів або гідродинамічних розрахунків. Цю величину також можна визначити, виходячи з коефіцієнта корисної дії (ККД) зрошувальної мережі, за формулою:

$$V_l = \frac{1-\eta}{\eta} M \quad (6.16)$$

де η — ККД зрошувальної мережі;

M — зрошувальна норма, враховуючи промивний режим ($\text{м}^3/\text{га}$).

Для даного проекту дефіцит водоспоживання для зрошуваних культур складає $3020 \text{ м}^3/\text{га}$. Крім того, додаткові втрати води при поливі, такі як випаровування, складають в середньому 10% від зрошувальної норми, тобто $302 \text{ м}^3/\text{га}$ для цього проекту.

Для досліджуваної території необхідна додаткова зрошувальна норма на промивний режим становить $208 \text{ м}^3/\text{га}$. Тому загальні втрати води з мережі будуть дорівнювати:

$$M = 3020 + 302 + 208 = 3530 \text{ м}^3/\text{га}$$

Якщо відсутні дані про вертикальний водообмін між водами зони аерації та ґрунтовими водами, його можна оцінити за формулою:

$$V_{v,a} = \varphi \cdot M \quad (6.17)$$

де φ — безрозмірний коефіцієнт, що варіюється від $0,05$ до $0,35$ в залежності від меліоративно-гідрологічних умов. У випадку поливу дощуванням цей коефіцієнт можна прийняти рівним $0,1$ [10], тоді:

$$V_{v,a} = 0,1 \cdot 3530 = 353 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Розрахунки водного балансу показують, що об'єм дренажного стоку (навантаження на дренаж) на площі зрошення 169,7 га буде складати

$$V_{q,sw} = 539 \cdot 169.7 = 91\,468 \text{ м}^3.$$

Масштаб впливу	- 91 468 м ³ ;
Інтенсивність впливу	- 539 м ³ /га/рік;
Динамічність впливу	- максимум у весняний період;
Тривалість впливу	- постійно на весь період експлуатації.

7. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУ ДІЛЯНКИ ЗРОШЕННЯ

Для оцінки економічної ефективності проекту використовуються кілька ключових показників. Вони призначені для проектних розрахунків, щоб оцінити технічні та організаційні рішення. Проектні показники встановлюються відповідно до специфіки вирішення задач, умов будівництва та подальшої експлуатації системи, а також з урахуванням типу використання зрошуваних земель.

У цій роботі розглядається проект нової зрошувальної системи для земель, які в поточних умовах не зрошуються взагалі, тому порівняння проводиться між варіантами без зрошення та зі зрошенням.

Основна мета цих показників — оцінити загальну та порівняльну економічну ефективність реалізації меліоративних заходів. У переліку розглянутих показників наведені лише найбільш характерні та узагальнені дані для основних груп техніко-економічних показників:

1. Вартість загальної валової продукції та питомі показники на 1 га (брutto) до і після проведення меліоративних робіт, що передбачені проектом.
2. Капітальні вкладення в меліоративне будівництво (загальні та питомі на 1 га меліорованої площі).
3. Розмір щорічних витрат на експлуатацію системи (загальний та питомий) на 1 га.
4. Вартість та собівартість 1 м³ зрошувальної води.
5. Рентабельність сільськогосподарського виробництва на меліорованій площі.
6. Додатковий чистий дохід на 1 га нетто.

7. Основний строк окупності капітальних вкладень у меліорацію.

7.1. Розрахунок вартості валової продукції

Основною метою зрошення є підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Вартість валової продукції сільськогосподарського виробництва до та після будівництва зрошувальної системи на запроєктованій ділянці представлена в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Вартість валової продукції

Сільськогосподарська культура	Зрошувана площа, га	Врожайність, ц/га	Валова продукція, ц	Ціна за 1 ц, грн.	Вартість валової продукції
До проведення меліоративних заходів (до зрошення)					
Ячмінь ярий	26,3	20	526	900	473 400
Люцерна 1-го року (з/к)	26,3	-	0	350	0
Люцерна 2-го року (сіно)	26,3	80	2 104	500	1 05 200
Люцерна 3-го року (сіно)	31,0	70	2 170	350	759 500
Пшениця озима	52,6	30	1 578	1 500	2 367 000
Зернобобові на з/к (пожнивно)	26,3	-	0	350	0
Кукурудза на зерно	36,8	40	1 472	1 000	1 472 000
Всього	169,7				6 123 900
Після проведення меліоративних заходів (після зрошення)					
Ячмінь ярий	26,3	40	1 052	900	946 800
Люцерна 1-го року (з/к)	26,3	80	2 104	350	736 400
Люцерна 2-го року (сіно)	26,3	200	5 260	500	2 630 000
Люцерна 3-го року (сіно)	31,0	150	4 650	350	1 627 500
Пшениця озима	52,6	60	3 156	1 500	4 734 000
Зернобобові на з/к (пожнивно)	26,3	200	5 260	350	1 841 000
Кукурудза на зерно	36,8	100	3 680	1 000	3 680 000
Всього	169,7				16 195 700

Вартість валової продукції до зрошення на запроєктованій ділянці складає в середньому 6,124 млн грн, а після впровадження зрошення вона повинна зрости до 16,196 млн грн. Різниця між цими значеннями становить 10,072 млн грн.

Питома вартість валової продукції буде такою:

- без зрошення: $6124 / 69,7 = 36,1$ тис. грн/га.
- зі зрошенням: $16196 / 169,7 = 95,4$ тис. грн/га.

7.2. Розрахунок приведених затрат на експлуатацію зрошувальної системи

Капітальні вкладення на меліоративне будівництво згідно з кошторисами та калькуляцією закупівлі складових частин зрошувальної мережі складають 20,549 млн грн. Питома вартість цих витрат на 1 га становить:

$$20549 / 169,7 = 121,1 \text{ тис. грн/га.}$$

Щорічні меліоративні витрати на експлуатацію розраховуються за формулою:

$$I = A + Kp + Pr + Zn + Эл + Oc + АГР + ПММ + In \quad (7.1)$$

де **A** — амортизаційні відрахування від вартості капітальних вкладень на будівництво (табл. 7.2);

Kp — витрати на капітальний ремонт основних засобів (грн.) (табл. 7.2);

Pr — витрати на поточний ремонт основних засобів (грн.) (табл. 7.2);

Zn — заробітна плата обслуговуючого персоналу;

Oc — витрати на очищення системи від наносів і рослинності (для систем із закритою зрошувальною мережею ($Oc = 0$));

АГР — адміністративно-господарські та інші витрати (приймаються в розмірі 25 % від суми заробітної плати, в даному випадку — 110,97 грн);

ПММ — витрати на паливно-мастильні матеріали (складають 3 % від суми витрат на електроенергію);

In — інші витрати (приймаються в розмірі 10% від загальної суми витрат);

Ел — вартість спожитої електроенергії, яка розраховується за формулою:

$$El = N \cdot t \cdot n \quad (7.2)$$

де **n** — ціна 1 кВт·год електроенергії (в середньому 6,90 грн);

N — потужність насосної станції (193 кВт для запроєктованої станції);

t — тривалість роботи насосної станції. Загальне водоспоживання зрошуваного масиву складає 512 тис. м³. При продуктивності насосної станції 93 л/с або 335 м³/год, загальна тривалість роботи насосної станції за сезон становить 1 528 годин.

Отже, вартість електроенергії складає: $E_{л} = 193 \cdot 1\,528,6,90 = 2,035$ млн. грн.

Таблиця 7.2 – Амортизаційні відрахування на повне відновлення основних фондів та витрати на їх поточний і капітальний ремонт

Основні фонди зрошувальної системи	Капітальні вкладення		Амортизаційні відрахування		Відрахування на поточний ремонт		Відрахування на капітальний ремонт	
	тис. грн.	грн./га	норма, %	тис. грн.	норма, %	тис. грн.	норма, %	тис. грн.
Зрошувальна мережа	10 503	61,9	2,5	262,6	0,5	52,5	1,4	147,0
Дощувальні машини	10 046	59,2	10,0	100,5	4,0	401,8	7,0	703,2
Всього	20 549			363,1		454,3		850,2

Витрати на паливно-мастильні матеріали складуть 3% від суми на електроенергію, що становить: $ПММ = 61,05$ тис. грн}.

Для запроєктованого зрошувального масиву передбачається необхідність у 2 операторах дощувальних машин Reinke, з щомісячною заробітною платнею 16 000 грн кожен, а також 1 інженері-гідротехніку зі щомісячною зарплатнею 19 000 грн. Загальні витрати на заробітну плату становитимуть 443,88 тис. грн (табл. 7.3).

Таблиця 9.3 – Заробітна плата працівників по обслуговуванню дощувальних машин

Посада	Кількість працівників, чол.	Термін роботи протягом року, місяців	Місячна заробітна плата, грн.	Річна заробітна плата, грн.
Інженер гідротехнік	1	12	19 000	228 000
Оператор ДМ	2	6	16 000	96 000
Разом	3			324 000
Нарахування на ФОП (37%)				119 880
Всього				443 880

Інші витрати складуть $I_n = 432,9$ тис. грн.

Отже $I = 363,1 + 463,3 + 850,2 + 443,88 +$
 $+ 2\,036 + 110,97 + 61,05 + 432,9 = 4\,761,4$ тис. грн.

Питомий розмір щорічних меліоративних витрат на експлуатацію системи $4\,761,4 / 169,7 = 28,06$ тис. грн./га.

Сумарні витрати складаються із меліоративних і сільськогосподарських витрат. Сільськогосподарські витрати складаються із затрат на обробіток

грунту, сівбу, внесення органічних і мінеральних добрив, обробку рослин проти шкідників і хвороб, боротьбу з бур'янами, збирання врожаю.

Розрахунок сільськогосподарських витрат наведений в табл. 9.4.

Таблиця 9.4 – Щорічні сільськогосподарські витрати

Сільськогосподарська культура	Площа, га	Без зрошення		Зі зрошенням	
		питомі витрати, грн.	всього, грн.	питомі витрати, грн.	всього, грн.
Ячмінь ярий	26,3	10 300	270 890	11 300	297 190
Люцерна 1-го року (з/к)	26,3	100	2 630	800	21 040
Люцерна 2-го року (сіно)	36,0	9 800	352 800	10 100	363 600
Люцерна 3-го року (сіно)	26,3	9 500	249 850	10 000	263 000
Пшениця озима	52,6	14 000	736 400	14 100	741 660
Кукурудза на зерно	36,8	6 200	228 160	7 000	257 600
Зернобобові на з/к поживно	26,3	0	0	800	21 040
Всього	169,7		1 840 730		1 965 130

Сільськогосподарські витрати для запроєктованого зрошуваного масиву без зрошення складуть 1,841 млн. грн., зі зрошенням – 1,965 млн. грн. Питомі сільськогосподарські витрати відповідно складають:

- без зрошення 10,85 тис. грн./га.;
- зі зрошенням 11,580 тис. грн./га.

Сумарні витрати без зрошенні складуть тільки сільськогосподарські витрати 1 841 тис. грн.

Сумарні витрати при зрошенні складаються із сільськогосподарських і меліоративних, тобто $4\,761,4 + 1\,965,1 = 6\,726,5$ тис. грн.

1.3. Розрахунок терміну окупності капітальних затрат

Чистий прибуток – різниця між вартістю валової продукції і сумарними витратами. В даному випадку:

- без зрошення $ЧП = 6\,123,9 - 1\,841 = 4\,283,2$ тис. грн.;
- зі зрошенням $ЧП = 16\,197,7 - 6\,726,5 = 9\,471,2$ тис. грн.

Додатковий чистий прибуток:

$$ДЧД = 9\,471,2 - 4\,283,2 = 5\,188 \text{ тис. грн.}$$

Собівартість 1 м³ зрошувальної води розраховується як відношення річних експлуатаційних витрат до загальної річної потреби у воді. В даному випадку $4\,761 / 512 = 9,30$ грн./м³.

Рентабельність сільськогосподарського виробництва на меліорованих землях (відсоток прибутковості виробництва) відповідає відношенню суми чистого прибутку до суми витрат, помноженому на 100. В даному випадку рентабельність до проведення реконструкції (до зрошення)

$$4\,283,2 / 6\,123,9 \cdot 100 = 49,9 \%$$

$$\text{Після зрошення } 9\,471,2 / 16\,197,7 \cdot 100 = 58,5 \%$$

Строк окупності капітальних затрат (повернення одночасних вкладень)

$$T = \frac{K}{\text{ДЧД}} = \frac{20549}{5188} = 8,6 \text{ років.}$$

Результати розрахунку зведені в табл. 9.5.

Таблиця 9.5 – Основні техніко-економічні показники проекту

Показник	Без зрошення	Зі зрошенням
Вартість валової продукції, млн. грн.	6,124	16,196
Питома вартість валової продукції, тис. грн./га	36,1	95,4
Капітальні вкладення по меліоративному будівництву, млн. грн.	–	20,55
Питомі капітальні вкладення, тис. грн./га	–	121,1
Щорічні меліоративні витрати на експлуатацію, млн. грн.	–	4,761
Питомі щорічні меліоративні витрати, тис. грн./га	–	28,06
Сільськогосподарські витрати, млн. грн.	1,841	1,965
Питомі сільськогосподарські витрати, тис. грн./га	10,85	11,58
Сумарні витрати, млн. грн.	1,841	6,726
Чистий прибуток, тис. грн.	4 283	9 471
Додатковий чистий прибуток, тис. грн.	–	5 188
Собівартість 1 м ³ зрошувальної води, грн./м ³	-	9,30
Рентабельність сільськогосподарського виробництва на меліорованих землях, %	49,9	58,5
Строк окупності капітальних затрат, років	–	8,6

ВИСНОВОК

В результаті реалізації цього проєкту буде побудована зрошувальна система для широкозахватних дощувальних машин Reinke колової дії на площі 169,7 га в приватному сільськогосподарському підприємстві «Срібна Нива», розташованому в Дніпровському районі Дніпропетровської області.

Запроектований зрошуваний масив знаходиться в Степовій зоні, Північно-степовій підзоні Дністровсько-Дніпровської провінції Південно-Придніпровської схилово-височинної області Верхівцево-Солонянського району за фізико-географічним районуванням. Геоморфологічно територія відноситься до Придніпровської височенної рівнини та є частиною південної частини Українського кристалічного щита.

Ця територія належить до континентальної кліматичної зони. Середня річна температура повітря становить $8,8^{\circ}\text{C}$, найхолоднішого місяця (січня) – $-5,0^{\circ}\text{C}$, найтеплішого (липня) – $21,3^{\circ}\text{C}$, а сума атмосферних опадів за рік складає 499 мм.

Згідно з ґрунтово-географічним районуванням, територія відноситься до Степової зони звичайних чорноземів Центральної Степової області Суббореального поясу. Джерелом води для зрошення масиву є р. Дніпро, якість води — задовільна (І клас — придатна без обмежень).

У сільськогосподарському підприємстві запроектована шестипільна польова сівозміна. Режим зрошення розраховано для посушливого року з 75%-ю забезпеченістю. Вибір року забезпеченості ґрунтується на дефіцитах водоспоживання сільськогосподарських культур за багаторічним спостереженням на метеостанції Лошкарівка. Строки поливу визначені за біокліматичним коефіцієнтом В.П. Остапчика. Графік поливу розроблено з урахуванням витрат дощувальних машин.

Проект передбачає використання дощувальних машин Reinke (США) колової дії, дилери яких в Україні — компанія «Агроальянс» (м. Дніпро). Ширина захвату машин підібрана з урахуванням розмірів полів господарства (враховуючи лісосмуги, дороги та нерівності рельєфу). Витрати води розраховано на основі зрошуваної площі та дефіциту водоспоживання найбільш вологолюбної культури сівозміни в піковий період вегетації. Найбільш вологолюбною культурою є люцерна в серпні.

Поливні норми для більшості культур складають 300 м³/га, а для люцерни вони збільшуються до 400 м³/га, щоб зменшити кількість поливів. Середньовиважена зрошувальна норма становить 3 020 м³/га, а загальне водоспоживання за зрошувальний сезон — 512 тис. м³. Максимальна витрата води по графіку поливу складає 93 л/с або 335 м³/год, а максимальний гідромодуль — 0,55 л/с/га.

Для зрошувальної мережі запроектовано використання поліетиленових труб. На початковій ділянці від насосної станції до розподільчого колодязя Р-2 використовуються труби ПЕ 80 SDR 9 для підвищеного тиску, а далі — труби ПЕ 63 SDR 13,6 для зниженого тиску. Напір насосної станції становить 132,58 м, при витраті 98 л/с потужність станції — 193 кВт. Великий напір пояснюється значним перепадом висот, з підняттям води з відмітки 50,00 м до 128,00 м.

Проектом передбачено 6 кінцевих комплексних вузлів підключення для широкозахватних дощувальних машин колової дії Reinke, з яких 3 — з кінцевим скидом. Всі вузли оснащені вантузами для випуску повітря при заповненні мережі водою і впуску повітря під час її звільнення для ремонту або підготовки до зимового періоду. Для нормальної роботи мережі передбачено 4 розподільчі колодязі і 3 скиди в понижених місцях, які суміщені з гідрантами.

З огляду на значний перепад висот і інтенсивне розвантаження ґрунтових вод у р. Дніпро, дренаж не передбачений.

Для розрахунку капітальних витрат на будівництво зрошувальної системи були визначені об'єми земляних та монтажних робіт. Об'єм земляних робіт склав 18,9 тис. м³, а монтаж зрошувальних трубопроводів — 3 777 м. Кошторисна вартість будівельних, монтажних робіт та закупівлі матеріалів і обладнання, включаючи дощувальні машини, складає 20,549 млн грн.

Проектом також проведено оцінку впливу запроєктованої зрошувальної системи на навколишнє середовище, зокрема на клімат, мікроклімат, ґрунтовий покрив, поверхневі і підземні води.

При оцінці економічної ефективності проекту встановлено, що вартість валової продукції до зрошення складає 6,123 млн грн, а після зрошення — 16,196 млн грн. Щорічні витрати на експлуатацію зрошувальної системи становлять 4,761 млн грн. Сумарні витрати: до зрошення — 1,851 млн грн, після зрошення — 6,726 млн грн. Чистий прибуток: до зрошення — 4,283 млн грн, після зрошення — 9,471 млн грн, що дає додатковий чистий прибуток 5,188 млн грн.

Собівартість 1 м³ води складатиме 9,30 грн. Рентабельність сільськогосподарського виробництва без зрошення становить 49,9%, після зрошення — 58,5%.

Окупність капітальних вкладень відбудеться через 8,6 років.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агрокліматичний довідник по Дніпропетровській області (1986-2005 рр) / За ред. О.Т. Прохоренко, Т.І Адаменко. – Дніпро: ППВКФ Поліграф-Медіа, 2011 – 232 с.
2. ВНД 33-5.5-02-97. Якість води для зрошення. Екологічні критерії. – Харків: Державний комітет України по водному господарству, 1998. – 13 с.
3. Географічна енциклопедія України: в 3-х т. / за ред.. О.М.Маринича. – Київ: Українська Радянська Енциклопедія ім.. Бажана.
4. Горб А.С. Клімат Дніпропетровської області: моногр. – Дніпро: Вид-во ДНУ, 2006. – 204 с.
5. Гудзь В.П. Землеробство: підручн. / В.П. Гудзь, І.Д. Примака, Ю.В. Будьонний, С.П. Танчик. – Київ: Центр учбової літератури, 2010. – 464 с.
6. ДБН В.2.4-1-99 Меліоративні системи та споруди. – К.: Держбуд України, 2000. – 180 с.
7. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навч. посібник 5-те видання, випр. і доп. / В.С. Джигирей. – Київ: Знання, 2007. – 272 с.
8. Доценко В.І. Зрошення сільськогосподарських культур способом дощування: навч. посібник / В.І. Доценко, В.В. Морозов, Д.М. Онопрієнко. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2014. – 448 с.
9. Доценко В.І. Оцінка якості води для поливів сільськогосподарських культур: навч. посібник / В.І. Доценко, Д.М.Онопрієнко, В.Ю. Запорожченко, Т.І. Запорожченко. – Дніпро: ДДАЕУ, Акцент ПП, 2023. – 152 с.
10. Доценко В.І. Розрахунок і проектування дренажу на зрошувальних системах: навч. посібник / В.І. Доценко, В.В. Коваленко, Л.М. Рудаков, Т.І. Ткачук. – Дніпро: ДДАЕУ, Акцент ПП, 2018. – 235 с.
11. Доценко В.І. Розрахунок режимів зрошення сільськогосподарських культур: навч. посібник / В.І. Доценко, В.Ю. Запорожченко, В.В. Коваленко, Д.М. Онопрієнко, І.Ю. Шинкаренко. – Дніпро: ДДАЕУ, Акцент ПП, 2023. – 356 с.
12. ДБН А.2.2-1: 2021. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС). – Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=98038
13. ДБН В.2.4-1-99. Меліоративні системи та споруди. – Київ: Держбуд України, 2000. – 174 с.
14. ДСТУ 2730:2015. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. – Київ: Мінекономрозвиток України, 2013. – 14 с.
15. ДСТУ Б В.2.7-144:2007 (EN ISO 15874-2:2003, MOD) Труби для мереж холодного та гарячого водопостачання із поліетилену. Технічні умови. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. – с.
16. ДСТУ EN 12325-1:2006. Зрошувальна техніка. Машина дощувальні кругової та фронтальної дії. Частина 1. Технічні характеристики. – Київ: Гспотребстандарт, 2007. – 12 с.

17. ДСТУ-Н Б В.21-28:2013. Настанова щодо проведення земляних робіт, Улаштування основ та спорудження фундаментів – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 88 с. https://www.ksv.biz.ua/GOST/DSTY_ALL/DSTU5/dstu_b_v.2.1-28-2013.pdf
18. Лозовіцький П.С. Меліорація ґрунтів та оптимізація ґрунтових процесів: підручник / П.С. Лозовіцький. – Київ: , 2014. – 530 с.
19. Маринич О.М. Фізична географія України. Підручник /О.М. Маринич, П.Г. Шищенко. – Київ: Знання, 2005. – 511 с.
20. Меліорація ґрунтів (систематика, перспективи, інновації): колективна монографія / С.А. Балюк, М.І. Ромащенко, Р.С. Трусковецький. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – 668 с.
21. Мисик Г.А. Основи меліорації і ландшафтознавства: посібник / Г.А. Мисик, Б.Б. Куліковський. – Ктїв: Фірма ІНКОС, 2005. – 464 с.
22. Проектування закритих зрошувальних систем: навч. посібник / за ред. проф. А.М. Рокочинського та проф. Ю.І. Гриня // А.М. Рокочинський, Ю.І. Гринь, В.І. Доценко, П.І. Мендусь, В.В. Коваленко, С.М. Кропивко, Л.М. Рудаков, А.В. Ткачук. – Рівне: НУВГП – Дніпро: ДДАЕУ, 2015. – 374 с.
23. Ромащенко М.І. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення / М.І. Ромащенко С.А. Балюк. – Київ: Світ, 2000. – 114 с.
24. Сапсай Г.І. Гідрологічна дія закритого дренажу: моног. / Г.І. Сапсай, Л.О. Балинський.: – Івано-Франківськ: НАІР, 2025. – 152 с.
25. Стратегія зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року. Затверджена КМУ від 14.08.2019 № 688-р <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-%D1%80#Text>
26. Тимчасові районовані норми водо потреби сільськогосподарських культур для зрошення дощуванням: рекомендації. – Київ: Аграр.наука, 2015. – 24 с.
27. Ушкаренко В.О. Зрошуване землеробство / В.О. Ушкаренко. – Київ: Урожай, 1994. – 328 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

**Розрахунок ведеться за даними метеостанції Лошкарівка
Вибір року здійснюється за дефіцитами водоспоживання
сільськогосподарських культур**

Задіяно в розрахунку 5 культур

Люцерна під покров ярого ячменю	1.00
Люцерна минулих років на з/к (сіно)	2.00
Пшениця озима	2.00
Зернобобові (пожнивно)	1.00
Кукурудза на зерно (середньостигла)	1.00
Всього	6.00

Дефіцит водоспоживання культур за багаторічний період

Рік	k1	k2	k3	k4	k5	Середньовиважене
1966	286	387	120	127	161	265
1967	435	609	186	168	225	403
1968	456	638	269	157	273	450
1969	336	433	129	123	201	297
1970	325	420	123	154	173	289
1971	252	425	209	98	196	302
1972	451	567	258	207	246	426
1973	228	346	140	46	97	224
1974	229	347	121	119	162	241
1975	417	582	142	183	261	385
1976	110	167	162		26	132
1977	133	214	72	70	77	142
1978	198	288	101	89	120	198
1979	469	614	313	100	313	456
1980	169	267	99	85	92	180
1981	342	424	147	111	234	305
1982	204	300	131	78	130	212
1983	227	386	203	110	46	260
1984	295	407	175	88	175	287
1985	261	360	186	68	159	263
1986	413	612	236	162	248	420
1987	205	287	111	46	97	191
1988	345	453	180	126	204	324
1989	404	538	176	191	241	377
1990	251	430	193	99	156	292
1991	265	396	130	93	152	260
1992	329	478	161	186	232	338
1993	270	364	132	103	156	253
1994	369	494	109	122	230	321
1995	252	362	161	53	135	247
1996	310	416	154	79	229	293
1997	134	218	134	20	31	148
1998	397	535	206	144	219	374
1999	390	521	144	119	239	346
2000	349	508	227	104	223	358
2001	308	451	115	159	219	303
2002	357	485	192	101	196	335

Продовження додатку А

2003	354	523	298	105	176	380
2004	55	144	125	10	2	101
2005	359	535	211	125	207	364
2006	294	448	174	117	161	303
2007	504	705	296	175	310	499
2008	196	287	76	169	92	197
2009	453	598	213	166	300	423
2010	346	496	186	205	143	343
2011	362	485	227	103	158	341
2012	428	560	215	120	280	396
2013	334	464	197	144	147	324
2014	418	578	192	214	286	410
2015	273	351	69	166	94	229
2016	329	447	75	180	175	288
2017	451	603	187	181	288	417

№	Вибір року		
	Рік	SD, мм	p, %
1	2004	101	1.9
2	1976	132	3.8
3	1977	142	5.7
4	1997	148	7.5
5	1980	180	9.4
6	1987	191	11.3
7	2008	197	13.2
8	1978	198	15.1
9	1982	212	17.0
10	1973	224	18.9
11	2015	229	20.8
12	1974	241	22.6
13	1995	247	24.5
14	1993	253	26.4
15	1983	260	28.3
16	1991	260	30.2
17	1985	263	32.1
18	1966	265	34.0
19	1984	287	35.8
20	2016	288	37.7
21	1970	289	39.6
22	1990	292	41.5
23	1996	293	43.4
24	1969	297	45.3
25	1971	302	47.2
26	2001	303	49.1
27	2006	303	50.9
28	1981	305	52.8
29	1994	321	54.7
30	1988	324	56.6
31	2013	324	58.5
32	2002	335	60.4
33	1992	338	62.3
34	2011	341	64.2

Продовження додатку А

35	2010	343	66.0
36	1999	346	67.9
37	2000	358	69.8
38	2005	364	71.7
39	1998	374	73.6
40	1989	377	75.5
41	2003	380	77.4
42	1975	385	79.2
43	2012	396	81.1
44	1967	403	83.0
45	2014	410	84.9
46	2017	417	86.8
47	1986	420	88.7
48	2009	423	90.6
49	1972	426	92.5
50	1968	450	94.3
51	1979	456	96.2
52	2007	499	98.1

Всього спостереження проведені за 52 років

Додаток Б

МЕТЕОРОЛОГІЧНІ ДАНІ РОКУ-МОДЕЛІ

Розрахунок ведеться за дефіцитами водоспоживання
Найближча метеостанція - Лошкарівка

Ймовірносна забезпеченість розрахункового року - 75 %

Вибрані роки: 1975, 2003, 1989, 1998, 2005

Декада	h, мм	d, мб	t, °C	b	км
1 березень	9.3	1.4	1.1	0.95	1.00
2 березень	14.7	1.8	2.4	1.00	1.00
3 березень	7.3	2.2	2.4	1.04	1.00
1 квітень	6.1	5.9	9.2	1.09	1.00
2 квітень	14.5	6.5	11.5	1.13	1.00
3 квітень	25.4	5.5	11.9	1.18	0.99
1 травень	12.5	7.7	15.4	1.22	0.97
2 травень	13.0	12.0	18.3	1.25	0.95
3 травень	22.4	12.0	19.4	1.29	0.94
1 червень	5.3	12.2	20.9	1.31	0.94
2 червень	34.9	12.8	20.6	1.32	0.93
3 червень	12.0	11.4	20.4	1.32	0.92
1 липень	20.1	8.1	20.8	1.31	0.91
2 липень	13.6	12.9	22.0	1.29	0.91
3 липень	15.3	14.6	22.8	1.27	0.91
1 серпень	8.5	14.0	23.2	1.23	0.90
2 серпень	10.5	12.6	21.3	1.20	0.90
3 серпень	5.6	13.5	21.5	1.15	0.90
1 вересень	2.5	10.0	16.6	1.11	0.92
2 вересень	4.6	9.8	17.2	1.06	0.93
3 вересень	0.4	9.3	16.9	1.01	0.94
1 жовтень	14.4	5.5	11.5	0.97	0.98
2 жовтень	3.8	3.0	9.3	0.92	0.99
3 жовтень	15.0	2.8	7.3	0.88	1.00

Метеостанція - Лошкарівка

Розрахунок дефіциту водоспоживання

Люцерна під покров ярого ячменю

Декада	E, мм	P, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм	d, м ³ /га
2 квітень	10	15	24	0	-23	-23	75	0.4	30			
3 квітень	11	25	6	0	-11	-33	75	0.5	35			
1 травень	19	13	0	0	12	-22	75	0.5	35			0
2 травень	34	13	-3	0	29	7	80	0.6	35	1	30	20
3 травень	41	22	5	0	23	31	80	0.7	40	1	30	26
1 червень	44	5	17	0	24	55	75	0.8	60			24
2 червень	40	35	0	0	20	74	75	0.8	60	1	30	22
3 червень	33	12	0	0	26	100	75	0.8	60	1	30	23
1 липень	28	20	6	0	9	109	75	0.9	65			18
2 липень	48	14	0	0	40	149	75	0.9	65	1	30	25
3 липень	59	15	6	0	43	193	75	1.0	75	2	30	42
1 серпень	37	9	-15	0	48	240	80	1.0	60	2	30	46
2 серпень	39	11	15	0	17	257	75	1.0	75			32
3 серпень	43	6	0	0	40	297	75	1.0	75	1	30	29
1 вересень	34	3	-15	0	48	345	80	1.0	60	2	30	44
2 вересень	37	5	0	0	34	380	80	1.0	60	1	30	41

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
1	13.05	30
2	20.05	30
3	17.06	30
4	24.06	30
5	17.07	30
6	23.07	30
7	30.07	30
8	0.08	30
9	6.08	30
10	27.08	30
11	3.09	30
12	9.09	30
13	16.09	30

M=390 мм

SE=558 мм

dmax=46 м³/га

Люцерна минулих років на з/к (сіно)

Декада	E, мм	P, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм	d, м ³ /га
1 квітень	21	6	73	0	-56	-56	75	1.0	70			
2 квітень	23	15	0	0	15	-41	75	1.0	70			
3 квітень	20	25	0	0	5	-36	75	1.0	70			10
1 травень	30	13	0	0	23	-13	75	1.0	70			14
2 травень	52	13	-15	0	59	46	80	1.0	55	2	45	41
3 травень	42	22	15	0	14	60	75	1.0	70			37
1 червень	52	5	-15	0	63	123	80	1.0	55	1	45	39
2 червень	55	35	0	0	34	157	80	1.0	55	1	45	48
3 червень	42	12	15	0	20	177	75	1.0	70			27
1 липень	33	20	-15	0	35	212	80	1.0	55	1	45	28
2 липень	42	14	15	0	19	231	75	1.0	70	1	45	27
3 липень	54	15	0	0	45	276	75	1.0	70	1	45	32

Продовження додатку В

1 серпень	56	9	-15	0	65	342	80	1.0	55	1	45	55
2 серпень	40	11	15	0	20	361	75	1.0	70	1	45	42
3 серпень	45	6	-15	0	57	418	80	1.0	55	1	45	38
1 вересень	39	3	0	0	38	455	80	1.0	55	1	45	47
2 вересень	41	5	15	0	24	479	75	1.0	70			31
3 вересень	28	0	0	0	28	507	75	1.0	70	1	45	26

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
1	10.05	40
2	18.05	40
3	5.06	40
4	17.06	40
5	9.07	40
6	13.07	40
7	21.07	40
8	4.08	40
9	11.08	40
10	22.08	40
11	1.09	40

M=440 мм

SE=717 мм

dmax=55 м3/га

Пшениця озима

Декада	E, мм	P, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм	d, м3/га
1 квітень	30	6	46	0	-20	-20	75	0.6	45			4
2 квітень	33	15	-3	0	27	8	80	0.7	40	1	30	4
3 квітень	27	25	6	0	6	14	80	0.8	45			17
1 травень	38	13	6	0	24	38	80	0.9	50	1	30	15
2 травень	52	13	0	0	45	82	80	0.9	50	1	30	34
3 травень	47	22	14	0	20	102	75	0.9	65	1	30	32
1 червень	38	5	0	0	35	137	75	0.9	65	1	30	27
2 червень												

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
В	1.09	60
1	13.04	30
2	3.05	30
3	15.05	30
4	26.05	30
5	5.06	30

M=210 мм

SE=264 мм

dmax=34 м3/га

Зернобобові (поживно)

Декада	E, мм	P, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм	d, м3/га
1 серпень	32	9	18	0	8	8	75	0.4	30	1	30	21
2 серпень	34	11	0	0	28	36	75	0.4	30	1	30	18
3 серпень	39	6	5	0	31	67	75	0.5	35	1	30	30
1 вересень	33	3	-5	0	36	103	80	0.6	35	1	30	34
2 вересень	32	5	6	0	23	127	80	0.8	45	1	30	30
3 вересень	31	0	30	0	0	127	70	0.9	80			12

Продовження додатку В

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
П	15.07	40
1	10.08	30
2	12.08	30
3	22.08	30
4	4.09	30
5	13.09	30

M=190 мм
SE=201 мм
dmax=34 м3/га

Кукурудза на зерно (середньостигла)

Декада	E, мм	P, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм	d, м3/га
1 травень	14	13	27	0	-22	-22	75	0.6	45			
2 травень	24	13	0	0	15	-7	75	0.6	45			
3 травень	25	22	0	0	9	2	75	0.6	45	1	30	12
1 червень	29	5	-9	0	35	37	80	0.6	35	1	30	22
2 червень	37	35	3	0	10	47	80	0.7	40			22
3 червень	38	12	6	0	23	70	80	0.9	50	1	30	17
1 липень	28	20	0	0	14	84	80	0.9	50			19
2 липень	46	14	3	0	33	117	80	1.0	60	1	30	24
3 липень	45	15	15	0	19	137	75	1.0	75	1	30	26
1 серпень	32	9	15	0	11	148	70	1.0	90			15
2 серпень	24	11	0	0	17	164	70	1.0	90	1	30	14

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
1	22.05	30
2	2.06	30
3	24.06	30
4	18.07	30
5	29.07	30
6	19.08	30

M=180 мм
SE=343 мм
dmax=26 м3/га

Средньозважена зрошувальна норма 302 мм
Среднє сумарне випаровування за вегетацію 416 мм

Примітка. E - сумарне водоспоживання с.г. культурою, мм;
P - атмосферні опади, мм;
dW - використання весняних запасів вологи, мм;
Wg - підживлення підґрунтовими водами, мм;
D - дефіцит водоспоживання за декаду, мм;
SD - сумарний дефіцит водоспоживання, мм;
bm - мінімальна передполивна вологість ґрунту, %NB
h - глибина активного кореневмісного шару ґрунту, м
mm - максимальна поливна норма, мм
m - розрахункова поливна норма, мм
n - кількість поливів за декаду
d - середньодобовий дефіцит водоспоживання, м3/га
M - зрошувальна норма, мм
SE - сумарне водоспоживання за вегетацію, мм
dmax - максимальний середньодобовий дефіцит водоспоживання, м3/га

Відомість неукмплектованого графіка поливу польової сівозміни
розрахованої на 75 %-ну забезпеченість

№ поля	Сільськогосподарська культура	Площа поля, га	М, м3/га	№ поливу	м, м3/га	Строки поливу		Тривал. поливу	Q, л/с
						початок	кінець		
1	Ячмінь ярий з підсівом люцерни	23.0	3900	1	300	09.05.2025	13.05.2025	5	
				2	300	16.05.2025	20.05.2025	5	
				3	300	13.06.2025	17.06.2025	5	
				4	300	20.06.2025	24.06.2025	5	
				5	300	13.07.2025	17.07.2025	5	
				6	300	19.07.2025	23.07.2025	5	
				7	300	26.07.2025	30.07.2025	5	
				8	300	28.07.2025	01.08.2025	5	
				9	300	02.08.2025	06.08.2025	5	
				10	300	23.08.2025	27.08.2025	5	
				11	300	30.08.2025	03.09.2025	5	
				12	300	05.09.2025	09.09.2025	5	
				13	300	12.09.2025	16.09.2025	5	20
2	Люцерна 2-го року	26.3	4400	1	400	05.05.2025	10.05.2025	6	
				2	400	13.05.2025	18.05.2025	6	
				3	400	31.05.2025	05.06.2025	6	
				4	400	12.06.2025	17.06.2025	6	
				5	400	04.07.2025	09.07.2025	6	
				6	400	08.07.2025	13.07.2025	6	
				7	400	16.07.2025	21.07.2025	6	
				8	400	30.07.2025	04.08.2025	6	
				9	400	06.08.2025	11.08.2025	6	
				10	400	17.08.2025	22.08.2025	6	
				11	400	27.08.2025	01.09.2025	6	23
3	Люцерна 3-го року	31.0	3400	1	400	05.05.2025	10.05.2025	6	
				2	400	13.05.2025	18.05.2025	6	
				3	400	31.05.2025	05.06.2025	6	
				4	400	12.06.2025	17.06.2025	6	
				5	400	04.07.2025	09.07.2025	6	
				6	400	08.07.2025	13.07.2025	6	
				7	400	16.07.2025	21.07.2025	6	
				8	600	24.08.2025	01.09.2025	9	27
4	Пшениця озима	26.3	1800	1	300	09.04.2025	13.04.2025	5	
				2	300	29.04.2025	03.05.2025	5	
				3	300	11.05.2025	15.05.2025	5	
				4	300	22.05.2025	26.05.2025	5	
				5	300	01.06.2025	05.06.2025	5	
				6	300	28.08.2025	01.09.2025	5	23
5	Пшениця озима + зернобобові суміші на з/к (поживно)	26.3	3400	1	300	09.04.2025	13.04.2025	5	
				2	300	29.04.2025	03.05.2025	5	
				3	300	11.05.2025	15.05.2025	5	
				4	300	22.05.2025	26.05.2025	5	
				5	300	01.06.2025	05.06.2025	5	
				6	400	10.07.2025	15.07.2025	6	
				7	300	06.08.2025	10.08.2025	5	
				8	300	08.08.2025	12.08.2025	5	
				9	300	18.08.2025	22.08.2025	5	
				10	300	31.08.2025	04.09.2025	5	
				11	300	09.09.2025	13.09.2025	5	23
6	Кукурудза на зерно	36.8	1800	1	300	19.05.2025	22.05.2025	4	
				2	300	30.05.2025	02.06.2025	4	
				3	300	21.06.2025	24.06.2025	4	
				4	300	15.07.2025	18.07.2025	4	
				5	300	26.07.2025	29.07.2025	4	
				6	300	16.08.2025	19.08.2025	4	36

$Q_{max}=132л/с$ $F_{сев.}=169.7га$ $q=0.78л/(с*га)$

$Q, л/с$

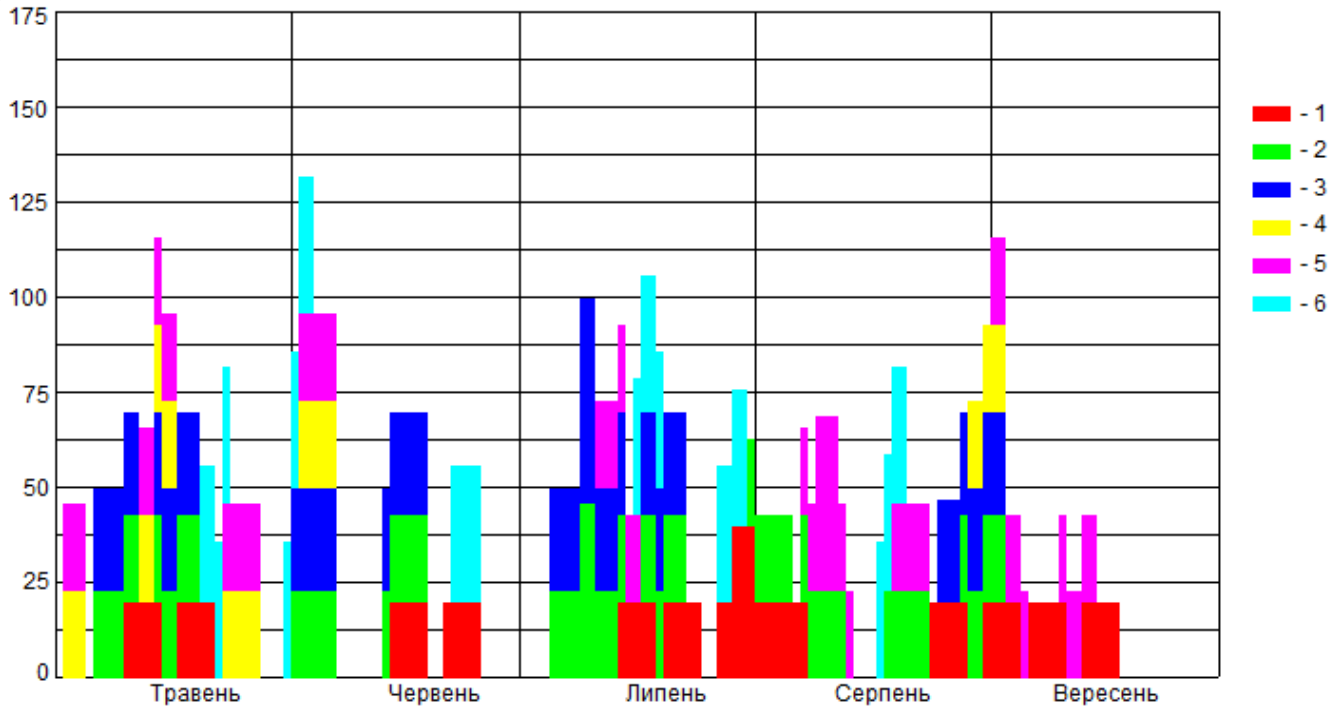


Рисунок Д1 – Неукomплектований графік поливу сівоzmіни

$Q_{max}= 93л/с$ $F_{сев.}=169.7га$ $q=0.55л/(с*га)$

$Q, л/с$

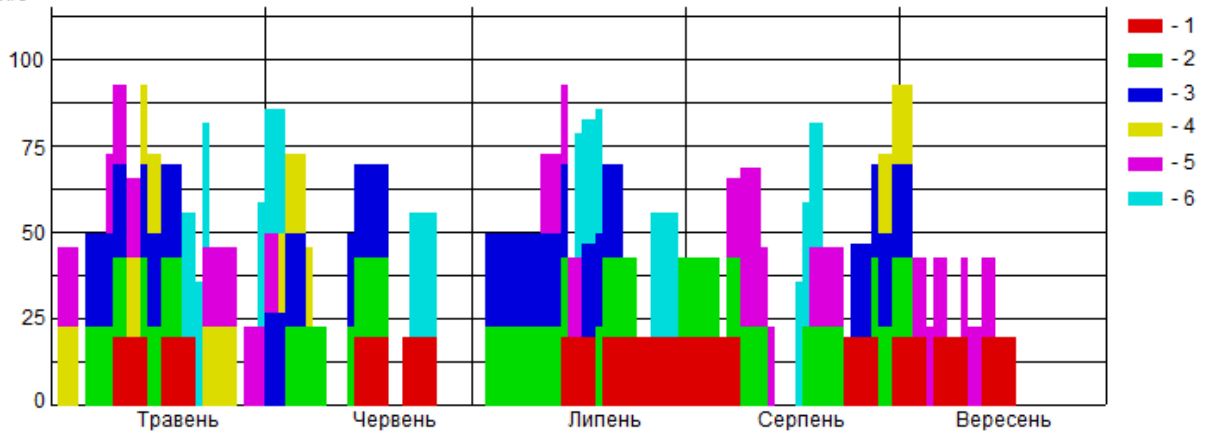


Рисунок Д2 – Укомплектований графік поливу сівоzmіни

**Відомість укомплектованого графіка поливу зерно-фуражна сівозміни
розрахованої на 75 %-ну забезпеченість**

№ поля	Сільськогосподарська культура	Площа поля, га	М, м ³ /га	№ поливу	м, м ³ /га	Строки поливу		Тривал. поливу	Q, л/с
						початок	кінець		
1	Ячмінь ярий з підсівом люцерни	23.0	3900	1	300	09.05.2025	13.05.2025	5	
				2	300	16.05.2025	20.05.2025	5	
				3	300	13.06.2025	17.06.2025	5	
				4	300	20.06.2025	24.06.2025	5	
				5	300	13.07.2025	17.07.2025	5	
				6	300	19.07.2025	23.07.2025	5	
				7	300	24.07.2025	28.07.2025	5	
				8	300	29.07.2025	02.08.2025	5	
				9	300	03.08.2025	07.08.2025	5	
				10	300	23.08.2025	27.08.2025	5	
				11	300	30.08.2025	03.09.2025	5	
				12	300	05.09.2025	09.09.2025	5	
				13	300	12.09.2025	16.09.2025	5	20
2	Люцерна 2-го року	26.3	4400	1	400	05.05.2025	10.05.2025	6	
				2	400	13.05.2025	18.05.2025	6	
				3	400	03.06.2025	08.06.2025	6	
				4	400	12.06.2025	17.06.2025	6	
				5	400	02.07.2025	07.07.2025	6	
				6	400	08.07.2025	13.07.2025	6	
				7	400	18.07.2025	23.07.2025	6	
				8	400	30.07.2025	04.08.2025	6	
				9	400	06.08.2025	11.08.2025	6	
				10	400	17.08.2025	22.08.2025	6	
				11	400	27.08.2025	01.09.2025	6	23
3	Люцерна 3-го року	31.0	3400	1	400	05.05.2025	10.05.2025	6	
				2	400	13.05.2025	18.05.2025	6	
				3	400	31.05.2025	05.06.2025	6	
				4	400	12.06.2025	17.06.2025	6	
				5	400	02.07.2025	07.07.2025	6	
				6	400	08.07.2025	13.07.2025	6	
				7	400	16.07.2025	21.07.2025	6	
				8	600	24.08.2025	01.09.2025	9	27
4	Пшениця озима	26.3	1800	1	300	09.04.2025	13.04.2025	5	
				2	300	29.04.2025	03.05.2025	5	
				3	300	11.05.2025	15.05.2025	5	
				4	300	22.05.2025	26.05.2025	5	
				5	300	02.06.2025	06.06.2025	5	
				6	300	28.08.2025	01.09.2025	5	23
5	Пшениця озима + зернобобові суміші (поживно)	26.3	3400	1	300	09.04.2025	13.04.2025	5	
				2	300	29.04.2025	03.05.2025	5	
				3	300	08.05.2025	12.05.2025	5	
				4	300	22.05.2025	26.05.2025	5	
				5	300	28.05.2025	01.06.2025	5	
				6	400	10.07.2025	15.07.2025	6	
				7	300	06.08.2025	10.08.2025	5	
				8	300	08.08.2025	12.08.2025	5	
				9	300	18.08.2025	22.08.2025	5	
				10	300	02.09.2025	06.09.2025	5	
				11	300	09.09.2025	13.09.2025	5	23
6	Кукурудза на зерно	36.8	1800	1	300	19.05.2025	22.05.2025	4	
				2	300	30.05.2025	02.06.2025	4	
				3	300	21.06.2025	24.06.2025	4	
				4	300	15.07.2025	18.07.2025	4	
				5	300	26.07.2025	29.07.2025	4	
				6	300	16.08.2025	19.08.2025	4	36

Qтах= 93л/с Fсев.=169.7га q=0.55л/(с*га)

ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЗАКРИТОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ
РОЗРАХУНОК ПО ДІЛЯНКАХ

№ ділянки	Витрата, л/с	Довжина, м	Діаметр, мм	Швидкість, м/с	Втрати напору, м	Матеріал труб
1	98	529	280	1.59	4.33	ПЕ
2	98	386	280	1.59	3.16	ПЕ
3	23	423	148	1.34	5.55	ПЕ
4	82	493	259	1.56	4.27	ПЕ
5	82	837	259	1.56	7.24	ПЕ
6	36	684	185	1.34	6.85	ПЕ
7	23	425	148	1.34	5.58	ПЕ

НАПІР ПО ДІЛЯНКАХ

Ділянка	Вузли		П'єзометричний напір		Вільний напір	
	початковий	кінцевий	початок	кінець	початок	кінець
1	1	2	182.58	178.25	132.58	80.25
2	2	3	178.25	175.09	80.25	69.09
3	3	4	175.09	169.54	69.09	68.54
4	3	5	175.09	170.82	69.09	67.82
5	5	6	170.82	163.58	67.82	41.58
6	6	7	163.58	156.73	41.58	52.73
7	6	8	163.58	158.00	41.58	30.00

РОЗРАХУНОК ПО ВАРІАНТАХ ТРАС

Варіант траси	Втрати напору, м	Напори траси		
		геодез.	вільний.	п'єзом.
1	24.58	78.00	30.00	132.58
2	25.85	54.00	30.00	109.85

НАСОСНА СТАНЦІЯ

Напір - 132.58 м

Витрата - 98.0 л/с

Орієнтовна потужність - 226 кВт

Затверджено

Зведений кошторис розрахунок у сумі
в тому числі зворотних сум
" _____ " _____ 20__р.
Масив зрошення

6 994 тис. грн.
21 тис. грн.

Локальний кошторис на будівельні роботи № 6-1-1

на будівництво зрошувальної мережі
Масив зрошення

Основа:
креслення (специфікації)

Кошторисна вартість **4 759** тис. грн.
Кошторисна трудомісткість **5,403** тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата **500,45** тис.грн.
Середній розряд робіт **3,6** розряд

Складений в поточних цінах на 25 листопада 2025 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр номери)	Назва робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн		Загальна вартість, грн.			Витрати праці робітників, люд.-год.	
					всього	експлуатації машин	всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										в тому числі заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Е1-24-1	Розроблення ґрунту бульдозерами потужністю 59 кВт[80 к.с.] з переміщенням до 10 м, група ґрунту 1	1000 м ³	13,597	3711,89	3711,89	50470,56	0	50470,56	0	0
					0	529,84			7204,23		
2	Е1-30-1	Планування площ бульдозерами потужністю 59 кВт [80 к.с.] за 1 прохід	1000 м ²	15,108	133,12	133,12	2011,18	0	2011,18	0	0
					0	19,00			287,05		
3	Е1-14-1	Розроблення ґрунту траншейним роторним екскаватором при ширині траншеї 1,2 м, глибині до 1,4, група ґрунтів 1	1000 м ³	4,938	3650,86	3650,86	18027,94	0	18027,94	0	0
					0	810,49			4002,20		
4	Е1-164-1	Розробка ґрунту вручну в траншеях глибиною до 2 м без кріплень з укосами, група ґрунту 1	100 м ³	3,78	3512,51	0	13277,28	13277,29	0	200,6	758,268
					3512,51	0			0		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	Е-1-13-1	Розроблення ґрунту у відвал екскаватором "драглай" або "зворотна лопата" з ковшом місткістю 0,4 [0,30-0,45] м³, група ґрунтів 1	1000 м³	0,025	768,55	7513,69	19,21	4,27	187,84	9,54	0,24
					170,86	1486,23			37,16	58,9016	1,47
6	ЕН22-11-11	Укладання труб ПЕ 80 SDR 9 діаметром 355 мм з гідравлічним випробовуванням	1000 м	0,525	84197,46	55948,32	44203,66	8611,449	29372,86	774,08	406,39
					16402,76	82229,12			43170,28	360,17	189,09
7	ЕН22-11-11	Укладання труб ПЕ 80 SDR 13,6 діаметром 315 мм з гідравлічним випробовуванням	1000м	0,386	80196	50727,53	30955,65	5481,586	19580,827	703,28	271,46
					14201,00	5865,05			2263,91	320,16	123,58
8	ЕН22-11-10	Укладання труб ПЕ 80 SDR 13,6 діаметром 280 мм з гідравлічним випробовуванням	1000 м	1,33	6611,72	45606,62	8793,58	18419,65	60656,80	653,58	869,26
					13849,36	6662,01			8860,47	295,18	392,59
9	ЕН22-11-9	Укладання труб ПЕ 80 SDR діаметром 200 мм з гідравлічним випробовуванням	1000 м	1,532	53079,8	36392,29	81318,25	17484,95	55752,98	538,61	825,15
					11413,2	5372,95			8231,35	237,45	363,77
12	Е34-105-4	Улаштування залізобетонних збірних типових колодязів на трасі, тип колодязя КС-20	шт.	5	2667,47	140,07	13337,35	1354,2	700,35	12,2	61
					270,84	25,25			126,25	0,885	4,425
13	Е16-15-6	Установка вентилів, засувок, затворів, клапанів затворних, кранів прохідних на трубопроводі із сталевих труб	шт.	10	613,08	133,35	6130,8	1333,5	1333,5	12,73	127,3
					269,75	22,62			6101,74	0,98	9,89
14	ЕН-22-37-3	Установка гідрантів	шт.	6	2269,8	20,69	13618,8	343,26	124,14	2,91	17,46
					57,21	3,49			20,94	0,15	0,94
15	ЕН22-37-1	Установка вантузів одинарних	шт.	6	2126,98	9,28	12761,88	343,38	55,68	2,59	15,54
					57,23	1,58			9,48	0,07	0,42
16	ЕН27-4-1	Улаштування водоскидних споруд	шт.	3	1915,31	1186,24	5745,93	328386,8	3558,72	13,55	40,65
					276,83	215,04			645,12	7,65	22,954
17	Е25-50-4	Гідравлічне випробовування трубопроводів діаметром до 600 мм	1000 м	3,777	67902,5	58666,21	256467,63	7304,03	221582,28	72,05	272,13
					1933,82	3449,41			13028,42	146,70	554,11
18	Е1-28-1	Засипка траншей і котлованів бульжозерами потужністю 96 кВт [130 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 1	1000 м³	2,144	1897,43	1897,43	4068,09	0	4068,08	0	0
					0	210,3			450,88	7,37	15,803

Разом прями витрати по кошторису

561 207,83

402 344,40

467484

3393

92176

2010

Разом будівельні роботи, грн.

18189121,66

в тому числі:

вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.

3 688 245,00

всього заробітна плата, грн.

494 520,00

Загальновиробничі витрати, грн.	218 2695
трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.	5 099,16
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.	5 403,24
Всього будівельні роботи, грн.	4 759 387

Всього по кошторису	4 759 387
Кошторисна трудоємність, люд.год.	5403,16
Кошторисна заробітна плата, грн.	500 454,23

ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.11	Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених проектом	142 781,62
ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п. 26	Додаткові витрати при виконанні будівельних робіт у зимовий період (1,3X0,9)%	57 112,65
ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п. 44	Кошти на утримання служби замовника (включаючи витрати на технічний нагляд) (2,5 %)	118 984,68
ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К.п. 49	Вартість проектних робіт	214 172,42
ДСТУ Б Д.1.1- 1:2013 Дод. К.п.-50	Вартість експертизи проектної документації (К=1,1)	8 090,96
ДСТУ Б Д.1,1- 1:2013 Дод. К.п. 51	Кошти на здійснення авторського нагляду	21 417,24
	Разом по розділах 1-12:	5 321 947
ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	Кошторисний прибуток (П)	44 172,16
ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	Кошти на покриття адміністративних витрат організації (АВ)	10 111,70
ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	Кошти на покриття ризику всіх учасників будівництва (Р)	4 523 65,47
ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	Кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами (І)	0

Разом (роз. 1-12 + П + АВ + Р + І)	5 828 596
Разом:	5 828 596
Податок на додану вартість	4989680
Всього по зведеному кошторисному розрахунку	6 994 315
Зворотні суми	20 982,95
у тому числі:	
від тимчасових будівель і споруд	20 982,95
Керівник проектної організації	_____
Головний інженер проекту	_____
(Головний архітектор проекту)	_____
Керівник відділу	_____

Затверджено

Зведений кошторс розрахунок у сумі
в тому числі зворотних сум

14 764 тис. грн.

44,29 тис. грн.

" _____ " _____ 20__р.

Масив зрошення

Локальний кошторис на будівельні роботи № 6-1-3

на придбання та монтаж дощувальних машин

Масив зрошення

Основа:
креслення (специфікації)

Кошторисна вартість	10 046	тис. грн.
Кошторисна трудомісткість	4,315	тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата	54,24	тис.грн.
Середній розряд робіт	3,6	розряд

Складений в поточних цінах на 25 листопада 2025 р.

№ п/п	Об'єднання (шифр норми)	Назва робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн		Загальна вартість, грн			Витрати праці робітників, люд.-год.	
					всього	експлуатації машин	всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	M35-201-1	Монтаж машини дощувальної Reinke [колісна, багатоопорна, саморушна] на 4 візків, ширина захвату 271 м	шт.	1	1 355 000	2 755,94	1 355 000	7 484,22	2 755,94	446,6	446,6
					7 484,22	611,82					
2	M35-201-1	Монтаж машини дощувальної "Reinke" [колісна, багатоопорна, саморушна] на 5 візків, ширина захвату 289 м	шт.	3	1445 000	2 938,99	4 335 000	2 3943,99	8 816,97	446,6	1 339,8
					7 981,33	652,46					
3	M35-201-1	Монтаж машини дощувальної "Reinke" [колісна, багатоопорна, саморушна] на 5 візків, ширина захвату 314 м	шт.	1	1 570 000	3 193,23	1 570 000	8 671,75	3 193,23	446,6	446,6
					8671,75	708,47					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	M35-201-1	Монтаж машини дощувальної "Reinke" [колісна, багатоопорна, саморушна] на 6 візків, ширина захвату 342 м	шт.	1	1 710 000	3 477,98	1 710 000	9 445,03	3 477,98	446,6	446,6
					9445,03	771,64			771,64	272,67	272,67
Разом прямі витрати по кошторису							8 970 000	49 544,99	18 244	2 680	
									4 049	1 636	
Разом будівельні роботи, грн.							8 970 000				
в тому числі:											
вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.											
всього заробітна плата, грн.							53 594				
Загальновиробничі витрати, грн.							1 076 400				
трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.							4 315,61				
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.							643,13				
Всього будівельні роботи, грн.							10 046 400				

Всього по кошторису							10 046 400				
Кошторисна трудоємність, люд.год.							4 315,61				
Кошторисна заробітна плата, грн.							54 237,43				

ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.11	Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених проектом	301 392
ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п. 26	Додаткові витрати при виконанні будівельних робіт у зимовий період (1,3X0,9)%	120 556,8
ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п. 44	Кошти на утримання служби замовника (включаючи витрати на технічний нагляд) (2,5 %)	2 51160
ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К.п. 49	Вартість проектних робіт	452 088
ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К.п.-50	Вартість експертизи проектної документації (К=1,1)	17 078,88
ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К.п. 51	Кошти на здійснення авторського нагляду	45 208,8
Разом по розділах 1-12:		11 233 884
ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	Кошторисний прибуток (П)	93 241,24
ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	Кошти на покриття адміністративних витрат організації (АВ)	21 344,38
ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	Кошти на покриття ризику всіх учасників будівництва (Р)	954 880,18
ДСТУ Б Д.1.1-	Кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами (І)	0

1:2013 п.5.8.16

	Разом (роз. 1-12 + П + АВ + Р + І)	12 303 350
	Разом:	12 303 350
Податок на додану вартість		2 460 670
Всього по зведеному кошторисному розрахунку		14 764 020
Зворотні суми		44 292,06
у тому числі:		
від тимчасових будівель і споруд		44 292,06
Керівник проектної організації	_____	
Головний інженер проекту (Головний архітектор проекту)	_____	
Керівник відділу	_____	

ОБ'ЄКТНИЙ КОШТОРИС № 1

на будівництво: Масив зрошення

Кошторисна вартість об'єкта

14805

тис. грн.

тис.люд.-

Кошторисна трудомісткість

9,718

год

Кошторисна заробітна плата

554,69

тис.грн.

Вимірник одиночної вартості

14,51

тис.грн./га

Будівельні обсяги

1020

га

Складений в поточних цінах станом на 25 листопада 2025 р.

№ п/п	Номер кошторисів і кошторисних розрахунків	Назва робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			Кошторисна трудомісткість, тис. люд.год.	Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	Показники одиночної вартості
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	всього			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	6-1-1	на будівництво зрошувальної мережі	4759	-	4759	5,403	500,45	-
2	6-1-2	на Придбання дощувальної техніки	10046	-	10046	4,315	54,24	-

*Всього:***14805**

-

14805**9,718****554,69**

-

Головний інженер проекту
(Головний архітектор проекту)

Підпис, ініціали, прізвище

Начальник відділу

Підпис, ініціали, прізвище

Склав

Підпис, ініціали, прізвище

Перевірив

Підпис, ініціали, прізвище

Затверджено

Зведений кошторисний розрахунок у сумі 16 866 тис.грн.

В тому числі зворотних сум 65,29 тис.грн.

" _____ " _____ 20__ р.

ЗВЕДЕНИЙ КОШТОРИС РОЗРАХУНКУ ВАРТОСТІ ОБ'ЄКТА БУДІВНИЦТВА № 1
Масив зрошення

Складений в поточних цінах станом на 25 листопада 2025 р.

№ п/п	Номер кошторису і кошторисних розрахунків	Назва розділів, 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	6-1	Розділ 6. Зовнішні мережі та споруди водопостачання, водовідведення, теплопостачання та газовідведення Масив зрошення ----- Разом по розділу 6: Разом по розділах 1-7:	14805 14805 14805	- - -	- - -	14805 14805 14805
2	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.11	Розділ 8. Тимчасові будівлі і споруди Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, перелічених проектом (робочим проектом) ----- Разом за розділом 8: Разом за розділами 1-8:	444,15 444,15 15249,15	- - -	- - -	444,15 444,15 15249,15
3	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п.5.8.26	Розділ 9. Кошти на інші роботи та витрати Додаткові витрати при виконанні будівельних робіт у зимовий період (1,3X0,9)% ----- Разом за розділом 9: Разом за розділами 1-9: Розділ 10. Утримання служби замовника	167,74 167,74 15416,89	- - -	- - -	167,74 167,74 15416,89

4	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п.44	Кошти на утримання служби замовника (включаючи витрати на технічний нагляд) (2,5 %)	-	-	385,42	385,42

		Разом за розділом 10:			385,42	385,42
		Розділ 12. Проектно-вишукувальні роботи та авторський нагляд				
5	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п.49	Вартість проектних робіт	-	-	628,2	628,2
6	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п.50	Вартість експертизи проектної документації (К=1,1)	-	-	23,9	23,9
7	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п.51	Кошти на здійснення авторського нагляду	-	-	-	-

		Разом за розділом 12:			652,1	652,1
		Разом за розділами 1-12:	15416,89	-	1037,53	16454,42
	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	Кошторисний прибуток (П)	215,8	-		215,8
	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ)	-	-	51,9	51,9
	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	Кошти на покриття ризику всіх учасників будівництва	1233,4	-	83,0	1316,4
	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	Кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами (І)	-	-	-	-
		Разом	16866,1	-	1172,4	18038,5
	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	Податок на додану вартість	-	-	3607,7	3607,7
		Всього по зведеному кошторисному розрахунку	16866,1	-	4780,1	21646,2
		Зворотні суми	-	-	-	64,93857
		у тому числі від тичасових бідівель (15 %)	-	-	-	64,93857

Керівник проектної організації _____
Головний інженер проекту _____
(Головний архітектор проекту _____)

Керівник відділу _____