

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра водогосподарської інженерії

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри водогосподарської інженерії,
доцент _____ Володимир КОВАЛЕНКО
« ____ » червня 2023 р.

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

на тему **Проект зрошувальної мережі в селянському (фер-
мерському) господарстві «Прогрес» Павлоградського
району Дніпропетровської області**

Виконала: здобувачка вищої освіти, групи
БЦІз-1-18
Спеціальність – 192 «Будівництво і цивільна
інженерія»
Освітня програма «Гідротехніка (водні ресу-
рси)»

Олена ЛІСУНЕНКО

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник : доц. Доценко В.В.
_____ (прізвище та ініціали)

Рецензенти : _____
_____ (прізвище та ініціали)

Консультанти:

з економіки природокористування _____ доц. Полегенька М.А.;

з охорони праці
та безпеки в надзвичайних ситуаціях _____ ст. викл. Артюшенко В.О.

Дніпро – 2023

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра водогосподарської інженерії

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ:

Завідувач кафедри водогосподарської інженерідоцент _____ (Володимир КОВА-
ЛЕНКО)

«__» травня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу здобувачу вищої освіти
Лісуненко Олені Андріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: **Проект зрошувальної мережі в селянському (фермерському) господарстві «Програc» Павлоградського 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 «12» травня 2023 р. № 861

1. Термін здачі закінченої роботи : « 21 » червня 2023 р.
2. Вихідні дані до роботи
Топографічні вишукування ділянки проектування.
Довідникові матеріали щодо природно-кліматичних умов району проектування. Матеріали ГІС-порталів та технологій для візуалізації об'єкту дослідження та обробки даних ДЗЗ (EOS, <https://eos.com/landviewer/>).
3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити) :
Вступ. 1. Природні умови району зрошення. 2. Характеристика сільськогосподарського виробництва. 3. Розрахунок режиму зрошення і техніка поливу сільськогосподарських культур. 4. Проектування і розрахунок зрошувальної мережі. 5. Охорона праці і безпека при надзвичайних ситуаціях. 6. Розрахунок економічної ефективності проекту ділянки зрошення. Висновки. Література. Додатки
4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Презентація в середовищі Power Point: постановча частина дипломної роботи; природно-кліматичні умови, результати досліджень, креслення, висновки.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
6	Доц. Полегенька М.А.		
7	Ст. викл. Артюшенко М.А.		

6. Дата видачі завдання: «10» березня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Природні умови району зрошення	02.2023 р.	
2	Характеристика сільськогосподарського виробництва.	03.2023 р.	
3	Розрахунок режиму зрошення і техніка поливу сільськогосподарських культур.	03.2023 р.	
4	Проектування і розрахунок зрошувальної мережі.	04.2023 р.	
5	Охорона праці при експлуатації гідротехнічних споруд та безпека в надзвичайних ситуаціях	04.2023 р.	
6	Розрахунок економічної ефективності проекту ділянки зрошення	05.2023 р.	
7	Вступ.Висновки. Креслення.	01.06.2023 р.	
8	Поточний контроль виконання ДП за планом	05.06.2023р.	
9	Передзахист ДП на кафедрі	05.06.2023 р.	
	Представлення ДП на рецензію	14.06.2023 р.	

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Керівник роботи _____ / Доценко В.І. /

ОСНОВНІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ

Показник	Одиниця виміру	Кількість
Зрошувана площа: брутто	га	446,0
нетто		420,8
Коефіцієнт земельного використання		0,95
Коефіцієнт корисної дії зрошувальної мережі		0,95
Джерело зрошення – річка Канал Днвпро – Донбас відмітка рівня води у джерелі	м	185,0
Сівозміна – польова:		
кількість культур;	шт.	6
кількість зрошуваних полів	шт.	6
Спосіб поливу – дощування дощувальна машина:	шт..	6
Поливні вегетаційні норми	м ³ /га	400-600
Середньозважена зрошувальна норма нетто	м ³ /га	2830
Розрахункова ордината гідромодуля	л/(с·га)	0,61
Загальне водоспоживання за зрошувальний сезон	млн. м ³	1,262
Спосіб водозабору – механічний (насосна станція)		
витрата	л/с (м ³ /год.)	270
напір	м	55,74
потужність	кВт	207
Зрошувальна мережа. Труби пластмасові ПЕ 100 SDR 11 S5		
Ø 450 мм	м	2335
Ø 400 мм		770
Ø 315 мм		882
Ø 280 мм		1698
Ø 225 мм		5198
Гідротехнічні споруди на зрошувальній мережі:		
гідранти	шт.	6
оглядові колодязі	шт.	4
вантузи	шт.	3
скидні споруди	шт.	2
Вартість тру	млн. грн.	51,82
Собівартість 1 м ³ зрошувальної води	грн/м ³	
Строк окупності капітальних затрат	років	

ЗМІСТ

	Стор.
ОСНОВНІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ	4
ВСТУП.....	7
1 ПРИРОДНІ УМОВИ РАЙОНУ ЗРОШЕННЯ.....	9
1.1 Геоморфологічна характеристика поверхні ділянки зрошення.....	9
1.2 Геологічні і гідрогеологічні умови	10
1.3 Кліматична характеристика району проектування	10
1.4 Характеристика ґрунтового покриву.....	14
1.5 Джерело зрошення та його характеристика.....	15
2 ХАРАКТЕРИСТИКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА.....	17
2.1 Характеристика господарської діяльності	17
2.2 Обґрунтування необхідності меліоративних заходів	18
2.3 Особливості вирощування сільськогосподарських культур зрошені	20
2.3.1 Ячмінь ярий	20
2.3.2 Люцерна в рік сівби.....	21
2.3.3 Люцерна минулих років	21
2.3.4 Пшениця озима	22
2.3.5 Буряки кормові.....	23
2.3.6 Кукурудза	23
2.3.7 Післяжнівні та післяжнивні культури	24
3 РЕЖИМ ЗРОШЕННЯ І ТЕХНІКА ПОЛИВУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР.....	26
3.1 Вибір року заданої забезпеченості.....	26
3.2 Визначення норм і строків поливу.....	27
3.3 Обґрунтування способу і техніки поливу	29
3.4 Технічні характеристики дощувальних машин	31
3.5 Розрахунок продуктивності дощувальних машин	34
3.6 Графік поливу запроектованої сівозміни	27
4 ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ЗРОШУВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ.....	40
4.1 Проектування конструкції зрошувальної мережі	40
4.2 Гідралічний розрахунок закритої тупикової зрошувальної мережі	41
4.3 Проектування поздовжніх профілів зрошувальних трубопроводів	45
4.4 Проектування гідротехнічних споруд на зрошувальній мережі.....	46

4.5 Проектування доріг та лісосмуг на масиві зрошення	48
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	51
5.1 Охорона праці.....	51
5.2 Шкідливі фактори при виконанні робіт працівником на полі.....	52
5.3 Заходи захисту працівника при виконанні робіт на полі.....	52
5.4 Інструктаж для працівників виконуючих роботи на полі.....	54
6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ ДІЛЯНКИ ЗРОШЕННЯ	56
6.1 Розрахунок вартості валової продукції.....	57.
6.2 Затрати на будівництво і експлуатацію зрошувальної системи.....	59
6.3 Прибуток і ефективність від зрошення.....	60
ВИСНОВОК.. ..	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	64
ДОДАТКИ.....	66

ВСТУП

Для інтенсифікації виробництва продукції рослинництва і її збільшення зрошення є одним із основних способів. Особливо це є нагальним в період зміни клімату з його потеплінням і зменшенням зволоженості території України. Хоча будівництво великих зрошувальних систем потребує великих капітальних вкладень, це є єдиним способом в майбутньому покращити умови вирощування більшої сільськогосподарських культур. Особливо це актуально при будівництві зрошуваних ділянок надійних з доброю якістю водних джерел як р. Дніпро. Одна з таких систем і запроєктована в даній випускній роботі.

Основна мета роботи створення проекту системи зрошення польової сівозміни у селянському фермерському господарстві «Прогрес» Павлоградського району Дніпропетровської області.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати поставлені завдання:

- огляд і оцінка природних умов для потреб аграрного і меліоративного виробництва;
- оцінка сучасних умов аграрного виробництва і обґрунтування необхідності зрошення;
- обґрунтування вирощування сільськогосподарських культур в умовах зрошення способом дощування;
- розрахунок поливного режиму і елементів техніки поливу дощувальними машинами Zimmatic;
- проектування закритої зрошувальної мережі, підбір трубопроводів і комплектування гідротехнічних споруд на мереж;

- розрахунок економічної ефективності проекту:
- розглянути питання охорони праці і заходи з надзвичайних ситуацій при будівництві зрошувальної мережі.

Об'єктом досліджень в даній роботі є процес зрошення польової сівозміни зрошенням дощувальними машинами Zimmatic у селянському фермерському господарстві «Прогрес» Павлоградського району Дніпропетровської області.

Предметом досліджень даного проекту є ділянка зрошення, зрошувальна мережа на ній, а також організація і технологія зрошення дощувальною машиною Zimmatic.

При виконанні даного проекту використані діючі нормативи, які використовуються при будівництві, а також нормативно-довідкова література.

1. ПРИРОДНІ УМОВИ РАЙОНУ ЗРОШЕННЯ

1.1. Геоморфологічна характеристика поверхні ділянки зрошення

Ділянка проектування знаходиться на складах Придніпровського природно-географічного району України. У цьому районі відновлено вдоль річки Дніпро та охоплює частини у центральній та центральній частині України. Включає такі області, як Київська, Черкаська, Кіровоградська, Дніпропетровська, Запорізька і Херсонська.

Поверхня ділянки зрошення має складну геоморфологічну структуру. Територія розташована на південно-західному схилі Дніпровської височини, що характеризується висотами від 100 до 300 м над рівнем моря. На ділянці зрошення можна виділити кілька типів рельєфу. Найбільш поширеними є рівнинні ділянки з північного заходу та південного сходу, де висота не перевищує 150 м. Також на території зрошення зустрічаються пагорби, які мають висоту до 200 м.

Ділянка проектування на Придніпровській висоті, причому рельєф території характеризується переважно помітними та помірно хвилястими ділянками з невеликими буграми та западинами (Географічна енциклопедія...). Найвищою точкою району є вершина гори Загальний (224 м над рівнем моря), що найбільше розросла на центральному заході від районного центру – міста Павлограда. Також у районах є деякі річкові долини, тираж, долина річки Ворскла по південному заході району.

Ділянка проектів зрошення розташована між річками Ворскла та Кінська. Щодо інших річок, що протікають на території, можна відрізнити річки Самарка, Близнюківка, Південний Буг та інші.

1.2. Геологічні та гідрогеологічні умови

Ділянку проектів зростають у межах Придніпровської западини, як частина Волинсько-Подільської платформи. Геологічно ця територія складається з осадових пір різного віку, таких як пісковики, глини, известняки тощо. Крім того, на території Павлоградського району є низка розломів, які формують геологічну структуру регіону.

Опосереднений геолого-літологічний розріз території зрошення представлений:

1. Ґрунтово-рослинний шар, потужністю 0,5 м;
2. Жовтувато-бурими суглинками, шпаруватими, грудкувато-горіховий, гумусованими, з карбонатами, потужність шару може сягати 10-15 м;
3. Зверху насипні ґрунти (щебінь, домішки інших порід) потужністю 1,8-2,0 м.

Геологічний склад досліджуваного району представлений супіщаними, легкими та середньо суглинистими ґрунтами. Безперервне випадання атмосферних опадів 1-ї і 2-ї надзаплавних терас починається від русла р. Самари. Перший безнапірний водоносний горизонт знаходиться на глибині 10-15 м.

1.3. Кліматична характеристика району проектування

Ділянка проектування може мати помірно-континентальний клімат із теплим літом та холодною зимою. Середня температура повітря в середньому становить -6 °С, а вдень - +20 °С. Щорічні опади становлять близько 500-600 мм, які рівномірно розподіляються протягом року. Весна та осінь у районі досить прохолодно та дощі. Зима може бути сухою і морозною з вітрами відразу. Такий клі-

мат створює сприятливі умови для вирощування зернових та овочевих культур, а також для тваринництва.

У зимовий період, січень ,лютій, клімат характеризується холодними температурами вітру. Середня температура повітря в середньому становить -6°C ,

Середня температура повітря за рік у становить близько $+9,5^{\circ}\text{C}$. У середньому температура підвищиться за рахунок підвищення температури до $+20$ градусів, а в зимовий час може опускатися до -10 градусів і навти нижче. Однак, слід зазначити, що середня температура повітря може коливатися в залежності від року та сезону.

Таблиця 1.1 – Дати заморозків за даними метеостанції Губиниха (Справочник по клімату..., 1967)

останнього			першого		
середня	рання	пізня	середня	рання	пізня
21.04	24.03.1951	11.05.1945	8.10	17.09.1952	31.10.1955

Найбільша спекотним місяць є липень, коли середня температура повітря становить близькість $+20-25^{\circ}\text{C}$, а максимальна може бути досягати $+30-35^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 1.2 – Дати настання середніх добових температур повітря вище та нижче певних границь і кількість днів з температурою, яка перевищує ці межі за даними метеостанції Губиниха (Справочник по клімату..., 1967)

Температура					
-5	0	5	10	15	20
24.02	19.03	7.04	21.04	12.05	27.06
22.12	20.11	27.10	5.10	14.09	21.08
310	245	202	166	124	54

Найхолодніший місяць є січень, коли середня температура повітря становить близькість мінус $5-0^{\circ}\text{C}$ за, а мінімальна температура може опускатися до мінус 20°C . Це пов'язано зі зниженням сонячної активності в зимовий час та частковими холодними морозами з нічними (Справочник по клімату..., 1967).

У липні дуже тепла погода, часті дощі, небезпечні та стихійні метеорологічні явища: зливи, грози, сильні вітри, іноді град. Протягом перших двох десятиліть панував гарячий стан. Середньодобова температура на $1-7^{\circ}\text{C}$ вище

норми або близько до норми, максимальна температура повітря 20 – 28°C. У найспекотніші дні максимальна температура повітря піднімається до 34-36 °С.

Кількість днів із середньою температурою вище 30°C по всій області становить 22 дні, а найхолодніша ніч за останні десять років у липні – найхолодніша ніч у всій області. Найнижча температура в області опускається до 12-15°C. Середні температури липня були на 1-2°C вищими за середні багаторічні показники та становили по області 23,5–25,0 °С (Справочник по клімату..., 1967).

Таблиця 1.3 – Середня багаторічна швидкість вітру (за даними метеостанції Губиниха) (Справочник по клімату..., 1969)

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

Для роботи дощувальних машин велике значення має вірогідність швидкості вітру більше допустимого. Для більшості середньострумінних дощувальних машин такою межею є швидкість вітру 8 м/с. Для досліджуваної території вірогідність виникнення вітру більше зазначеного значення є 11,4 % (Справочник по клімату..., 1967).

Таблиця 1.4 – Вірогідність швидкості вітру за градаціями, % від загальної кількості випадків (за даними метеостанції Губиниха) (Справочник по клімату..., 1967)

Градаці швидкості вітру, м/с														
0-1	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-20	21-24	25-28	29-34	35-40	≥40
18,6	27,2	25,9	16,1	7,5	2,4	1,30	0,40	0,50	0,10					

Глибина промерзання ґрунту залікувала від багатих факторів, таких як кліматичні умови, тип ґрунту, наявність снігового покриву та інші. Звичайно, вона змінюється залежно від сезону.

За даними Українського геологічного інституту, середня глибина промерзання ґрунту у районі проектування стала близько 1,2 м. Однак, це значення може змінюватись від 1 до 1,5 м залежно від конкретного розташування та розмірів.

Кількість днів з відносною вологістю менше 30 %, що спричиняє суховійні явища за рік складає в середньому 43,8. Найбільше їх у липні – серпні – 7,3-7,5 днів.

Атмосферні опади відіграють значну роль в процесі формування запасів ґрунтової вологи, а також поверхневого та підземного стоку. Влітку часто спостерігаються бездощові періоди. Вони бувають тривалістю від 20 днів до 40 днів щорічно. Дана територія відноситься до зони нестійкого зволоження. Річна норма опадів за даними метеостанції Губиниха становить 608 мм (табл. 1.6).

Таблиця 1.6 – Середня багаторічна кількість атмосферних опадів (за даними метеостанції Губиниха) (Справочник по клімату..., 1969)

Місяць												Рік
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
48	34	31	40	46	69	58	106	41	36	44	55	608

В сухі роки 85 %-ї зволоженості річна сума опадів знижується до 333 мм; в рік 95 %-ї забезпеченості – до 270 мм. В середньому за рік частка рідких опадів становить 75 %, твердих – 13 % і змішаних – 12 %. За холодний період року співвідношення опадів складає 37, 31 і 32 % відповідно. Влітку атмосферні опади носять переважно зливовий характер, внаслідок чого їх вплив на вегетативний ріст рослин незначний.

Середня кількість випаровування з поверхні води складає 890 мм, найбільша – 1132 мм, найменша – 651 мм.

Строки сходу і утворення снігового покриву залежать від умов погоди і з дуже змінюються року в рік. Через часті відлиги, що супроводжуються дощами, сніг на полях нестійкий, нерідкі випадки повного його зникнення серед зими. Сійкий сніговий покрив в регіоні відсутній у 30 % зим.

Середня кількість днів зі сніговим покривом складає не більш 80 днів (Справочник по клімату..., 1969).

Висота снігового покриву мала і нестійка; вона становить в середньому 3-9 см. В окремі роки висота снігу доходить 17 см. Густина снігового покриву по-

стійно змінюється. Середня багаторічна величина густоти снігу при найбільшій декадній висоті складає $0,21 \text{ г/см}^3$ при запасах води в снігові 31 мм.

Відсоток зим з відсутністю стійкого снігового покриву 17.

Глибина промерзання ґрунту в середньому становить 58 см, найбільша – 126 см, найменша – 32 см.

В період настання періоду вегетації запаси продуктивної вологи в коренев-місному (метровому) шарі ґрунту коливаються від 28 до 112 мм при потребі в літній період не менше 90-150 мм.

1.4. Характеристика ґрунтового покриву

Ділянка проектування може мати різні типи ґрунтів, такі як (Атлас почв..., 1979):

- чорноземи, які можуть бути збільшені та можуть мати велику спорідненість;
- середні та легкі ґрунти, які в основному зустрічаються у міських атмосферних умовах та у південному західному районі;
- болотні ґрунти, які застрічаються на півночі району і мають низьку родючість;
- сірі лісові ґрунти, які зустрічаються у лісових масивах на заході району.

Загалом, ґрунтовий покрив є досить різноманітними та зажити різними факторами, такими як кліматичні умови, рельєф, геологічна будова та інші.

Гранулометричний склад досліджуваної ділянки визначається залежно від регулювання ґрунту. Максимально поширеними є чорноземи, як може бути наступний гранулометричний склад: пісок – 10–20 %, супісок – 10–20%, глина – 60-80%, гумус – 2-5%. У деяких природних областях можна знайти такі типи гір, як промені, болота, піщані та ніші, як мають відмінний гранулометричний склад.

Найпоширеніші ґрунтоутворюючі породи на ділянці проектування – це вапняки, глинисті сланці, піски та гравії. Вапняки застрягають переважно на південному заході області, а глинисті сланці та піски – на півночі. Гравій та піски зустрічаються у великих кількостях на дні річок та озері. Важливо враховувати, що склад ґрунтів може значно різнитися залежно від серйозних місць та умов ґрунтового утворення.

Основним підтипом ґрунтів розглянутого регіону районі є чорноземи. Ці ґрунти можуть високо народити і є дуже під спрямованими для сільського господарства. Вони утворюються за рахунок багатошарової еволюції ґрунтового покриву під впливом кліматичних та геологічних факторів. Чорноземи характеризуються високим вмістом гумусу та мінеральних речовин, що забезпечує їх високу родючість.

1.5. Джерело зрошення та його характеристика

Джерелом зрошення досліджуваного масиву є Канал Дніпро—Донбас — штучний канал, який сполучає найбільші річки України Дніпро та Сіверський Донець. Його було збудовано для постачання водою Донецької області (Канал Дніпро – Донбас...).

З 1969 року було розпочато будівництво каналу Дніпро—Донбас для перекидання річкової води з Дніпра до Сіверського Донця. Канал Дніпро-Донбас, що сполучає річку Дніпро з Донбасом, розпочинається у Середньодніпровському водосховищі. Форма поперечного перерізу трапецевидна, ширина дна близько 10 м, а ширина поверхні змінюється від 30 до 60 м, глибина становить 4-5 м.

Канал проходить під річкою Оріль з Дніпропетровської та Харківської областей, де проходять маршрути з Орільськими та Краснопавлівськими водосховищами. Загальна довжина ділянки каналу становить 194 км, а загальний підйом, що забезпечується насосними станціями, – 63 м.

Далі канал іде самопливом Харківської області та Вільного Північного Ді-
нця, частково використовуючи русло річки Берека. Його пропускна спромож-
ність – до 120-125 м³/с, але на практиці він використав лише на 30 % своїх мож-
ливостей. У 1991 року використання становило 41 м³/с, а 2000 року лише
10 м³/с. Крім того, канал не використовується у зимовий час. Після будівництва
Краснопавлівського водосховища було збудовано 142-кілометровий водовід за-
гальною потужністю 8,6 м³/с, що з'єднає його з Харковом для підвищення енер-
гопостачання міст Лозової, Первомайського та Харкова у літню пору року.

Канал Дніпро-Донбас є важливим транспортним артеріальним транспорт-
ним засобом для регіону, де важливою є точність транспортування таких ванта-
жів, як вугілля, руда, зерно та інші товари. Він також використовується для суд-
ноплавства та рибальства.

Канал Дніпро-Донбас є важливим транспортним артеріальним транспорт-
ним засобом для регіону, де важливою є точність транспортування таких ванта-
жів, як вугілля, руда, зерно та інші товари. Він також використовується для суд-
ноплавства та рибальства (Географічна енциклопедія...).

2. ХАРАКТЕРИСТИКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

2.1. Характеристика господарської діяльності

Район проектування зрошувальної мережі знаходиться в селянському фермерському) господарстві “Прогрес” на землях біля села Чернявщина і розташований в Павлоградському районі Дніпропетровської області.

Селянське фермерське господарство “Прогрес” знаходиться відносно далеко від великих міст і промислових центрів, тому тут в основному ведеться вирощування зернових і технічних культур. В подальшому планується розвиток тваринництва, зокрема молочного напрямку, тому стоїть питання про створення надійної кормової бази.

В рослинництві господарство спеціалізується головним чином на вирощуванні зерна.

Структура використання орних площ стосовно спеціалізації в середньому за 2015-2022 рр. представлена в таблиці 2.1.

Врожайність сільськогосподарських культур коливається залежно від розподілу опадів протягом вегетаційного періоду. В посушливі роки по зернових та кормових культурах вона знижується в середньому в 1,6 рази, а по плодових культурах в 1,9 рази. В умовах нестійкого зволоження валові збори сільськогосподарської продукції значно коливаються і реалізувати потенційні можливості сортів дуже важко не дивлячись на високу агротехніку вирощування культур. Подальша інтенсифікація сільськогосподарського виробницт-

ва можливе тільки при реалізації заходів по попередженню негативного впливу кліматичних факторів. В першу чергу потрібно створити оптимальний водний режим для ґрунтів та рослин.

Таблиця 2.1 – Структура використання орних земель в господарстві

Види культур	га	%
Зернові – всього	1901,5	55,3
В тому числі: озимі	887,2	25,8
кукурудза на зерно	151,3	4,4
Технічні – всього	553,6	16,1
В тому числі: соняшник	440,1	12,8
цукровий буряк	113,5	3,3
Овоче-баштанні та картопля	72,2	2,1
В тому числі: овочі	65,3	1,9
Кормові – всього	849,3	24,7
В тому числі: кукурудза на силос	491,7	14,3
багаторічні трави	144,4	4,2
Посівна площа	3376,7	98,2
Оранка	3376,7	98,2
Сади	61,9	1,8
Всього землі в обробці	3438,6	100,0

Виробничий напрямок і галузеву структуру «Прогрес» відбиває спеціалізація. Даний показник дозволяє більш ефективно використовувати природно-кліматичні й економічні умови сільськогосподарської зони; сприяє концентрації матеріальних і фінансових ресурсів на виробництві продукції, найбільш вигідної з економічної точки зору; створює умови для удосконалювання наукової організації праці. Усе це в статистичному підсумку сприяє підвищенню продуктивності праці й економічної ефективності виробництва.

2.2. Обґрунтування меліоративних заходів

Для встановлення необхідності зрошення в досліджуваному районі можна зіставити два основних елементи водного балансу території: витратний тобто випаровуваність з поверхні ґрунту і прибутковий – атмосферні опади. Суму ат-

мосферних опадів за вегетаційний період P визначають за їх значеннями по найближчій метеостанції, в даному випадку Губиниха.

Для обґрунтування величини випаровуваності E_0 за місяць з достатнім ступенем точності визначають за формулою М.М. Іванова

$$E_M = 0,18(t_M + 25)^2 \left(1 - \frac{a_M}{100}\right), \quad (2.1)$$

де t_M – середня місячна температура повітря, °С;

a_M – середня відносна вологість повітря за цей же період, %.

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.

Таблиця 2.2 – Розрахунок індексу посушливості

Показник	Місяць						За вегетацію
	04	05	06	07	08	09	
Температура повітря, °С	7,4	14,1	18,7	20,2	21,0	17,2	
Відносна вологість повітря, %	68	60	61	61	60	65	
Випаровуваність, мм	67	119	138	149	147	101	720
Атмосферні опади, мм	40	46	69	58	106	41	212
Індекс посушливості K_C	1,73	2,37	2,34	2,44	4,20	2,20	2,57

При індексі посушливості K_C для даного району більше одиниці, необхідне додаткове зволоження ґрунту. У випадку, якщо K_C близьке до одиниці, необхідно проаналізувати динаміку опадів протягом вегетаційного періоду і хід сумарного водоспоживання агрокульту і при необхідності призначити додаткове зволоження ґрунту в окремі періоди вегетації. В даному випадку середній за вегетацію індекс посушливості складає 2,57, що свідчить про недолік вологи. В окремі періоди цей індекс може підійматись до 4,20, що говорить про значну посушливі і необхідність регулювання водного режиму за рахунок зрошення.

Кращий спосіб поливу є дощування, так як природний дощ є основним постачальним вологи.

2.3. Особливості вирощування сільськогосподарських культур при зрошенні

При вирощування сільськогосподарських культур зі зрошенням є деякі особливості. На запроєктованому масиві зрошення планується вирощування десятипільної зерно-кормової сівозміни:

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

2.3.1. Ячмінь ярий

Передпосівний полив під ярий ячмінь не проводять. Потреба у зволоженні у вегетаційний період, здебільшого, виникає після виходу рослин у трубку. Але, в окремі роки під час кущіння у рослин спостерігається недо зволоження верхнього 10 см шару ґрунту і тоді виникає потреба у більш ранньому поливі. Період інтенсивного водоспоживання (критичний період) у ярого ячменю значно коротший, ніж у пшениці, тому під час його проходження у посушливі роки потрібне додаткове проведення, двох поливів. Поливна норма першого поливу (до критичного періоду) може бути максимальною, яка рекомендується для площ з різною глибиною залягання ґрунтових вод, а другого мінімальною, щоб запобігти вилягання рослин (Ушкаренко В.О., 1994).

2.3.2. Люцерна в рік сівби

При зрошенні люцерну сіють весною або наприкінці літа. При весняних строках сівби люцерну, здебільшого сіють під покровом кормових або цукрових культур, (ячменю, або кукурудзи), а для отримання насіння – в чистому вигляді. На ранніх етапах розвитку люцерна дуже чутлива до вологи, тому необхідно забезпечити регулярне зволоження ґрунту і поливи проводять за оптимальної вологості ґрунту в шарі 30-40 см. Це стосується площ як з глибоким, так і з близьким заляганням ґрунтових вод (Воронин Н.Г., 1989).

При вирощуванні люцерни під покров кормових або зернових культур режим зрошення повинен відповідати особливостям вирощування покривної культури. Після збирання покривної культури необхідно у максимально стислі строки провести поливи на відростання поливною нормою, яка передбачена для площ із різним рівнем ґрунтових вод. При глибокому заляганні ґрунтових вод поливну норму цього поливу можна зменшити до 300-350 м³/га, однак у подальшому слід планувати проведення додаткового поливу на початку бутонізації. Під черговий укіс застосовується така ж схема поливів. При сівбі люцерни влітку після збирання попередника і основного обробітку ґрунту проводиться перепосівний полив. У подальшому поливи проводять за оптимальної вологості 30-40 см шару ґрунту.

2.3.3. Люцерна минулих років

На посівах люцерни на сіно при глибокому заляганні ґрунтових вод позитивні наслідки дає проведення вологозарядкового поливу, який забезпечує надійне зволоження до найменшої вологоємності 50-60 см шару ґрунту. У весняно-літній період режим зрошення люцерни на насіння формується за такою схемою: до квітування – поливи проводяться при оптимальній вологості, яка рекомендована для даного типу ґрунту, в подальшому, до закінчення наливу насіння, поливи проводяться тільки на площах з глибоким рівнем ґрунтових вод при вологості

грунту на 10-15 % нижче НВ нижче оптимальної. Фактична поливна норма повинна бути не більше 400 м³/га.

На посівах люцерни минулих років під перший і другий укоси поливи проводять за оптимальної вологості ґрунту, а під третій і наступні укоси за схемою: один полив на відростання поливною нормою рекомендованою для площ із різним рівнем ґрунтових вод, або 2 поливи поливною нормою 50-60 % від рекомендованої – перший на відростання і другий на початку бутонізації. За дефіциту поливної води та енергоносіїв таку ж схему поливів можна застосовувати і під третій укіс (Воронін Н.Г., 1989).

2.3.4. Пшениця озима

Основою режимів зрошення озимої пшениці є передпосівний полив, застосування якого забезпечує 40-63 % прибавки врожаю від зрошення за рахунок отримання своєчасних сходів, нормального розвитку і загартовування в осінній період рослин.

При сівбі озимої пшениці за передосінній полив не розводиться, а замінюється поливом нормою 250–350 м³/га глибокому рівні ґрунтових вод. Це дозволяє раніше на 5-7 днів отримати сходи і створити кращі умови для осіннього розвитку рослин.

За посушливої погоди восени, коли спостерігається швидке висушування верхнього шару ґрунту і створюються несприятливі умови для куціння рослин, проводиться осінній вегетаційний полив нормою 200-250 м³/га, який підвищує врожайність зерна на 3,5-6,8 ц/га (Ушкаренко В.О., 1994).

Протягом весняно-літньої вегетації озимої пшениці найбільше врожаю забезпечують поливи, які проводяться у між фазний період від виходу росли у трубку і до початку молочної стиглості зерна. При цих поливах у посушливі роки на кожні 100 м³ поливної води отримується 1,4-1,6 ц/га зерна.

В роки з суховіями під час наливання та початку визрівання зерна доцільно застосовувати освіжаючі поливи нормою 100-150 м³/га, які дають змогу значно покращити фітоклімат посівів і підвищити врожайність зерна.

3.3.5. Буряки кормові

Незважаючи на добре розвинуту і глибоко проникаючу кореневу систему, ці культури слабо реагують на проведення вологозарядкового поливу, застосування якого не скорочує кількість вегетаційних поливів і не підвищує врожай коренеплодів.

До початку критичного періоду рослин (кінець другої декади червня) і після нього (з третьої декади серпня) погіршення умов вологозабезпечення рослин практично не впливає на накопичення сирої та сухої маси коренеплодів, зменшення вмісту цукру. Тому, в ці періоди вегетаційні поливи можна призначати за вологості розрахункового шару ґрунту на 10-15 % НВ нижче оптимальної.

В критичний період протягом якого відбувається інтенсивне накопичення маси коренеплодів і підсилюються процеси утворення цукру, а температурний режим перевищує біологічний оптимум буряків, необхідно забезпечувати безперебійне водопостачання рослин за рахунок проведення поливів при оптимальній передпосівній вологості ґрунту.

Закінчувати вегетаційні поливи необхідно за 20-25 днів до початку масового збирання врожаю, а при нестачі енергоносіїв та зрошувальної води – наприкінці серпня.

2.3.6. Кукурудза

Кукурудзу вирощують в основних, післяукісних і післяжнивних, у чистих, змішаних і смугових посівах.

При режимах зрошення кукурудзи, як і інших пізніх ярових культур, не передбачається проведення осінніх вологозарядкових і весняних передпосівних поливів.

На посівах зернової кукурудзи до утворення 12-13 листків у середньоранніх і середньостиглих гібридів та 14-15 листків у середньопізніх і пізньостиглих гібридів, а також після фази формування зерна вегетаційні поливи можна призначати при вологості ґрунту на 10-15 % НВ нижче оптимальної, поливна норма не повинна перевищувати максимальної, рекомендованої для площ із різними рівнями ґрунтових вод.

У критичний період, який залежно від скоростиглості гібридів становить 40-48 діб, треба забезпечити підтримання оптимальної вологості у розрахунковому шарі ґрунту, бо протягом його на кожні 100 м³ зрошувальної води отримується 2,7-3,3 ц/га зерна.

Якщо після закінчення критичного періоду спостерігається бездощова погода з температурою повітря, яка перевищує середні багаторічні показники, то до фази молочної стиглості зерна поливи слід призначати також за показниками оптимальної вологості ґрунту (Ушкаренко В.О., 1994).

2.3.7. Післяукісні та післяжнивні культури

Загальним для режимів зрошення післяукісних культур (кукурудза на зерно та силос, соя, соняшник, гречка, просо та ін..) є перед осінній полив, який залежно від попередника та рівня ґрунтових вод повинен зволожувати 30-40 см шар ґрунту до найменшої вологоємкості. При затримуванні зі строками сівби його можна замінити сходовикликаючим поливом.

На відміну від режиму зрошення культур в основних строках сівби, ранніх етапах розвитку післяукісних культур поливи призначають за оптимальної вологості 30 см шару ґрунту. В подальшому, режим зрошення повинен формуватися відповідно рекомендаціям по зрошенню культур в основні строки сівби.

Післяжнивні культури розвиваються порівняно короткий період при високих температурах і низькій вологості повітря і тому для формування високого врожаю необхідно створити оптимальні умови для швидкого отримання сходів і нормального розвитку рослин. Це досягається такою схемою зрошення: сходовикликаючий полив, вегетаційні поливи за оптимальної вологості 20-50 см шару ґрунту, залежно від рівня ґрунтових вод, фаз розвитку рослин і погодних умов вегетації.

3. РЕЖИМ ЗРОШЕННЯ І ТЕХНІКА ПОЛИВУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Режим зрошення (поливний режим) сільськогосподарських культур – сукупність норм, строків та кількості поливів при певних погодних і агротехнічних умовах. Завданням режиму зрошення є створення і підтримка в активному шарі ґрунту оптимального водного режиму, який забезпечує отримання стійкого планового врожаю сільськогосподарських культур

3.1. Вибір року заданої забезпеченості

Режим побудови в одній і тій же системі сівозміни має бути обов'язковим, оскільки він залежить від зовнішнього вигляду, особливих природних умов, тому необхідно використовувати методи математичної статистики, які забезпечують гарантований урожай. Для проектування систем зрошення зазвичай використовують режим зрошення сільськогосподарських культур, розрахований на посушливий рік при 75% забезпеченості (ДБН В.2.4-1-99).

Він має одну конкретну рекомендацію щодо режиму вирощування для сумісності, але є низка рекомендацій, які можуть допомогти вирішити це завдання. За цим дипломним проектом було відомо типових різниць метеорологічних факторів, використовуючи середньозначні дефіцитні водопостачання за кожен рік спостережень для вибраної сівозміни.

Вибір року для розрахунку захисту виріс не має однозначних вимог. Є кілька рекомендацій, як можна допомогти вирішити це харчування, зокрема

можна прискорити результати спостережень за кілька передніх років для вибраної сівозміни.

3.2. Визначення норм і строків поливу

У проектах передбачені терміни поливів, а також норм поливи та вирощування для шкірних культур, що входять до сумісності. Поливна норма призначається об'ємом води, необхідним для розведення одного гектара землі за годину одного поливу. Вимірюється вода в кубічних метрах на гектарі або в міліметрах водної кулі. Величина поливної норми зажила від фізіологічних органів влади ґрунту, довідці, культурі, а також за методом та технікою поливу. Розрахункове значення поливної норми, яке зазвичай є найбільшим, можна означати за формулою О.М. Костякова.

$$m = W_{HB} - W_{дон}, \quad (3.3)$$

$$\text{або } m = 10\gamma H(\beta_{HB} - \beta_{дон}), \quad (3.4)$$

де m – розрахункова поливна норма, мм;

W_{HB} – запаси вологи при найменшій вологості розрахункового шару ґрунту, мм;

$W_{дон}$ – допустимі або фактичні запаси вологи в тому ж шарі ґрунту, мм;

H – розрахункова глибина кореневмісного шару ґрунту, м;

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

β_{HB} та $\beta_{дон}$ – вологість ґрунту, що відповідає найменшій вологості та допустимому порогу висушування, %.

За цією формулою, поливну норму встановлюють, з умов доведення вологості в кореневмісному (активному) шарі ґрунту до найменшої вологості. Для кожної фенологічної фази розвитку прийнятих сільськогосподарських культур результати розрахунку наведені в табл. 3.1.

При поливі під час достроково необхідно враховувати інтенсивність та якість дощу, а також його здатність вбиратися у ґрунти. Для виділення достатньої норми поливу необхідно враховувати ерозійну допустимість.

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 _{НВ} , %	β _{доп}				m, м ³ /га
				% від НВ	%			
Ячмінь ярий								
- посів – сходи	1,17	0,5	25,9	75	19,4	379	300	
- кущіння	1,21	0,6	25,6	80	20,4	370		
- трубкування – колосіння	1,25	0,8	24,9	80	19,9	498		
- цвітіння – налив зерна	1,25	0,8	24,9	80	19,9	498		
- молочна стиглість	1,25	0,8	24,9	75	18,7	623		
Багаторічні трави:								
- відновлення вегетації	1,25	0,8	24,9	75	18,7	623	450	
- стеблуння – бутонізація	1,27	1,0	24,4	80	19,5	620		
- цвітіння	1,27	1,0	24,4	75	18,3	775		
Пшениця озима:								
- відновлення вегетації	1,21	0,6	25,6	75	19,1	463	300	
- трубкування – колосіння	1,25	0,8	24,9	80	19,9	498		
- цвітіння	1,25	0,8	24,9	75	18,7	623		
- молочна стиглість	1,25	0,8	24,9	75	18,7	623		
Буряки кормові:								
- посів – сходи	1,17	0,5	25,9	75	19,4	379	300	
- 2-4 дійсних листка	1,21	0,6	25,5	80	20,4	370		
- період посиленого росту листків	1,25	0,8	24,9	75	18,7	623		
- період наростання коренеплодів	1,25	0,8	24,9	75	18,7	623		
Кукурудза:								
- посів – сходи	1,17	0,5	25,9	75	19,4	379	300	
- 5-7 листків	1,23	0,7	25,2	80	20,2	434		
- викидання волоті	1,25	0,8	24,9	80	19,9	498		
- молочна стиглість	1,25	0,8	24,9	75	18,7	623		

Якщо технологічна норма перевищить достатню норму поливу, це може призвести до негативних середовищ.

Для поливу середньоструминними дощувальними машинами на ґрунтах можна прийняти орієнтовну поливну норму у розмірі 30 мм або 300 м³/га. Отримані поливні норми порівнюються із формулою О.М. Костякова та достатньої норми поливу (див. таблицю 3.1) та вибирається менше значення з точністю до ±5 мм або 50 м³/га. Якщо у вас є питання, поставте їх мені.

Для більшості культур, що входять до заданої сівозміни, поливні норми, необхідні за формулою О.М. Костякова (3.4) перевищують 300 м³/га. Тому для більшості культур у сівозміні рекомендується вегетативний полив об'ємом 300 м³/га. Однак для люцерни другого та середнього року зростання підвищено підвищений обсяг вегетативного поливу до 450 м³/га, тому що густий травостій та потужна коренева система цієї активності впливу на стік та водної ерозії. У цьому підвищена статева норма дозволяє зменшити кількість поливу за збереження постійної норми зрошення.

У задану сівозміну, вимагають поливних норм, що очікуються за формулою О.М. Костякова (3.4), понад 300 м³/га. Це означає, що для досягнення важливого рівня важливо використовувати вологозарядкові поливи з нормою 600 м³/га, які слід проводити в міжнародному масштабі по 300 м³/га щоразу. Термінів за інтегральними за інтегральними кривими дефіцитами водоспоживання, викидами від початкових запасів вологи в ґрунті та розрахунковими поливними нормами для характеру сільськогосподарських фенологічних фаз розвитку культур. Підсумкові норми розраховуються як сума поливних норм за весь вегетаційний період. У цій дипломній роботі передбачено термін та норми поливу розраховані на програми WATER для ПК, розробленої на кафедрі водогосподарської інженерії. Результати обчислені у додатку Б.

3.3. Обґрунтування способу і техніки поливу

Більшість культур, що входять у задану сівозміну, потребують поливних норм, що розраховуються за формулою О.М. Костякова та перевищують

300 м³/га. У зв'язку з цим, поливи, які спостерігаються з нормою 600 м³/га, є надмірними і необхідно зменшують їх обсяг. Останнім часом в Україні дедалі популярнішим стає використання дощувальних машин закордонного виробництва. Ці машини мають високий ступінь автоматизації та дбайливий полив, що зберігає структуру ґрунту та не ушкоджує навіть ніжні рослини на ранніх стадіях розвитку. Проект передбачає зрошення сівозміни дощувальними машинами Zimmatic (виробництва США). Компанія «Агроальянс» відповідає за постачання та сервісне обслуговування цієї техніки у Дніпропетровську та сусідніх областях. Якщо це доречно та актуально для теми, будь ласка, поставте мені питання, яке змусить мене замислитися.

На роботу поливних машин в Україні впливають різні кліматичні фактори, у тому числі ухил місцевості, інтенсивність випаровування, температура, вологість, швидкість та напрям вітру. Рівень зволоженості території визначається коефіцієнтом вологості ґрунту та дефіцитом водоспоживання сільськогосподарськими культурами D , який розраховується як різниця між сумарним випаром за вегетаційний період E та продуктивними атмосферними опадами μP .

Для забезпечення ефективного зрошення використовуваний метод та обладнання повинні забезпечувати глибину води, що дорівнює або перевищує дефіцит водоспоживання в піковий період зрошення, що виражається як $h \geq D$. Дощувальна машина Zimmatic задовольняє всі ці вимоги для цієї сівозміни, оскільки її витрата води пристосована до цього параметра. Вітрові умови також відіграють важливу роль у зрошенні, включаючи швидкість, частоту, тривалість та напрямок вітру. Максимальна швидкість вітру дощової машини середнього русла становить 8 м/с. Імовірність перевищення цієї швидкості для метеостанції у Павлоградському районі становить 11,4 %. Таким чином, цю машину можна використовувати для зрошення 88,6 % часу.

Ґрунтові фактори залежать від характеристик іригаційного обладнання, таких як гранулометричний склад, водоутримуюча здатність, водопроникність,

рівень засолення, товщина ґрунту та стійкість до водної ерозії. Оптимальні умови використання поливної техніки досягаються за дотримання балансу між швидкістю водопоглинання ґрунтом та інтенсивністю штучних дощів. Коефіцієнт поглинання ґрунту в орному шарі становить 1,29 мм/год, а в підґрунтовому шарі – 1,21 мм/год, що значно перевищує середню інтенсивність опадів поливних машин, що проектуються.

При виборі дощувальних машин необхідно встановити допустимий кут нахилу відповідно до технічних параметрів машини. При виборі методів зрошення та підборі поливної техніки необхідно вибрати можливість виникнення іригаційної ерозії. Під час дощування необхідно проводити мінімальні обсяги планувальних робіт. Допустимий кут нахилу поверхні землі, де спостерігаються поливні дощувальні машини Zimmatic, не повинен перевищувати 0,07. На всіх виділених ділянках цей кордон не виникає.

Для забезпечення якісного стану ґрунту та екологічного стану землі необхідно враховувати гідрогеологічні фактори, такі як глибина залягання та мінералізація ґрунтових вод, а також ступінь дренажу території. Для запобігання підвищенню рівня ґрунтових вод вище критичного проекту передбачено вибірко-вий балковий дренаж. Також важливими є біологічні фактори, такі як потреба в сільськогосподарських культурах у режимі вирощування та технології їх вирощування. Висота надземної частини рослин визначається механізацією поливу. Наприклад, водопровідна дощувальна машина Zimmatic розташована на фермерських прольотах на висоті 4 метри над рівнем землі, що дозволяє поливати будь-які польові культури, навіть такі як кукурудза.

3.4. Технічні характеристики дощувальних машин

Для зрошення запроектованого масиву передбачається застосування дощувальних машин Zimmatic виробництва США. Для поливу всієї сівозміни необхідно застосувати шість таких машин 3.2.

Необхідно підбирати відповідну довжину водопровідного трубопроводу, який від розмірів полів і може варіюватися від 315 до 517 метрів.

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики дощувальних машини, що застосовуються на запроєктованій зрошуваній ділянці

Показник	Одиниці виміру	Номер поля					
		1	2	3	4	5	6
Кількість самохідних візків	шт.	13	5	5	5	5	5
Довжина водопровідного трубопроводу	м	786	332	332	332	332	332
Витрата води, л/с	л/с	70	50	50	50	50	50
Необхідний напір води на гідранті	м	30	30	30	30	30	30
Середня інтенсивність дощу	мм/хв.	0,22	0,22	0,37	0,37	0,21	0,25
Максимальна площа поливу при роботі на одній позиції і при постійно включеному кінцевому апараті	га	97,0	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2

Дощувальні машини з двома позиціями виставлені на полях з видовою конфігурацією (номери 2, 3,4 та 5). Зрошувана площа поля розраховується як площа колу, що утворюється діаметром захвату дощувальної машини.

$$F = \frac{\pi(R + r)^2}{10000}, \quad (3.5)$$

де R – довжини зрошувального крила дощувальної машини, м;

r – радіус дії кінцевого апарату, м.

Кількість самохідних візків залежить від довжини зрошуваного крила, відстань між візками прийнята 60 м.

Витрата води розрахована виходячи з дефіциту водоспоживання сільськогосподарських культур і зрошуваної площі, яку обслуговує машина

$$Q_m = d_{max} \frac{F\beta}{86,4\beta_{доб}\gamma_l}, \quad (3.6)$$

де d_{max} – середньодобовий дефіцит водоспоживання, розрахований не менше ніж для двох суміжних декад пікового періоду найбільш вологолюбивої

сільськогосподарської культури сівозміни, м³/(га·доб). За результатами розрахунку режимів зрошення ця величина склала 54 м³/га/добу для люцерни минулих років перша декада липня;

F – зрошувана площа ділянки, що визначається довжиною машини, га;

$\beta_{доб}$ – коефіцієнт використання робочого часу доби, який прийнятий для дощувальних машин, що працюють на одній позиції 0,94, а які працюють на двох – 0,88, це залежить від втрат часу на переведення дощувальної машини з позиції на позицію ;

β – коефіцієнт, що враховує втрати води на випаровування в зоні дощової хмари при дощуванні. Для зрошуваної зони України втрати води на випаровування складають в середньому 10 % від поливної норми, тоді $\beta=1,1$;

γ – коефіцієнт, що враховує можливі втрати робочого часу за метеорологічними умовами.

Коефіцієнт γ визначається за формулою

$$\gamma_1 = \frac{100 - \alpha}{100}, \quad (3.7)$$

де α – тривалість періоду зі швидкістю вітру більше допустимої для даного типу дощувальної техніки, % від тривалості поливного періоду.

Для середньострумінних дощувальних машин допустима швидкість вітру складає 8 м/с (Мелиорация и водное хозяйство, 1990). Ймовірність перевищення швидкості вітру за вегетаційний період більше 8 м/с для степової зони в середньосухий рік складає 5,9 % (Справочник по клімату... 1967), тоді

$$\gamma_1 = \frac{100 - 5,9}{100} = 0,941.$$

Полив полів за допомогою дощувальної машини Zimmatic здійснюється в русі по колу з живленням від гідранта закритої зрошувальної мережі. Кожен ві-

зок рухається завдяки електродвигунам, розташованим по новому. Електричний струм до кожної машини подається на стаціонарній електричній мережі, що дозволяє знизити тиск на вході до 30 м. Для роботи кінцевого далекоструминного апарату використовується додатковий насос, установлений на кінцевій консолі.

Процес повністю автоматизований і дощувальна машина може працювати без участі оператора. Для скорочення витрат на придбання однієї машини на чотирьох полях передбачено роботу більш короткої модифікації на двох позиціях. Крім того, для ефективності поливу необхідно враховувати дальність польоту кінцевого апарату дощувальної машини.

3.5. Розрахунок продуктивності дощувальних машин

Для планування та завершення режиму вирощування можна вибрати різні інструменти та методи, тому, що я будую графік механічного поливи, визначаючи продуктивність дощувальної машини за рік, поливний сезон. Для розрахунку продуктивності дощувальної машини протягом основної години роботи можна перевірити за такою формулою (Доценко В.І., 2014)

$$F_{год} = \frac{3,6 \cdot Q_M}{m\beta}, \quad (3.8)$$

де Q_M – витрата води дощувальною машиною, л/с;

m – поливна норма, м³/га;

β – коефіцієнт, що враховує втрати води на випаровування під час поливу.

Основний нормативний час залежить від організаційно-технічних вимог і технології виконання поливу. При зрошенні коловими дощувальними машинами, що працюють на одній позиції, тривалість основного часу розраховують за формулою

$$T_0 = \frac{T_{зм} - (T_{пз} - T_{он})}{1 + \tau_{обс}}, \text{ год}, \quad (3.9)$$

при зрошенні коловими машинами, що працюють на двох позиціях

$$T_0 = \frac{T_{зм} - (T_{нз} - T_{он})}{1 + \tau_{дон} + \tau_{обс}}, \text{ год}, \quad (3.10)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, прийнята 8 год.;

$T_{нз}$ – тривалість початково-заклучних машин, для даного типу машин складає 0,5 год;

$T_{он}$ – час на особисті потреби та відпочинок виконавця, прийнята 30 хв. або 0,17 год;

$\tau_{дон}$ – коефіцієнт, який враховує додатковий час на перебазовування з позиції на позицію;

$\tau_{обс}$ – коефіцієнт, який враховує час на обслуговування дощувальної машини під час поливу, для даного типу машин складає 0,03;

Коефіцієнт, який враховує додатковий час на перебазовування дощувальної машини з позиції на позицію, розраховують за формулою

$$\tau_{дон} = \frac{600 \cdot Q \cdot t_{дон}}{m \cdot B_p l_n}, \quad (3.11)$$

де Q – витрата дощувальної машини, л/с;

m – поливна норма, м³/га,

B_p – ширина захвату дощем, м;

l_n – відстань між гідрантами, м

$t_{дон}$ – допоміжний час на перебазовування дощувальної машини з позиції на позицію, хв.

$$t_{дон} = t_{нлт} + t_{нлр} + t_{лр}, \quad (3.12)$$

де t_{nmm} – підготовка дощувальної машини до переведення дощувальної машини з робочого стану в транспортне положення (залежить від кількості візків);

t_{nmp} – підготовка дощувальної машини з транспортного положення в робоче;

t_{mp} – тривалість транспортування дощувальної машини з позиції на позицію (залежить від відстані між позиціями швидкості руху агрегату в транспортному положенні),

Коефіцієнт використання робочого часу зміни встановлюють із співвідношення

$$K_{зм} = \frac{T_0}{T_{зм}}. \quad (3.13)$$

Продуктивність дощувальної машини за зміну

$$F_{зм} = F_{год} \cdot t_{зм} \cdot k_{зм}, \quad (3.14)$$

Результати розрахунку елементів продуктивності дощувальних машин за полями сівозміни наведених.

Продуктивність дощувальної машини за добу

$$F_{зм} = F_{зм} \cdot n_{зм} \cdot \tau, \quad (3.15)$$

де $n_{зм}$ – кількість змін за добу. В даному проекті прийнята цілодобова робота дощувальних машин, тобто $n_{зм} = 3$ зміни.

τ – коефіцієнт, що характеризує можливі втрати робочого часу з причин, які не залежать від машини і не ввійшли до балансу часу зміни. Для умов роботи півдня України він в середньому складає 0,88.

Тривалість поливу для запроектованої ділянки при різних поливних нормах визначають за формулою

$$T = \frac{F \cdot m}{3,6 \cdot Q_m \cdot k_{zm} \beta}, \text{ год.} \quad (3.16)$$

де F – зрошувана площа поля, га;

Середня швидкість руху візків при відомій протяжності руху останнього візка (l_{oc}) і тривалості поливу (T) складе

$$v_{сер} = \frac{l_{oc}}{T}. \quad (3.17)$$

При зрошенні дощувальними машинами Zimmatic для видачі заданої поливної норми середня швидкість задається у відсотках від максимальної швидкості, яка для даного типу машин складає 111 м/год, або 1,65 м/хв. Результати розрахунку середньої швидкості руху візків запроєктованих дощувальних машин (Доценко В.І., 2014).

3.6. Графік поливу запроєктованої сівозміни

Для планування та здійснення режиму зрошення можна вибрати різні методи. Один з них – побудова графічного поливу, їх кількість протягом вегетаційного періоду та кількість води, яка може бути корисною. Спершу складувати неукомплектоване графічне поливання, а потім його укомплектувати під витрати дощувальних машин, як розміщені на окремих полях. Для будівництва неукомплектованого графічного поливу складається відомість

Тривалість поливу визначають за формулою

$$t = \frac{F m_{\delta p}}{3,6 Q_m \tau \beta_{zm}}, \quad (3.18)$$

де F – зрошувана площа поля, га;

$m_{\delta p}$ – поливна норма брутто, м³/га;

Q_m – витрата, прийнятої, дощувальної машини, л/с;

τ – тривалість поливу протягом доби, год. (при поливі широкозахватною дощувальною машиною Reinke полив, як правило, ведеться цілодобово тобто $\tau = 24$ год.);

β_{zm} – коефіцієнт, що враховує втрати робочого часу протягом доби (для дощувальних машин Zimmatic – $\beta_{zm} = 0,94$).

Поливну норму бруто визначають за формулою

$$m_{br} = \frac{m_{nm}}{\beta}, \quad (3.19)$$

де m_{nm} – поливна норма, нетто, м³/га;

β – коефіцієнт, який враховує втрати води на випаровування, для зрошуваної зони України $\beta = 1,1$.

Є багато методів для планування та виключення режимів відображення повних, з одних лише графічних поливів. Тривалісність поливи може бути округлена до цілої кількості днів, а також через дату поливу, що випадають, і тривалості поливу можна розрахувати по чату поливу. Однак, неукомплектований графічний полив, який ґрунтуватиметься на даних про поливання, не може бути відновлений використанням через розрив загальних витрат на полив, періоди завантаженості поливів та перерви у воді, що подаються. Це може призвести до значних невинуватених витрат на будівництво протягом тривалого часу та його експлуатації, випробувавши нерозрахункові трубопроводи, гідротехнічні споруди та насосні станції, бути розраховані на максимальну поливну витрату.

Для охоплення недоліків такого графіка необхідно його перебудувати, укомплектувавши таким чином, щоб значення осі було ординатним протягом усього періоду поливу було виявлено або близько до стійкого. При цьому вели-

чина гідромодуля по можливості не повинна перевищувати 0,7 л/(с*га), а максимальні витрати повинні спостерігатися не менше 10 днів.

Гідромодулем називають витрату, що необхідно подати на 1 га зрошуваного поля і визначають за формулою (Методичні вказівки..., 2010)

$$q = \frac{Q_{civ}^{max}}{F_{civ}}. \quad (3.20)$$

де Q_{civ}^{max} – максимальна витрата яку необхідно подати на сівозміну, л/с;

F_{civ} – зрошувана площа сівозміни, га.

4. ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ЗРОШУВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

4.1. Проектування конструкції зрошувальної мережі

Для поливу широкозахватними дощувальними машинами Zimmatic використовувала закриту систему поливу у вигляді трубопроводів. Вибір специфічних схем розміщення системи залежить від джерела водопостачання, параметрів рельєфу місцевості, машин та умов роботи. Закрита система поливу складається з магістральних, розподільчих та польових трубопроводів. Магістральний трубопровід переносить воду від джерела до поливної ділянки, споживаючи її між трубопроводами, що споживають. Розподільні трубопроводи направляють воду до польових трубопроводів із гідрантами, які витрачають воду на дощувальні машини (Рокочинський А.М., 2015).

У проекті не передбачено проектування магістрального трубопроводу, оскільки вода подається з каналу до існуючого регулюючого басейну, в якому знаходяться її залишки. Для забезпечення поливної системи передбачено лише один розподільчий трубопровід довжиною 3387 м. Потім вода розподіляється між поливними трубопроводами загальною довжиною 4415м. Діаметри труб підбираються залежно від необхідної витрати води різних ділянках. Застосування різних модифікацій дощувальної машини Zimmatic дозволяє зменшити напори в поливних трубопроводах, що дозволяє використовувати пластикові труби. Для кращого обслуговування трубопроводів вони, по можливості, прокладаються вздовж доріг та лісових смуг.

4.2. Гідралічний розрахунок закритої тупикової зрошувальної мережі

Для призначення витрат на трубопроводи в рамках цього дипломного проекту обирається кілька одночасно працюючих дощувальних машин, які встановлюються за графом поливів, а також витрати води машинами. Розрахунки проводяться з урахуванням технологічного поливу та забезпечення одночасної роботи з максимальною кількістю дощувальних машин на віддалених від водозабору ділянках. Усі розрахунки виконані на комп'ютері. Результати отримані у додатку Е та на рис. 4.1 (Методичні вказівки, 2016).



Рисунок 4.1 – План зрошувальної мережі

Витрати машини вказані відповідно до технічних вимог, як зазначено в табл. 3.2. Розетковий трубопровід повинен забезпечити проходження вити не більше ніж п'ять дощувальних машин.

Діаметр трубопроводів встановлюють виходячи із швидкостей руху води, втрат напору в трубопроводах. Повний напір насосної станції здійснюють через гідравлічний розрахунок зрошувальної мережі.

Як матеріал для трубопроводів прийняті пластмасові типу SDR 11 S5 ПЕ 100, що розраховували на максимальний тиск 1,6 МПа і SDR 11 S5 ПЕ 63, розраховані на максимальний тиск 1,0 МПа. Найвигідніші економічні діаметри трубопроводів (мм) можна визначити за формулою

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

де Q – витрати води в трубопроводі, м³/с;

v – оптимальна швидкість руху води, м/с.

Як правило, в пластмасових трубах швидкість води приймають рівною 1-2 м/с. В даному розрахунку приймаємо до 2 м/с, а за формулою діаметр округлено до більшого стандартного.

За стандартним діаметром труб і витратою уточнюють швидкість руху води за формулою

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

де d_{cm} – стандартний внутрішній діаметр трубопроводу, м.

Питомі втрати напору по довжині трубопроводу можна визначити за емпіричним рівнянням для пластмасових труб (Рокочинський А.М.)

$$i = 0,000685 \frac{v^{1,774}}{d^{1,226}}, \quad (4.3)$$

Тоді $h_l = l \cdot i$.

На подолання місцевих втрати напору опорів приймають як для гідравлічно довгих трубопроводів, тобто $h_m = 0,1 \cdot h_l$.

Загальні втрати напору в трубопроводі визначають як суму втрат по довжині та місцевих, тобто

$$h_w = h_l + h_m = 1,1 \cdot h_l. \quad (4.4)$$

Розрахунок робимо в два наближення. Перше наближення починають з кінцевих ділянок (гідрантів зрошувальної мережі).

Відмітки п'езометричної лінії останнього (кінцевого) гідранта польового трубопроводу визначають за формулою

$$\nabla_{плк} = \nabla_{нз} + h_0 + \Delta h_{маши} + \Delta h_{гидр}, \quad (4.5)$$

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

h_0 – необхідний вільний напір на гідранті, рівний робочому напору дощувальної машини, м;

$\Delta h_{маши}$ – втрати напору в машині за рахунок нерівностей поля, м;

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

Відмітка п'езометричної лінії в голові (початку) трубопроводу буде рівною відмітці п'езометричної лінії кінця ділянки додати загальні втрати напору в цьому трубопроводі

$$\nabla_{плт} = \nabla_{плк} + h_w. \quad (4.6)$$

Від одного вузла розгалуженого трубопроводу відходить кількість трубопроводів меншого діаметра, то відзначимо п'езометричну лінію для цього вузла, як найбільшу в голові цих трубопроводів. Розрахунок вів послідовно від початку до кінцевих гідрантів. Спочатку необхідно виконати визначення діаметра трубопроводів, а потім визначити калібрувальне значення поштою у всіх вимірюваннях, а інше виконати для визначення діаметра трубопроводів і вказати на зовнішній ділянці і в межах зроблювального вимірювання.

Повний напір насосної станції розраховують за формулою

$$H = \nabla_{пл.гол} - \nabla_{рвнс}, \quad (4.7)$$

де $\nabla_{пл.гол}$ – відмітка п'єзометричної лінії в голові магістрального трубопроводі (насосній станції), м;

$\nabla_{рвнс}$ – мінімальна відмітка рівня води в джерелі зрошення, в місці забору води насосною станцією, м.

Всі розрахунки наведені в додатку Е та рис 4.1.

В даному проекті потрібний напір насосної станції складе 55,74 м.

Потрібну потужність насосної станції можна визначити за формулою

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H \cdot 1,03}{1000 \cdot \eta_n \cdot \eta_{дв}}, \quad (4.8)$$

де ρ – густина води, $\rho = 1000$ кг/м³;

g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81$ м/с²;

Q – розрахункова витрата насосної станції, м³/с;

H – напір насосної станції, м;

η_n – ККД насоса,

$\eta_{дв}$ – ККД двигуна;

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

$$\text{Отже, } N = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 0,27 \cdot 55,74 \cdot 1,03}{1000 \cdot 0,84 \cdot 0,87} = 208 \text{ кВт}$$

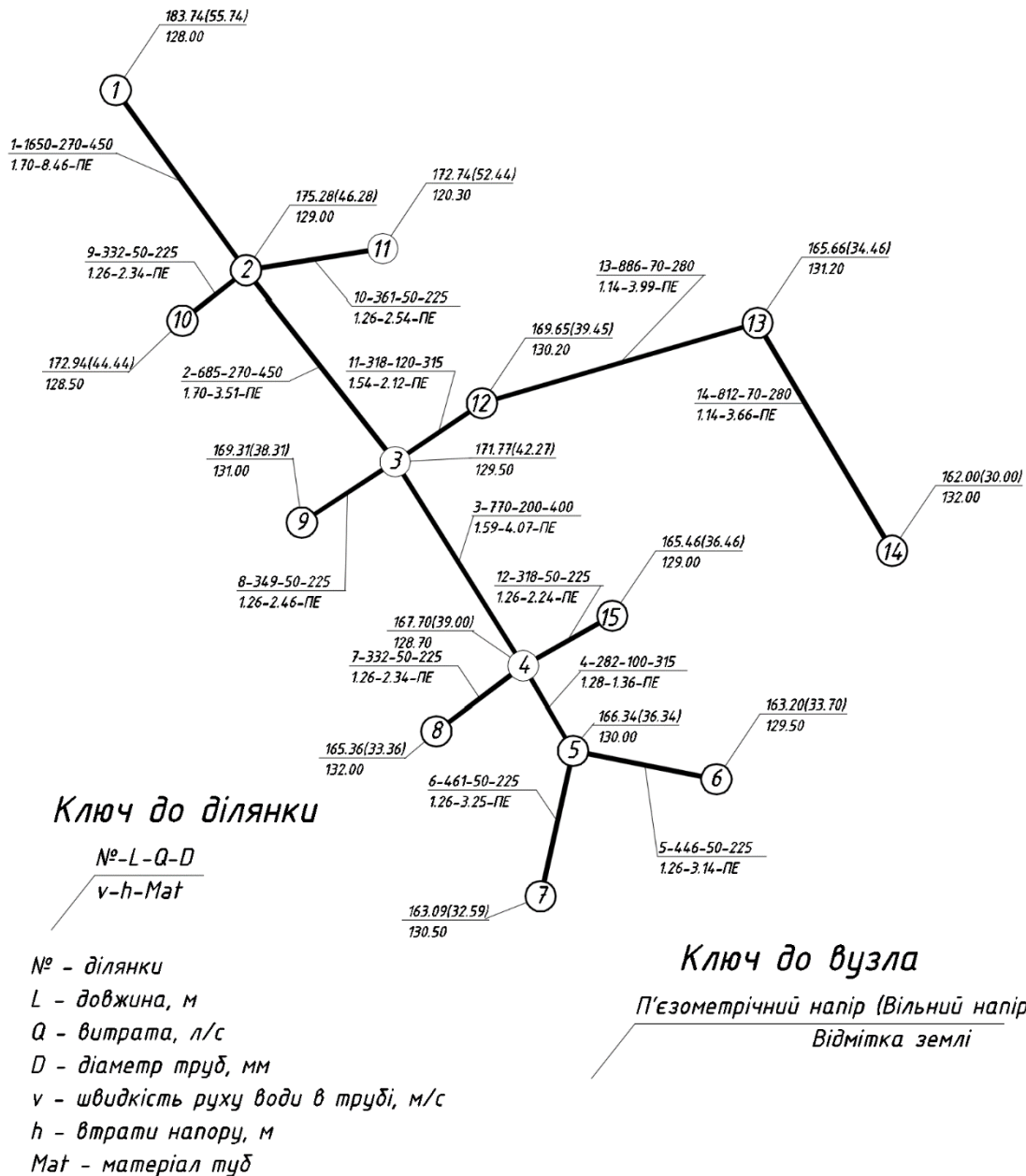


Рисунок 4.2 – Схема до гідравлічного розрахунку

4.3. Проектування поздовжніх профілів зрошувальних трубопроводів

Поздовжній профіль трубопроводу складають для (Рокочинський А.М., 2015):

- визначення відміток траншеї, верху та осі трубопроводів;
- встановлення об'ємів земляних робіт;

- встановлення місцезнаходження гідротехнічних споруд.

Підставою для складання креслень поздовжнього профілю є топографічний план в горизонталях або журнал нівелювання.

Поздовжнього профілю масштаб вибирають з врахуванням рельєфу місцевості та довжини запроектованої мережі. Масштаб горизонтальний приймають рівним масштабу топографічного плану. Горизонтальний масштаб для даної дипломної роботи прийнятий 1:10000, а вертикальний – 1:50. Масштаби горизонтальний та вертикальний поздовжнього профілю вказані сітчастої частини профілю над боковим.

Зображають поперечний переріз в неспотвореному масштабі, рівному вертикальному масштабу поздовжнього профілю. Поперечного перерізу масштаб вказують під його назвою. В даному випадку на аркуші 5 побудований поперечний переріз на ПК 4 в масштабі 1:50.

На креслені пікетаж поздовжнього профілю має відповідати пікетажу на плані. Поздовжній профіль зрошувальної мережі складають по ходу пікетажу зліва направо, від джерела води до кінцевих ділянок.

Розміри (лінійні) на поздовжніх та поперечних профілях проставляють в метрах, з точністю до двох знаків після коми. Поверхні землі відмітка, дна траншей, верху та осі трубопроводу дають на кожному пікеті і в характерних точках. Траншеї ширину по дну приймають від діаметра залежно запроектованого трубопроводу.

4.5. Проектування гідротехнічних споруд на зрошувальній мережі

Для забезпечення роботи закритої зрошувальної мережі необхідно передбачити спеціальні споруди на трубопроводах. Кожна із таких споруд складається із цілого ряду фасонних частин і арматури (Рокочинський А.М., 2015). На рис. 4.3 представлена деталювальна схема зрошувальної мережі.

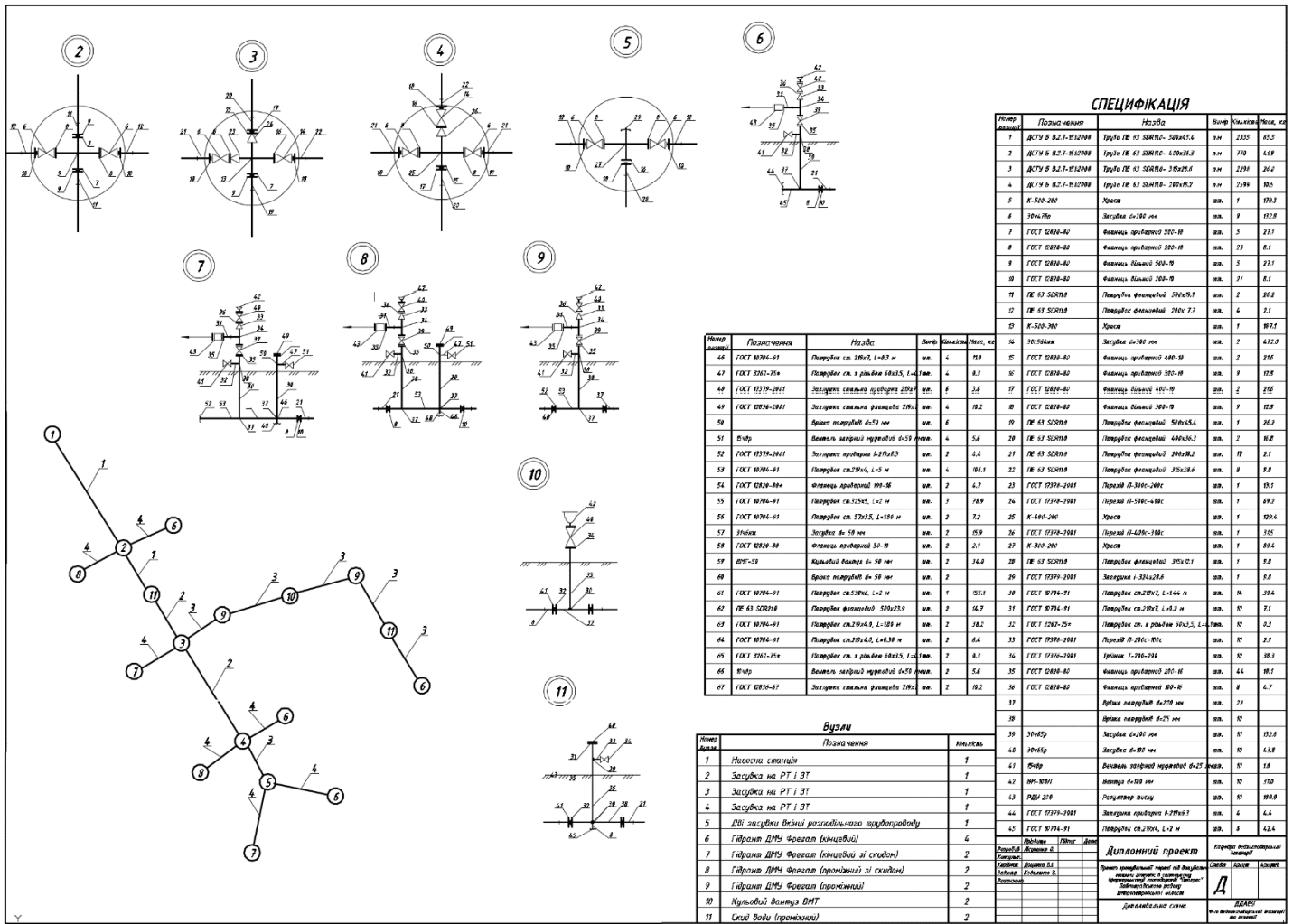


Рисунок 4.3 – Деталювальна схема зрошувальної мережі

1. Розподільні (оглядові) призначені колодязі для розподілу регулювання води між ланками окремими закритої зрошувальної стаціонарної мережі. Для цього в розподільних колодязях на початку польових та розподільних трубопроводів різного порядку, що відходять від трубопроводів старшого порядку, влаштовують засувки. В даному проекті передбачені розподільні колодязі на початку польових трубопроводів.

2. Призначені гідранти-водовипуски для виводу води із трубопроводів на рівень вище поверхні землі та подальшої її подачі до дощувальної машини. Відстань між ними і конструкція залежить від типу дощувальної машини. Для дощувальних машини Reinke колової дії застосовують вузли підключення, які

складаються із декількох споруд. В даному дипломному проекті передбачено 10 таких вузлів підключення.

3. Колодязі скидні призначені для звільнення закритої мережі на зимовий період і в разі ремонту. Скидається вода по спеціальному відгалуженню в трубопроводі в природні пониження місцевості, в колекторно-дренажну мережу або кювети доріг, так як спеціальної скидної мережі на зрошувальній системі з закритою мережею не передбачають. В проекті передбачено 7 таких колодязі. В більшості випадків вони суміщені з кінцевими гідрантами підключення з дощувальних машин.

4. Пристрої проти гідравлічного удару – призначені для зменшення сили або запобігання гідравлічного удару, що виникають при раптовому вимкненні насосів або припиненні електроструму. Гасники удару встановлюють на напірному трубопроводі зразу за зворотним клапаном, який захищає від гідравлічного удару насосну станцію та весь трубопровід.

5. Призначені вантузи для автоматичного відведення повітря з трубопроводу, яке накопичується в ньому. Встановлюють на підвищених місцях трубопроводу. В даній роботі передбачено 8 таких вантузи.

4.5. Проектування доріг та лісосмуг на масиві зрошення

На зрошуваних землях автомобільні дороги поділяють на міжгосподарські, внутрішньогосподарські, польові і експлуатаційні. В даній передбачаються тільки польові та експлуатаційні дороги (Методичні вказівки, 2016).

Польові дороги забезпечують під'їзд до кожного поля сівозміни і до найближчої міжгосподарської дороги. Як відмічено в правилах “Експлуатаційні дороги призначені для обслуговування, утримання і ремонту трубопроводів та споруд на меліоративній мережі. Можуть польові дороги бути постійними або тимчасовими. Роблять поперечний профіль їх одно або двоскатним з нахилом 3-5 %. Земляного полотна польових доріг приймають ширину 5 м. Для відводу

поверхневих вод з дорожнього полотна і запобігання затоплення доріг водами, що стікають із прилеглої території, влаштовують кювети. Проектують кювети трапецієподібного або трикутного перерізу з глибиною 0,3-0,6 м. Поздовжній похил доріг повинен бути не більше 9-10 %, але не менше 0,3 % (для забезпечення стоку води із кюветів). Перевищення земляного полотна над розрахунковим рівнем ґрунтових вод для слабозасолених ґрунтів повинен бути не менше 0,8-1,2 м”. В даному проекті передбачено 33,5 км польових доріг, при середній ширині дорожнього полотна 5 м вони складуть 16,8 га.

Обслуговування дощувальних машин передбачають тимчасові експлуатаційні дороги від польової до нерухомої опори. Ширину такої дороги приймають 3 м. Спеціального полотна не передбачають. Під час обробітку ґрунту їх можуть переорювати. В даному проекті передбачено 4,8 км, при ширині 3 м, площа їх складе 1,45 га.

На зрошуваних землях передбачають такі захисні лісні насадження: полезахисні, водоохоронні, ґрунтозахисні та озеленення (Методичні вказівки, 2016). Також в методичних вказівках відмічено, що “Полезахисні лісосмуги розміщують у двох перпендикулярних між собою напрямках:

- поздовжні (основні) —, які переважають в даній місцевості (що викликають суховії, пилові бурі, заметілі) поперек вітрів;
- поперечні (допоміжні) — розміщують перпендикулярно поздовжнім.

При території організації зрошуваних земель намагаються, щоб поля сівозміни і ділянки окремі поливні довшим боком поперек розташовувались напрямку переважаючих вітрів або з відхиленням від нього не більше 30°.

Полезахисних лісосмуг площа повинна складати не менше 4 % площі зрошування. Відстань між основними лісосмугами приймають 20-30 кратній висоті дерев, і вимог механізації поливу та обробітку ґрунту. Ця відстань становить 500-900 м. Відстань між поперечними лісосмугами становить 2000 м. Вздовж степових зрошуваних ділянок висаджують 7-10 рядів дерев. Відстань між рослинами в ряду 0,7-1,0 м, а між рядами — 2,5-3,0 м”.

В даному проекті нових лісосмуг не передбачається, так як їх в достатній кількості висаджено в попередні роки і вони досягли достатнього розміру для полезахисної дії.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Охорона праці

Охорона праці - це система заходів, спрямованих на захищеність безпеки та здоров'я працівників на робочому місці. Охорона праці включає в себе розробку та впровадження правил, норм, інструкцій з охорони праці, проведення навчання працівників, організація медичного обслуговування, контроль за дотриманням правил охорони праці та розслідування нещасних випадків на роботі. Метою охорони праці є запобігання травмам, професійним захворюванням та забезпечення оптимальних умов праці для здоров'я та безпеки працівників (Беликов А.С., 2015).

Потрібна для забезпечення безпеки та здоров'я працівників на робочому місці. Головною метою охорони праці та захисту від травм, професій з охорони праці та великою кількістю негативних наслідків, які можна знайти у результатах перевірки робіт. За додаткову охорону праці можна знизити ризик виникнення нещасних випадків на робочому місці, покращити якість роботи, збільшити продуктивність праці та знизити витрати на лікування травм та захворювань. Охорона праці є життєдайною складовою успішної діяльності будь-якої організації, яке прагне досягти високих результатів та забезпечити безпеку та здоров'я своїх працівників.

Основна мета охорони праці – забезпечення безпеки та здоров'я працюючих, попередження травм та захворювань, відповідно до вимог законодавства та стандартів охорони праці (СНиП 12-04-2002).

5.2 Шкідливі фактори при виконанні робіт працівником на полі

Працівники які працюють на полі, можуть стикатися з різними екологічними факторами, такими як:

1. Ультрафіолетова випромінювання: під роботи на відкритому сонці працівники можуть бути випромінювання ультрафіолетом, що можна порівняти до опіків, раку шкіри та інших захворювань.
2. Температурні умови: протягом літнього періоду працівники можуть стабілізуватися при перегріві та гіпертермії, а також за холодної погоди - із замороженим та обмороженим.
3. Хімічні засоби: працівники можуть закінчувати роботу з хімічними речовинами, такими як пестициди, які можуть преміювати вщент та інших забруднюючих речовин.
4. Травми - ймовірність отримання травми при роботі з важкими предметами та контакту з рухомими частинами машин
5. Фізичні призначення: робота на полі може бути пов'язана з важливими предметами, довгими стояннями та іншими фізичними навичками, що може призвести до травм та

5.3 Заходи захисту працівника при виконанні робіт на полі

Для захисту працівників на полі при краплинному зрошенні необхідно вживати наступні заходи охорони праці:

Згідно зі статтею 21 Закону України "Про охорону праці", роботодавець зобов'язаний забезпечувати безпеку та здоров'я працівників на роботі. Один зі способів забезпечення безпеки та здоров'я праці на робочому місці полягає в обов'язковому забезпеченні спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) для працівників, які працюють зі шкідливими та небезпечними умовами, забрудненнями або в несприятливих метеорологічних умо-

вах. Згідно з "Положенням про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту", роботодавець зобов'язаний забезпечити, безкоштовно, комплектування, видачу та утримання ЗІЗ відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці та колективного договору. Роботодавець несе повну відповідальність за своєчасне забезпечення працівників спецзасобами індивідуального захисту та дотримання вимог Положення.

Також в цьому положенні відмічено, що “..До спецодягу належать: костюми, куртки, комбінезони, халати, плащі, фартухи тощо. Основні вимоги, яким повинен відповідати спецодяг зводяться до наступного: забезпечувати необхідний захист від дії несприятливих чинників, бути зручним, не обмежувати рухових можливостей працівника. Відповідно до ГОСТ 12.4.103-83 спеціальний одяг залежно від захисних властивостей поділяється на групи (підгрупи), які мають наступні позначення: М – для захисту від механічних пошкоджень; З – від загальних виробничих забруднень; Т – від підвищеної чи пониженої температури; Р – від радіоактивних речовин; Е – від електричного струму, електричних і електромагнітних полів; П – від пилу; Я – від токсичних речовин; В – від води; К – від розчинів кислот; Щ – від лугів; О – від органічних розчинників; Н – від нафти, нафтопродуктів, мастил та жирів; Б – від шкідливих біологічних чинників”.

Виходячи із необхідних захисних властивостей, обираються матеріали для виготовлення спецодягу.

Спеціальне взуття:

а – чоботи комбіновані для захисту від механічних впливів та низьких температур; б – чоботи гумові; в – діелектричні боти; г – калоші; г – черевики шкіряні ВЗР для працівників заплених та вибухонебезпечних цехів; д – черевики для захисту від контакту з нагрітими поверхнями

Засоби захисту рук – різні види рукавиць та рукавичок, які використовуються для захисту від механічних впливів, підвищених та знижених температур,

кислот і лугів, нафти і нафтопродуктів, вібрації, електричної напруги (діелектричні). Їх виготовляють з бавовни, льону, шкіри, шкірозамінника, гуми, азбесту, полімерів та ін. З13 рук за захисними властивостями класифікуються відповідно до єдиної класифікації (ГОСТ 12.4.103-83) аналогічно спецодягу та спецвзуттю.

Засоби захисту рук: а, б, в – рукавиці спеціальні (тип А, Б, В); г – рукавиці хутрянні (тип В); г – рукавиці зимові тканинні двопальцеві; д – рукавички п'ятипальцеві тканинні

Виявлення професійних захворювань, що виникають в результаті роботи з системами краплинного зрошення.

- Проведення інструктажу та навчання працівників з правил охорони праці на полях з системами краплинного зрошення.
- Регулярне обслуговування і ремонт машин та устаткування з метою запобігання несправностям та виникненню травм.
- Встановлення постійного контролю та стеження за рівнем вологості, яка може бути небезпечною для здоров'я працівників.

За дотримання правил та норм охорони праці на полях з системами краплинного зрошення знижується ризик виникнення травм, професійних захворювань та інших шкідливих наслідків для здоров'я працівників.

5.4 Інструктаж для працівників при виконанні робіт на полі

Інструктаж з охорони праці є важливим елементом безпеки та здоров'я працівників, що працюють на полі, де застосовуються системи краплинного зрошення. Основні пункти, які має включати інструктаж, включають:

- Загальна інформація про систему краплинного зрошення, її складові та принцип дії.

- Правила поведінки на полі, де використовуються системи краплинного зрошення.
- Правила користування захисним одягом та засобами індивідуального захисту.
- Правила зберігання та транспортування хімічних засобів та палива.
- Правила безпеки і дотримання правил експлуатації машин та обладнання.
- Порядок повідомлення про нещасні випадки, травми чи аварійні ситуації.
- Правила безпеки при роботі під час сильної спеки, охолодження і гігієна на полі.
- Виконання інструкцій та правил для конкретних видів робіт, що виконуються на полях із системами краплинного зрошення.

6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ ДІЛЯНКИ ЗРОШЕННЯ

В процесі проектування використовується велика кількість техніко-економічних показників, що відносяться до окремих елементів проекту (окрема споруда, канал, господарство, відділення, сівозмінна ділянка, культура та ін.). Ці показники в більшості випадків використовуються для проектних розрахунків, в тому числі при виборі варіантів технічних і організаційних рішень.

Проектні показники підбирають у відповідності з особливостями вирішення задач, конкретними умовами будівництва і наступної експлуатації системи, а також в залежності від використання меліорованих земель.

Основна мета цих показників є в тому, що в багатьох цифрах дається достатній матеріал для оцінки загальної і порівняльної економічної ефективності меліоративного будівництва та інших заходів. До складу основних показників включають тільки найбільш характерні і узагальнені дані по кожній із основних груп техніко-економічних показників.

1. Вартість валової продукції на 1 га (брутто) до і після проведення меліоративних робіт, що передбачені проектом.
2. Капітальні вкладення по меліоративному будівництву на 1 га меліорованої площі.
3. Питомий розмір щорічних меліоративних витрат на експлуатацію системи на 1 га.
4. Собівартість 1 м^3 зрошувальної води.
5. Рентабельність сільськогосподарського виробництва на меліорованій площі.

6. Питомий розмір додаткового чистого доходу на 1 га нетто.
7. Основний строк окупності капітальних вкладень в меліорацію.

6.1 Розрахунок вартості валової продукції

Вартість валової продукції до і після будівництва зрошувальної системи на запроєктованій ділянці зведена в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – 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 з підсівом люцерни	97,0	20	1940	250	485000
Люцерна 2-го року (сіно)	69,2	80	5536	150	830400
Люцерна 3-го року (сіно)	69,2	70	4844	150	726600
Пшениця озима (зерно)	69,2	30	2076	800	1660800
Кукурудза на з/к (пожнивно)	69,2	-	-	50	-
Кукурудза на зерно	69,2	40	2768	300	830400
Буряки кормові	69,2	150	10380	50	519000
Всього	512,2				5 052 200
Після проведення меліоративних заходів (після зрошення)					
Ячмінь ярий з підсівом люцерни	97,0	50	4850	250	1212500
Люцерна 2-го року (сіно)	69,2	150	10380	150	1557000
Люцерна 3-го року (сіно)	69,2	150	10380	150	1557000
Пшениця озима (зерно)	69,2	75	5190	800	4152000
Кукурудза на з/к (пожнивно)	69,2	250	17300	50	865000
Кукурудза на зерно	69,2	100	6920	300	2076000
Буряки кормові	69,2	400	27680	50	1384000
Всього	512,2				12 803 500

Вартість валової продукції до зрошення на запроєктованій ділянці складає в середньому 5,05 млн. грн., після зрошення вона повинна збільшитись до 12,8 млн. грн. Різниця складає 7,75 млн. грн..

Питома вартість валової продукції складе:

$$\text{➤ без зрошення } \frac{5052200}{446} = 11,3 \text{ тис. грн./га;}$$

➤ зі зрошенням $\frac{12803500}{446} = 28,7$ тис. грн./га.

Капітальні вкладення по меліоративному будівництву згідно складених кошторисів (п.6.6) будуть 5,18 млн. грн., або $\frac{5180293}{446} = 11,6$ тис. грн./га.

Щорічні меліоративні витрати на експлуатацію розраховують за формулою

$$I = A + Tr + Zn + Эл + Оч + Иа.г.ін, \quad (6.1)$$

де A – амортизаційні відрахування від вартості капітальних вкладень на будівництво, (при амортизаційних відрахуванням 10 % $I=0,1 \cdot 5180293=518$ тис.грн.);

Tr – затрати на потічний ремонт основних засобів, грн.(при нормі затрат на поточний ремонт 5 % $Tr=259,0$ тис. грн.);

Zn – заробітна платня обслуговуючого персоналу (для запроєктованого зрошення потрібно 5 операторів дощувальних машин «Zimmatic» і 1 інженер-гідротехнік, при щомісячній зарплатні операторів 7000 грн. і 6 місяцях роботи $5 \times 7000 \times 6=210000$ грн.; при щомісячній зарплатні 9000 грн. і цілорічній роботі інженера-гідротехніка його заробітна платня складе $9000 \times 12=108000$ грн., тоді загальні затрати на заробітну платню складуть $Zn=210000+108000=318000$ грн. Нарахування на ФОП (22 %) – $318000 \cdot 22\% =69960$ грн. ФОП – $318000 + 69960 = 387960$ грн.);

$Оч$ – витрати на очистку системи від наносів і рослинності (для систем із закритою зрошувальною мережею $Оч=0$);

$Иа.г.ін$ – адміністративно-господарські та інші витрати (приймають в розмірі 25-30 % від суми зарплатні, в даному випадку 79500 грн.);

$Эл$ – вартість спожитої електроенергії розраховують за формулою

$$Эл = n \cdot M \cdot H \cdot t \cdot F / 10000, \quad (9.2)$$

де n – ціна 1 кВт·год. електроенергії, грн. (в середньому $n=1,68$ грн.);

M – середньозважена зрошувальна норма (2830 м³/га, п. 3.6.);

H – напір насосної станції (55,74 м, п. 4.2.);

t – тривалість роботи насосної станції (загальне водоспоживання зрошуваного масиву складе $2830 \cdot 446 = 1262180 \text{ м}^3$. При продуктивності насосної станції 972 м³/год., загальна тривалість роботи насосної станції за сезон складе 1298 год., п. 3.6.)

F – зрошувана площа ($F = 512,2$ га).

Тоді $\mathcal{E}л = 1,68 \cdot 2830 \cdot 55 \cdot 1298 \cdot 446 / 10000 = 15143$ тис. грн.

Отже $И = 518,0 + 259 + 388 + 80 + 15143 = 16388$ тис. грн.

Питомий розмір щорічних меліоративних витрат на експлуатацію системи $\frac{16388}{446} = 36,74$ тис. грн./га.

6.2 Затрати на будівництво і експлуатацію зрошувальної системи

Сумарні витрати складаються із меліоративних і сільськогосподарських витрат. Сільськогосподарські витрати складаються із затрат на обробіток ґрунту, сівбу, внесення органічних і мінеральних добрив, обробку рослин проти шкідників і хвороб, боротьбу з бур'янами, збирання врожаю.

Розрахунок сільськогосподарських витрат наведений в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Результати розрахунку щорічних сільськогосподарських витрат на зрошуваний масив

Сільськогосподарська культура	Площа, га	Без зрошення		Зі зрошенням	
		питомі витрати, грн.	всього, грн.	питомі витрати, грн.	всього, грн.
Ячмінь ярий з підсівом люцерни	97,0	5900	572300	7580	735260
Люцерна 2-го року (сіно)	69,2	5080	351536	7090	490628
Люцерна 3-го року (сіно)	69,2	5080	351536	7090	490628
Пшениця озима (зерно)	69,2	6850	474020	7960	550832
Кукурудза на з/к (пожнивно)	69,2	-	0	9250	640100
Кукурудза на зерно	69,2	5600	387520	8450	584740
Буряки кормові	69,2	12500	865000	24320	1682944
Разом			3 866 912		5 175 132

Сільськогосподарські витрати для запроектованого зрошуваного масиву складуть 3,87 млн. грн., без зрошення ці витрати склали б 5,18 млн. грн. Питомі сільськогосподарські витрати відповідно складають:

- без зрошення 8,67 тис. грн./га;
- зі зрошенням 11,6 тис. грн./га.

Сумарні витрати без зрошення складуть тільки сільськогосподарські витрати 3867 тис. грн.

Сумарні витрати при зрошенні складають із сільськогосподарських і меліоративних, тобто $24073 + 5175 = 29\ 248$ тис. грн.

6.3 Прибуток і ефективність від зрошення

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

- для випадку без зрошення $ЧП = 5052200 - 3866912 = 1185288$ грн.;
- для випадку зі зрошенням $ЧП = 12803500 - 1638800 = 11164700$ грн.

Додатковий чистий прибуток $ДЧП = 11164700 - 1185288 = 997941$ грн.

Собівартість 1 м³ зрошувальної води $\frac{16388}{1262} = 29,2$ грн./м³.

Рентабельність сільськогосподарського виробництва на меліорованих землях (відсоток прибутковості виробництва) відповідає відношенню суми чистого прибутку після проведення меліорації до суми витрат, помноженому на

100. В даному випадку $\frac{997941}{1280350} \cdot 100 = 77,9$ %.

Строк окупності капітальних затрат (повернення одночасних вкладень)

$$T = \frac{K}{ДЧД} = \frac{5180293}{997941} = 5,19 \text{ років.}$$

Результати розрахунку зведені в табл.6.3.

Таблиця 6.3 – Основні техніко-економічні показники проекту

Показник	Без зрошення	Зі зрошенням
Вартість валової продукції, млн. грн.	5,052	12,803
Питома вартість валової продукції, тис. грн./га	11,3	28,7
Капітальні вкладення по меліоративному будівництву, млн. грн.	–	5,18
Питомі капітальні вкладення, тис. грн./га	–	11,6
Щорічні меліоративні витрати на експлуатацію, млн. грн..	–	16,4
Питомі щорічні меліоративні витрати, тис. грн./га	–	36,7
Сільськогосподарські витрати, млн. грн.	3,87	5,18
Питомі сільськогосподарські витрати, тис. грн./га	8,67	11,6
Сумарні витрати, млн. грн.	3,87	48,3
Чистий прибуток, тис. грн.	1185	11164
Додатковий чистий прибуток, тис. грн.	–	998
Собівартість 1 м ³ зрошувальної води, грн./м ³	–	29,2
Рентабельність сільськогосподарського виробництва на меліорованих землях, %	–	77,9
Строк окупності капітальних затрат, років	–	5,19

ВИСНОВОК

В ході виконання випускної роботи з проектування зрошувальної мережі в фермерському господарстві «Прогрес» Павлоградського району Дніпропетровської області були виконані такі завдання:

1. Проведений аналіз природних умов району проектування. На основі якого встановлена необхідність здійснення зрошення для підвищення врожайності і якості вирощуваних сільськогосподарських культур.
2. На основі аналізу виробничої діяльності господарства була підібрана оптимальна сівозміна, яка включає: ячмінь ярий з підсівом люцерни, люцерна 2 року, люцерна 3 року, пшениця озима + кукурудза на зелений корм, буряки кормові, кукурудза на зелений корм.
3. На підставі характеристики кліматичних умов району проектування і біологічних особливостей вирощуваних культур розрахований режим зрошення запроєктованої сівозміни під середньо сухий рік 75 %-ї забезпеченості. Середньовиважена зрошувальна норма склала 2830 м³/га. Поливні норми прийняті для більшості культур 400 м³/га а для люцерни 600 м³/га.
4. При складанні не укомплектованого графіка поливів максимальна витрата склала 470 л/с при укомплектуванні вона скоротилась до 270 л/с.
5. Для подачі зрошувальної води до дощувальних машин запроєктована зрошувальна мережа з поліетиленових труб діаметром від 250 мм до 450 мм. Загальна довжина трубопроводів склала 16 544 м. Вартість труб склала 51,802 млн. грн.

6. Для підключення дощувальних машин запроектовано 10 гідрантів, з них 4 зі скидом і 6 з вантузами. Крім того запроектовано 4 проміжних вантузи і 2 скидних споруди.

Для безпечної роботи над проектом були передбачені такі заходи запобігання впливу ультрафіолетова випромінювання: під роботи на відкритому сонці працівники можуть бути випромінювання ультрафіолетом, що можна порівняти до опіків, раку шкіри та інших захворювань.

Температурні умови: протягом літнього періоду працівники можуть стабілізуватися при перегріві та гіпертермії, а також за холодної погоди - із замороженим та обмороженим.

Хімічні засоби: працівники можуть закінчувати роботу з хімічними речовинами, такими як пестициди, які можуть преміювати вщент та інших забруднюючих речовин.

Травми - ймовірність отримання травми при роботі з важкими предметами та контакту з рухомими частинами машин

Фізичні призначення: робота на полі може бути пов'язана з важливими предметами, довгими стояннями та іншими фізичними навичками, що може призвести до травм та захворювань опорно-рухової системи.

7. При розрахунку економічної ефективності проекту встановлено економічна ефективність проекту ділянки зрошення. При цьому встановлені вартість валової продукції без зрошення складуть 5,052 млн. грн., а зі зрошенням – 12,8 млн. грн./га, щорічні меліоративні витрати 16,4 млн. грн., сільськогосподарські витрати – 5,15 млн. грн., сумарні витрати на виробництво продукції 48,3 млн. грн., чистий прибуток 11,1 млн. грн., а додатковий чистий прибуток – 998 тис. грн., собівартість 1 м³ води – 29,2 грн., рівень рентабельності сільськогосподарського виробництва – 77,9 %, строк окупності капітальних затрат – 5,19 роки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Атлас почв Украинской ССР / Крупский Н.К., Полупан Н.И. – К.: Урожай. – 1979. – 159 с.
2. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство. СНиП 12-04-2002. (Электронный ресурс). base.safework.ru
3. Беликов А.С., Карпенко Г.Г., Мацяко В.В., Пушкин Л.П., Стаценко Ю.Ф., Кирнос Е.А., Андреева А.В., Зибров И.Ф. / Безопасность жизнедеятельности / Под ред. А.С. Беликова. – Днепропетровск: ФООП Середняк Т.К., 2015. – 636 с.
4. Богомаз М.С. Річка називається... / М.С. Богомаз. – Дніпропетровськ, ЗАТ Видавництво Поліграфіст, 1998. – 78 с.
5. Воронин Н.Г. Орошаемое земледелие / Н.Г. Воронин. – М.: Агропромиздат. – 1989. – 334 с.
6. Географічна енциклопедія України: В 3-х т. / Маринич О.М. та ін. – К.: Українська Радянська Енциклопедія ім. Бажана
7. ГОСТ 21.101-79. Основные требования к рабочим чертежам. – М.: Госстандарт 1978. – 125 с.
8. ДБН А.2.2-1-2003. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. – К.: Держбуд України, 2004. – 21с.
9. ДБН В.2.4-1-99 Меліоративні системи та споруди. – К.: Держбуд України, 2000. – 180 с.
10. ДБН Д.2.2.-1-99. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 1. Земляні роботи. К.: Видавництво ЦМВБНВО «Созидатель» – 2000. – 89с.
11. Дніпро – Донбас канал. Енциклопедія сучасної України (Електронний ресурс) http://esu.com.ua/search_articles.php?id=22229
12. Доценко В.І. Зрошення сільськогосподарських культур способом дощування: навчальний посібник / В.І. Доценко, В.В. Морозов, Д.М. Онопрієнко. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2014. – 448 с.
13. Доценко В.І. Розрахунок і проектування дренажу на зрошувальних системах: навчальний посібник / В.І. Доценко, В.В. Коваленко, Л.М. Рудаков, Т.І. Ткачук. – Дніпро: ДДАЕУ, Акцент ПП, 2018. – 235 с.
14. Інструкція з іригаційної оцінки якості природних вод України, КДІ 0497055-01-92. Держводгосп України, Українська академія аграрних наук, Український науково-дослідний інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. О.Н.Соколовського: Введ.18.03.92. – Харків. – 1992. – 25 с.
15. Інструкція з охорони праці під час виконання земляних робіт (електронний ресурс) <http://trudova-ohrana.ru/primery-dokumentov/prikladi-nstrukcj-z-ohoroni-prac-ukrankskoju/4224-nstrukcja-z-ohoroni-prac-pd-chas-vikonannja-zemljanih-robt.html>
16. Інструкція з охорони праці для монтажника зовнішніх трубопроводів (електронний ресурс) <http://trudova-ohrana.ru/primery-dokumentov/prikladi-nstrukcj-z-ohoroni-prac-ukrankskoju/4162-nstrukcja-z-ohoroni-prac-dlja-montazhnika-zovnshnh-truboprovodv.html>
17. Канал Дніпро – Донбас (електронний ресурс) https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB_%D0%94%D0%BD%D1%96%D0%B

18. Колесников В.В., Морозов В.В. Проектирование закрытого горизонтального систематического дренажа на орошаемых землях: Учебное пособие / Херсон: Херсонский с.-х. ин-т., 1994. – 83 с.
19. Мелиорация и водное хозяйство. 6. Орошение: Справочник / Под ред. Б.Чумакова. – М.: Агропромиздат, 1990. – 415 с.
20. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з розрахунку режиму зрошення сільськогосподарських культур / Дніпропетровськ: ДДАУ, 2010. – 92 с.
21. Методичні вказівки до виконання курсового проекту із сільськогосподарських гідротехнічних меліорацій. / Дніпропетровськ: ДДАУ, 2016. – 89с.
22. Охрана праці в будівництві: Навч. посібник / Г.М. Крикунов, П.Т. Резніченко.-К.: ІСДО, 1994.-272с.
23. Рокочинський А.М. Проектування закритих зрошувальних систем: Навчальний посібник / А.М. Рокочинський, Ю.І. Гринь, В.І. Доценко, П.І. Мендусь, В.В. Коваленко, С.М. Кропивко, Л.М. Рудаков, А.В. Ткачук // За ред. проф. А.М. Рокочинського та проф. Ю.І. Гриня. – Рівне:НУВГП – Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2015. – 374 с.
24. Расчет заземления и сопротивления заземлителя. (електронний ресурс) <https://ibud.ua/ua/statya/raschet-zazemleniya-i-soprotivleniya-zazemlitya-100856>
25. Ромашенко М.І., Балюк С.А. Зрошення земель в Україні. Стан та шлях поліпшення. - К.: Видавництво Світ, 2000. – 114 с.
26. Руководство по определению расчетных концентраций минеральных, органических веществ в дренажном и поверхностном стоке с мелиорируемых земель ВТР – П – 30 – 81. – М.: Министерство мелиорации и водного хозяйства, 1981. – 42с.
27. Справочник по климату СССР, вып. 10, ч. II. Температура воздуха и почвы. – Л.: Гидрометеиздат., 1967. – 607 с.
28. Справочник по климату СССР, вып. 10, ч. IV. Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 696 с.
29. Справочник по климату СССР, вып. 10, ч. III Ветер. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 1003 с.
30. Ушкаренко В.О. Зрошуване землеробство. – К.: Урожай, 1994. – 328 с.
31. Фурман И.В. Безопасность труда при эксплуатации гидромелиоративных систем: Справочник. – М.: Колос, 1982. – 188 с.
32. Чиркова Ю.А., Каленюк С.М., Жовтоног И.С., Козишкурт Н.Е. Способы рассоления орошаемых земель. – К.: Урожай, 1990. – 104 с.

ДОДАТКИ

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

Задіяно в розрахунку 6 культур

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

Дефіцит водоспоживання культур за багаторічний період

Рік	k1	k2	k3	k4	k5	k6	Сер.
1946	374	512	195	137	315	236	381
1947	308	451	198	76	270	210	327
1948	272	452	208	166	228	147	321
1949	374	489	230	247	279	144	375
1950	332	457	241	125	232	178	337
1951	427	523	184	185	338	258	406
1952	362	516	236	234	284	228	396
1953	386	502	106	237	370	273	396
1954	431	592	210	235	336	229	438
1955	358	481	143	213	344	279	383
1956	212	338	206	66	157	107	238
1957	393	564	210	179	345	264	420
1958	200	273	65	131	203	140	214
1959	430	568	213	163	380	321	440
1960	253	367	205	36	231	184	274
1961	323	433	42	238	333	252	342
1962	449	595	240	182	379	282	453
1963	392	539	206	252	305	215	408
1964	258	353	166	88	186	118	254
1965	310	406	135	203	299	202	326
1966	537	641	156	375	398	175	487
1967	436	575	223	226	368	251	442
1968	462	632	284	160	431	303	484
1969	229	343	179	120	169	112	249
1970	336	443	154	124	246	188	322
1971	270	400	211	124	250	177	305
1972	452	584	220	218	383	259	450
1973	130	221	111	62	88	40	145
1974	188	306	107	164	183	136	232
1975	405	552	193	224	377	260	427
1976	25	113	97		15	8	62
1977	24	87	118	15			55
1978	75	131	56	49	88	60	98
1979	365	459	197	90	328	263	360
1980	133	202	36	87	169	136	161
1981	363	471	187	138	335	270	373
1982	175	254	132	112	168	122	203
1983	359	474	195	177	317	207	367
1984	215	359	204	87	208	133	261
1985	186	280	172	127	154	74	212
1986	347	487	172	212	313	183	367
1987	185	261	113	111	167	103	200

Продовження додатку А

1988	71	195	119	55	44	17	116
1989	177	264	144	102	130	103	197
1990	183	313	129	92	154	111	216
1991	275	418	147	172	250	183	311
1992	191	341	152	178	200	155	259
1993	180	259	140	51	159	126	196
1994	320	461	104	235	291	171	340
1995	338	458	226	99	287	223	348
1996	313	414	158	102	275	190	311
1997	66	151	127	30	6		88
1998	408	546	212	242	345	226	421
1999	373	492	142	153	313	233	366
2000	248	395	180	134	186	141	280
2001	222	350	98	222	205	138	264
2002	323	443	195	110	254	169	323
2003	216	361	272	100	181	94	264
2004	44	114	109	2	7		65
2005	277	425	191	216	223	95	308
2006	247	383	134	128	238	194	285
2007	345	499	235	149	289	204	370
2008	298	396	98	215	286	192	314
2009	316	471	223	102	272	218	345
2010	338	475	162	274	257	132	352

Додаток Б

Вибір року			
№	Год	SD, мм	p, %
1	2011	0	1.4
2	2012	0	2.9
3	2013	0	4.3
4	1977	55	5.8
5	1976	62	7.2
6	2004	65	8.7
7	1997	88	10.1
8	1978	98	11.6
9	1988	116	13.0
10	1973	145	14.5
11	1980	161	15.9
12	1993	196	17.4
13	1989	197	18.8
14	1987	200	20.3
15	1982	203	21.7
16	1985	212	23.2
17	1958	214	24.6
18	1990	216	26.1
19	1974	232	27.5
20	1956	238	29.0
21	1969	249	30.4
22	1964	254	31.9
23	1992	259	33.3
24	1984	261	34.8
25	2001	264	36.2
26	2003	264	37.7
27	1960	274	39.1
28	2000	280	40.6
29	2006	285	42.0
30	1971	305	43.5
31	2005	308	44.9
32	1991	311	46.4
33	1996	311	47.8
34	2008	314	49.3
35	1948	321	50.7
36	1970	322	52.2
37	2002	323	53.6
38	1965	326	55.1
39	1947	327	56.5
40	1950	337	58.0
41	1994	340	59.4
42	1961	342	60.9
43	2009	345	62.3
44	1995	348	63.8
45	2010	352	65.2
46	1979	360	66.7
47	1999	366	68.1
48	1983	367	69.6
49	1986	367	71.0
50	2007	370	72.5
51	1981	373	73.9
52	1949	375	75.4
53	1946	381	76.8
54	1955	383	78.3
55	1952	396	79.7

Продовження додатку Б

56	1953	396	81.2
57	1951	406	82.6
58	1963	408	84.1
59	1957	420	85.5
60	1998	421	87.0
61	1975	427	88.4
62	1954	438	89.9
63	1959	440	91.3
64	1967	442	92.8
65	1972	450	94.2
66	1962	453	95.7
67	1968	484	97.1
68	1966	487	98.6

Всього спостереження проведені за 68 років

МЕТЕОРОЛОГІЧНІ ДАНІ РОКУ-МОДЕЛІ

Розрахунок ведеться за дефіцитами водоспоживання

Найближча метеостанція - Губиниха

Ймовірносна забезпеченість розрахункового року - 75 %

Вибрані роки

1955

1946

1949

1981

2007

Декада	h, мм	d, мб	t, *С	b	км
1 березень	15.6	0.9	-1.3	0.95	1.00
2 березень	9.8	1.1	0.0	1.00	1.00
3 березень	4.4	2.7	4.5	1.05	1.00
1 квітень	9.9	3.2	5.0	1.09	1.00
2 квітень	11.4	3.8	6.1	1.13	1.00
3 квітень	12.1	5.0	10.0	1.18	0.99
1 травень	9.1	7.5	13.7	1.23	0.97
2 травень	3.0	11.8	18.0	1.26	0.95
3 травень	21.8	10.9	18.9	1.30	0.94
1 червень	14.5	11.1	19.9	1.32	0.94
2 червень	4.7	9.9	19.8	1.33	0.93
3 червень	24.8	11.2	21.4	1.33	0.92
1 липень	15.5	10.7	20.9	1.32	0.91
2 липень	20.7	12.5	22.3	1.30	0.91
3 липень	15.3	13.0	22.6	1.29	0.91
1 серпень	13.7	11.0	21.3	1.24	0.90
2 серпень	7.3	14.0	23.4	1.20	0.90
3 серпень	21.4	12.0	20.6	1.15	0.90
1 вересень	12.8	8.5	18.4	1.11	0.92
2 вересень	7.1	8.5	15.6	1.06	0.93
3 вересень	4.8	5.7	13.4	1.01	0.94
1 жовтень	21.0	4.0	11.0	0.97	0.98
2 жовтень	20.0	2.7	7.4	0.92	0.99
3 жовтень	4.3	2.2	7.1	0.88	1.00

Метеостанція - Губиниха

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
3 квітень	8	12	24	0	-23	-23	75	0.4	25			
1 травень	14	9	6	0	3	-20	75	0.5	35			
2 травень	30	3	6	0	23	2	75	0.6	40	1	40	13
3 травень	32	22	-4	0	24	26	80	0.7	40			23
1 червень	39	15	0	0	30	56	80	0.7	40	1	40	27
2 червень	35	5	16	0	16	72	75	0.8	55			23
3 червень	32	25	0	0	18	90	75	0.8	55	1	40	17
1 липень	31	16	0	0	22	112	75	0.8	55			20
2 липень	44	21	6	0	26	138	75	0.9	65	1	40	24
3 липень	50	15	0	0	41	179	75	0.9	65	1	40	34
1 серпень	27	14	6	0	13	192	75	1.0	70			27
2 серпень	40	7	-15	0	50	242	80	1.0	55	2	40	31
3 серпень	38	21	15	0	10	252	75	1.0	70			30
1 вересень	29	13	-15	0	36	288	80	1.0	55	1	40	23
2 вересень	30	7	0	0	25	313	80	1.0	55			31
3 вересень	22	5	0	0	19	332	80	1.0	55	1	40	22

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
1	11.05	40
2	5.06	40
3	26.06	40
4	17.07	40
5	25.07	40
6	10.08	40
7	18.08	40
8	2.09	40
9	26.09	40

M=360 мм

SE=502 мм

dmax=34 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	11	10	73	0	-69	-69	75	1.0	70			
2 квітень	14	11	0	0	7	-62	75	1.0	70			
3 квітень	18	12	0	0	10	-51	75	1.0	70			9
1 травень	28	9	0	0	23	-28	75	1.0	70			17
2 травень	50	3	-15	0	62	34	80	1.0	55	1	60	43
3 травень	37	22	0	0	23	58	80	1.0	55			43
1 червень	41	15	15	0	17	75	75	1.0	70	1	60	20
2 червень	41	5	-15	0	53	128	80	1.0	55	1	60	35
3 червень	37	25	15	0	7	135	75	1.0	70			30
1 липень	41	16	0	0	31	167	75	1.0	70			19
2 липень	50	21	-15	0	53	219	80	1.0	55	1	60	42
3 липень	44	15	15	0	20	240	75	1.0	70			36
1 серпень	43	14	-15	0	49	289	80	1.0	55	1	60	35
2 серпень	56	7	0	0	51	340	80	1.0	55	1	60	50
3 серпень	39	21	15	0	12	352	75	1.0	70			32
1 вересень	30	13	-15	0	37	389	80	1.0	55	1	60	24
2 вересень	35	7	15	0	16	405	75	1.0	70			26

Продовження додатку Г

3 вересень	24	5	0	0	21	426	75	1.0	70	1	60	19
1 жовтень	18	21	0	0	5	432	75	1.0	70			13
2 жовтень	9	20	0	0	-3	429	75	1.0	70			1

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
1	15.05	60
2	9.06	60
3	12.06	60
4	17.07	60
5	10.08	60
6	18.08	60
7	8.09	60
8	23.09	60
M=480 мм		
SE=665 мм		
dmax=50 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	15	10	37	0	-28	-28	75	0.5	35			
2 квітень	19	11	7	0	5	-23	75	0.6	40			
3 квітень	25	12	-3	0	21	-3	80	0.7	40			13
1 травень	37	9	6	0	25	22	80	0.8	45	1	40	23
2 травень	55	3	6	0	48	70	80	0.9	50	1	40	36
3 травень	46	22	0	0	33	103	80	0.9	50	1	40	40
1 червень	41	15	13	0	19	122	75	0.9	65	1	40	26
2 червень	28	5	13	0	12	134	70	0.9	80			16
3 червень												

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
В	1.09	60
1	9.05	40
2	16.05	40
3	27.05	40
4	1.06	40
M=220 мм		
SE=267 мм		
dmax=40 м3/га		

Кукурудза на з/к (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	23	14	18	0	-5	-5	75	0.4	25			4
2 серпень	38	7	4	0	28	23	75	0.5	35	1	35	12
3 серпень	36	21	4	0	16	40	75	0.6	40	1	40	22
1 вересень	29	13	-3	0	23	63	80	0.8	45			20
2 вересень	31	7	3	0	23	86	80	0.9	50	1	40	23
3 вересень	22	5	0	0	19	104	80	0.9	50			21
1 жовтень	17	21	0	0	2	106	80	0.9	50			10
2 жовтень	12	20	0	0	-2	104	80	0.9	50			
3 жовтень	10	4	3	0	4	107	80	1.0	55			1

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
П	15.07	40
1	18.08	35
2	23.08	40
3	15.09	40
M=160 мм		

Продовження додатку Г

SE=216 мм
dmax=23 м3/га

Буряки кормові

Декада	E, мм	P, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм	d, м3/га
2 травень	26	3	18	0	6	6	75	0.4	25	1	25	5
3 травень	30	22	-3	0	17	23	80	0.5	25			12
1 червень	33	15	7	0	15	38	75	0.5	35	1	35	16
2 червень	31	5	4	0	24	62	75	0.6	40	1	40	19
3 червень	37	25	9	0	11	73	75	0.8	55			17
1 липень	39	16	4	0	23	96	75	0.9	65			17
2 липень	47	21	4	0	28	124	75	1.0	70	1	40	26
3 липень	47	15	0	0	37	161	75	1.0	70	1	40	32
1 серпень	36	14	15	0	12	173	70	1.0	85			24
2 серпень	43	7	0	0	38	210	70	1.0	85	1	40	25
3 серпень	33	21	0	0	18	228	70	1.0	85	1	40	28
1 вересень	22	13	0	0	13	241	70	1.0	85			16
2 вересень	22	7	15	0	2	243	65	1.0	100			7
3 вересень	10	5	0	0	7	250	65	1.0	100			4
1 жовтень												

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
1	20.05	25
2	9.06	35
3	11.06	40
4	19.07	40
5	26.07	40
6	18.08	40
7	25.08	40

M=280 мм
SE=456 мм
dmax=32 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
2 травень	22	3	27	0	-7	-7	75	0.6	40			0
3 травень	22	22	0	0	6	0	75	0.6	40			
1 червень	24	15	0	0	14	13	75	0.6	40	1	40	10
2 червень	24	5	-9	0	29	43	80	0.6	35	1	35	21
3 червень	32	25	3	0	12	55	80	0.7	40			21
1 липень	37	16	6	0	20	75	80	0.9	50			16
2 липень	44	21	0	0	30	105	80	0.9	50	1	40	25
3 липень	45	15	18	0	17	121	75	1.0	70	1	40	23
1 серпень	32	14	0	0	22	144	75	1.0	70			19
2 серпень	32	7	15	0	12	156	70	1.0	85	1	40	17
3 серпень	21	21	0	0	6	162	70	1.0	85			9
1 вересень												

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
1	10.06	40
2	11.06	35
3	20.07	40
4	24.07	40
5	11.08	40

M=200 мм
SE=336 мм
dmax=25 м3/га

Продовження додатку Г

Средньозважена зрошувальна норма 283 мм

Среднє сумарне випаровування за вегетацію 407 мм

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

Додаток Д

Відомість неуконплектованого графика поливу Польова сівозміни
розрахованої на 75 %-ну забезпеченість

№ поля	Сільськогосподарська культура	Площа поля, га	М, м3/га	№ поливу	м, м3/га	Строки поливу початок	кінець	Тривал. поливу	Q, л/с
1	Ячмінь ярий з підсівом люцерни	97.0	3600	1	400	04.05.2023	11.05.2023	8	
				2	400	29.05.2023	05.06.2023	8	
				3	400	19.06.2023	26.06.2023	8	
				4	400	10.07.2023	17.07.2023	8	
				5	400	18.07.2023	25.07.2023	8	
				6	400	03.08.2023	10.08.2023	8	
				7	400	11.08.2023	18.08.2023	8	
				8	400	26.08.2023	02.09.2023	8	
				9	400	19.09.2023	26.09.2023	8	70.0

2	Люцерна 2 року	69.2	4800	1	600	05.05.2023	15.05.2023	11	
				2	600	30.05.2023	09.06.2023	11	
				3	600	02.06.2023	12.06.2023	11	
				4	600	07.07.2023	17.07.2023	11	
				5	600	31.07.2023	10.08.2023	11	
				6	600	08.08.2023	18.08.2023	11	
				7	600	29.08.2023	08.09.2023	11	
				8	600	13.09.2023	23.09.2023	11	50.0

3	Люцерна 3 року	69.2	4200	1	600	05.05.2023	15.05.2023	11	
				2	600	30.05.2023	09.06.2023	11	
				3	600	02.06.2023	12.06.2023	11	
				4	600	07.07.2023	17.07.2023	11	
				5	600	31.07.2023	10.08.2023	11	
				6	600	08.08.2023	18.08.2023	11	
				7	600	22.08.2023	01.09.2023	11	50.0

4	Пшениця озима + куку	69.2	3150	1	400	03.05.2023	09.05.2023	7	
				2	400	10.05.2023	16.05.2023	7	
				3	400	21.05.2023	27.05.2023	7	
				4	400	26.05.2023	01.06.2023	7	
				5	400	09.07.2023	15.07.2023	7	
				6	350	12.08.2023	18.08.2023	7	
				7	400	17.08.2023	23.08.2023	7	
				8	400	09.09.2023	15.09.2023	7	50.0

5	Буряки кормові	69.2	2600	1	250	16.05.2023	20.05.2023	5	
				2	350	03.06.2023	09.06.2023	7	
				3	400	05.06.2023	11.06.2023	7	
				4	400	13.07.2023	19.07.2023	7	
				5	400	20.07.2023	26.07.2023	7	
				6	400	12.08.2023	18.08.2023	7	
				7	400	19.08.2023	25.08.2023	7	50.0

6	Кукурудза на зерно	69.2	1950	1	400	04.06.2023	10.06.2023	7	
				2	350	05.06.2023	11.06.2023	7	
				3	400	14.07.2023	20.07.2023	7	
				4	400	18.07.2023	24.07.2023	7	
				5	400	05.08.2023	11.08.2023	7	50.0

Продовження додатку Д

Відомість укомплектованого графіка поливу Польова сівозміни
розрахованої на 75 %-ну забезпеченість

№	Сільськогосподарська Тривал поля поливу Q, л/с	Площа культура	М, га	№	m, м3/га	Строки поливу			кінець
						поливу м3/га	початок		
	1	Ячмінь ярий з підсів	97.0	3600	1	400	04.05.2023		
	11.05.2023	8							
				2	400	02.06.2023	09.06.2023	8	
				3	400	19.06.2023	26.06.2023	8	
				4	400	10.07.2023	17.07.2023	8	
				5	400	18.07.2023	25.07.2023	8	
				6	400	03.08.2023	10.08.2023	8	
				7	400	11.08.2023	18.08.2023	8	
				8	400	26.08.2023	02.09.2023	8	
				9	400	19.09.2023	26.09.2023	8	70.0

2	Люцерна 2 року	69.2	4800	1	600	05.05.2023	15.05.2023	11	
				2	600	25.05.2023	04.06.2023	11	
				3	600	05.06.2023	15.06.2023	11	
				4	600	07.07.2023	17.07.2023	11	
				5	600	28.07.2023	07.08.2023	11	
				6	600	08.08.2023	18.08.2023	11	
				7	600	29.08.2023	08.09.2023	11	
				8	600	13.09.2023	23.09.2023	11	50.0

3	Люцерна 3 року	69.2	4200	1	600	05.05.2023	15.05.2023	11	
				2	600	25.05.2023	04.06.2023	11	
				3	600	05.06.2023	15.06.2023	11	
				4	600	07.07.2023	17.07.2023	11	
				5	600	28.07.2023	07.08.2023	11	
				6	600	08.08.2023	18.08.2023	11	
				7	600	22.08.2023	01.09.2023	11	50.0

4	Пшениця озима + куку	69.2	3150	1	400	03.05.2023	09.05.2023	7	
				2	400	10.05.2023	16.05.2023	7	
				3	400	19.05.2023	25.05.2023	7	
				4	400	26.05.2023	01.06.2023	7	
				5	400	06.07.2023	12.07.2023	7	
				6	350	10.08.2023	16.08.2023	7	
				7	400	17.08.2023	23.08.2023	7	
				8	400	09.09.2023	15.09.2023	7	50.0

5	Буряки кормові	69.2	2600	1	250	16.05.2023	20.05.2023	5	
				2	350	29.05.2023	04.06.2023	7	
				3	400	05.06.2023	11.06.2023	7	
				4	400	13.07.2023	19.07.2023	7	
				5	400	20.07.2023	26.07.2023	7	
				6	400	12.08.2023	18.08.2023	7	
				7	400	19.08.2023	25.08.2023	7	50.0

6	Кукурудза на зерно	69.2	1950	1	400	30.05.2023	05.06.2023	7	
				2	350	07.06.2023	13.06.2023	7	
				3	400	09.07.2023	15.07.2023	7	
				4	400	18.07.2023	24.07.2023	7	
				5	400	05.08.2023	11.08.2023	7	50.0

Q_{max}=270л/с F_{сєв.}=443.0га q=0.61л/(с*га)

$Q_{max}=470 л/с$ $F_{сев.}=443.0 га$ $q=1.06 л/(с*га)$

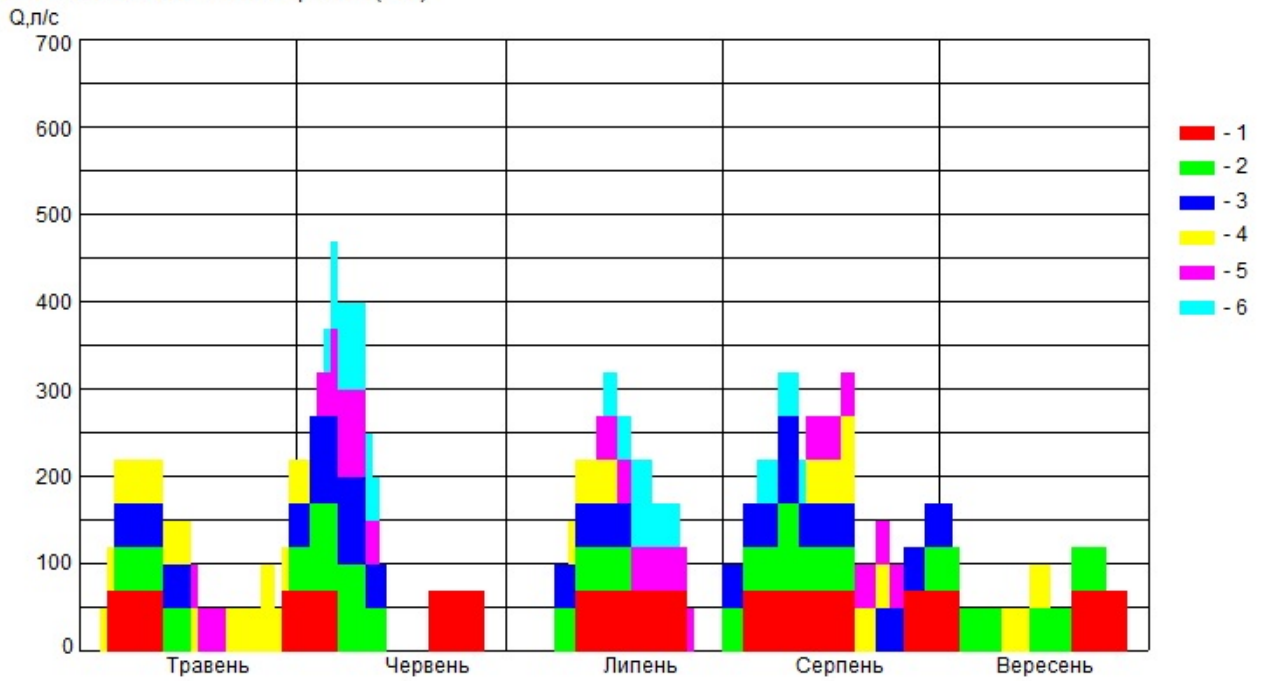


Рисунок Д.1 – Неукomплектований графік поливу

$Q_{max}=270 л/с$ $F_{сев.}=443.0 га$ $q=0.61 л/(с*га)$

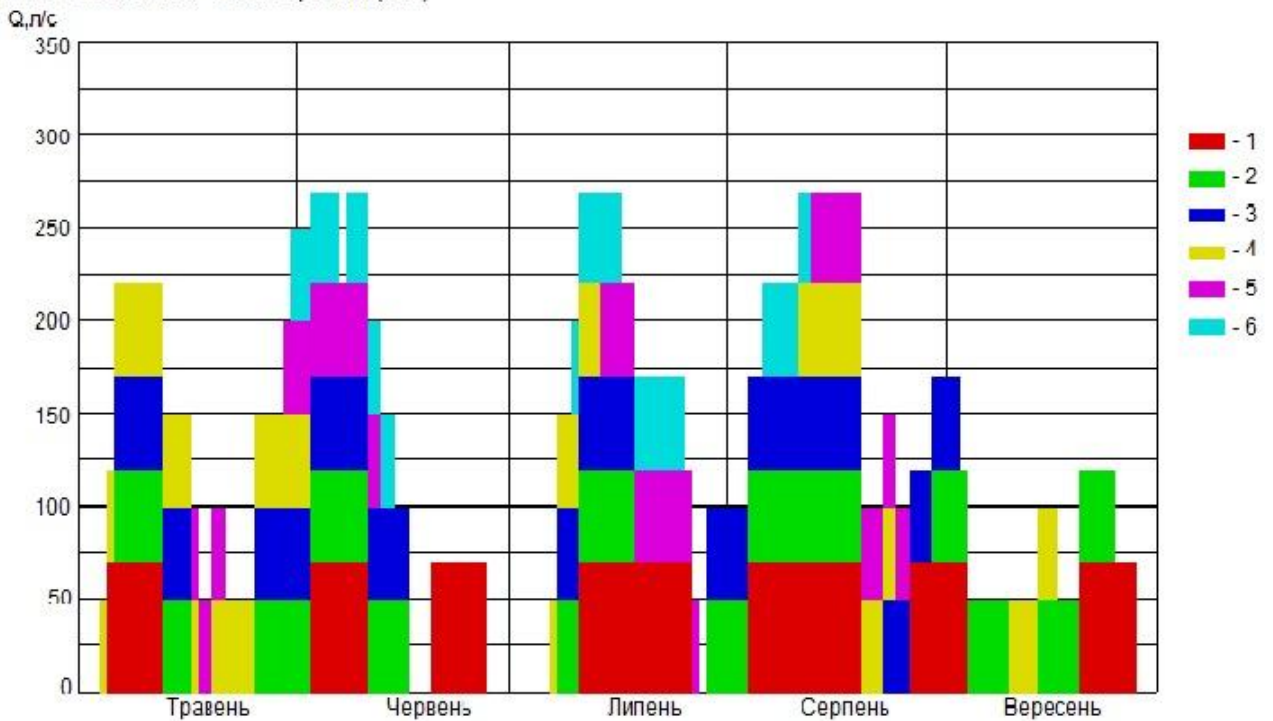


Рисунок Д.2 – Укомплектований графік поливу

ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЗАКРИТОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ
РОЗРАХУНОК ПО ДІЛЯНКАХ

№ ділянки	Витрата, л/с	Довжина, м	Діаметр, мм	Швидкість, м/с	Втрати напорі, м	Матеріал труб
1	270	1650	450	1.70	8.46	ПЕ
2	270	685	450	1.70	3.51	ПЕ
3	200	770	400	1.59	4.07	ПЕ
4	100	282	315	1.41	1.72	ПЕ
5	50	446	225	1.59	5.51	ПЕ
6	50	461	225	1.59	5.70	ПЕ
7	50	332	225	1.59	4.10	ПЕ
8	50	349	225	1.59	4.31	ПЕ
9	50	332	225	1.59	4.10	ПЕ
10	50	361	225	1.59	4.46	ПЕ
11	120	318	315	1.70	2.68	ПЕ
12	50	318	225	1.59	3.93	ПЕ
13	70	886	280	1.43	6.86	ПЕ
14	70	812	280	1.43	6.28	ПЕ

НАПІР ПО ДІЛЯНКАХ

Ділянка	Вузли		П'єзометричний напір		Вільний напір	
	початковий	кінцевий	початок	кінець	початок	кінець
1	1	2	189.79	181.33	61.79	52.33
2	2	3	181.33	177.82	52.33	48.32
3	3	4	177.82	173.75	48.32	45.05
4	4	5	173.75	172.03	45.05	42.03
5	5	6	172.03	166.52	42.03	37.02
6	5	7	172.03	166.33	42.03	35.83
7	4	8	173.75	169.65	45.05	37.65
8	3	9	177.82	173.51	48.32	42.51
9	2	10	181.33	177.23	52.33	48.73
10	2	4	181.33	176.87	52.33	48.17
11	3	12	177.82	175.14	48.32	44.94
12	4	15	176.87	172.94	48.17	43.94
13	12	13	175.14	168.28	44.94	37.08
14	13	14	168.28	162.00	37.08	30.00

РОЗРАХУНОК ПО ВАРІАНТАХ ТРАС

Варіант	Втрати		Напори траси	
	напорі, м	геодез.	вільний.	п'єзом.
1	27.79	4.00	30.00	61.79
2	23.27	1.50	30.00	54.77
3	23.46	2.50	30.00	55.96

НАСОСНА СТАНЦІЯ

Напір - 61.79 м

Витрата - 270.0 л/с

Орієнтовна потужність - 291 кВт