

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри цивільної інженерії,
технологій будівництва і захисту довкілля
д.т.н., проф. _____ В.Є. Волкова
„_____” _____ 2026 р.

**ПРОЄКТ ВНУТРІШНЬОГОСПОДАРСЬКОЇ МЕРЕЖІ
АВТОМАТИЗОВАНОГО ПОЛИВУ В «ПЕРЕМОГА
АВК» ДНІПРОВСЬКОГО РАЙОНУ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**
(розрахунково-пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи)

Текст _____ стор.

Здобувач першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти

_____ Вадим МІЩЕНКО

Керівник кваліфікаційної роботи
д.т.н., проф.

_____ Вікторія ВОЛКОВА

Дніпро – 2026

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля
Освітньо-кваліфікаційний рівень «бакалавр»
Спеціальність – 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Завідувач кафедри цивільної інженерії,
технологій будівництва і захисту довкілля
д.т.н., проф. _____ В.Є.Волкова
„_____” _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломну роботу здобувачу вищої освіти

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: «ПРОЄКТ ВНУТРІШНЬОГОСПОДАРСЬКОЇ МЕРЕЖІ
АВТОМАТИЗОВАНОГО ПОЛИВУ В «ПЕРЕМОГА
АВК» ДНІПРОВСЬКОГО РАЙОНУ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ»
керівник роботи _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від «_____» _____ 2026 р. № _____

1. Термін здачі студентом закінченої роботи : «» _____ червня _____ 202р

Вихідні дані до роботи _____

Вихідні дані до роботи _____ 1. Топографічний план (М 1:50000). 2. План-карта Google. 3. Геологічні умови району проектування. 4. Метеорологічні і кліматичні умови за метеостанцією Дніпро. 5. Ґрунтова характеристика чорноземів звичайних важкосуглинкових. 6. Характеристика діяльності ПП «Перемога» АВК.

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

1 Природно-кліматична характеристика району та об'єкта проектування. 2 Загальна характеристика аграрного сектору. 3 Організація режиму зрошення і способи поливу культур у сівозміні. 4. Гідравлічний розрахунок елементів зрошувальної мережі 5. Організація та технологія виконання робіт з будівництва зрошувального масиву 6. Оцінка впливу зрошувального масиву на навколишнє природне середовище. 7. Охорона праці та безпека на виробництві.

3. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень). Презентація дипломної роботи.

4. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

5. Дата видачі завдання: «___» _____ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН:

№ пп	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Природно-кліматична характеристика району та об'єкта проектування.	01.02.2026- 10.02.2026	
2.	Загальна характеристика аграрного сектору.	11.02.2026- 20.02.2026	
3.	Організація режиму зрошення і способи поливу культур у сівозміні.	21.02.2026- 10.03.2026	
4.	Гідравлічний розрахунок елементів зрошувальної мережі	11.03.2026- 20.04.2026	
5.	Організація та технологія виконання робіт з будівництва зрошувального масиву	06.04.2026- 20.04.2026	
6.	Оцінка впливу зрошувального масиву на навколишнє природне середовище.	21.04.2026- 05.05.2026	
7.	Охорона праці та безпека на виробництві.	06.05.2026- 15.05.2026	
	Вступ. Висновки. Техніко-економічні показники проекту. Презентація	16.05.2026- 31.05.2026	
	Передзахист ДР на кафедрі	18.06.2026	
	Представлення ДР на рецензію	19.06.2026	

Студент-дипломник _____
(підпис)

Керівник роботи _____

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ТА ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ	9
1.1. Місцезнаходження та землекористування	9
1.2. Кліматична характеристика	9
1.3 Ґрунтово-меліоративні умови.....	10
2. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА АГРАРНОГО СЕКТОРУ	13
2.1 Особливості аграрної діяльності господарства	13
2.2 Обґрунтування необхідності будівництва зрошувального масиву	14
2.3 Проектована сівозміна на зрошувальному масиві	17
3. ОРГАНІЗАЦІЯ РЕЖИМУ ЗРОШЕННЯ І СПОСОБИ ПОЛИВУ КУЛЬТУР У СІВОЗМІНІ	19
3.1 Обґрунтування вибору розрахункового року необхідної забезпеченості	20
3.3 Вибір та обґрунтування способу зрошення і поливної техніки	32
3.4 Техніко-експлуатаційна характеристика дощувальних машин	34
3.5 Розроблення графіка поливів для запроєктованої сівозміни	37
4. РОЗРАХУНОК ГІДРАВЛІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕМЕНТІВ ЗРОШУВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ.....	43
4.1 Обґрунтування структури зрошувальної мережі.....	43
4.2 Гідравлічний розрахунок складових елементів мережі	43
4.3 Проектування поздовжніх профілів напірних трубопроводів.....	49
4.4 Характеристика та проектування інженерних споруд системи зрошення.....	50
5. ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ РОБІТ З БУДІВНИЦТВА ЗРОШУВАЛЬНОГО МАСИВУ	55
5.1 Визначення обсягів земельних та монтажних робіт.....	55
5.2 Обґрунтування вибору комплексу будівельних машин	56
5.3 Технологія виконання робіт під час будівництва зрошувальної мережі	58
5.4 Календарне планування будівництва масиву зрошення.....	61
6. ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗРОШУВАЛЬНОГО МАСИВУ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ	63
6.1 Оцінка потенційного впливу планованої діяльності на довкілля, територію та населення	64
6.2 Оцінка впливу викидів, скидів забруднюючих речовин, фізичних факторів впливу та поводження з відходами на довкілля	67

6.3 Оцінка кумулятивного впливу планованої діяльності та інших об'єктів на довкілля і території особливої природоохоронної цінності.....	71
7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА НА ВИРОБНИЦТВІ.....	74
7.1 Безпека при проведенні земляних робіт	74
7.2 Безпека при монтажних роботах	75
7.3 Вимоги безпеки праці при експлуатації будівельних машин і механізмів	76
ВИСНОВОК	78
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	80

ОСНОВНІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ

Показник	Одиниця вимірювань	Кількість
Площа:		
- брутто	га	322,7
- нетто	га	322,7
- зрошувана	га	226,7
Коефіцієнт земельного використання (КЗВ)		
Коефіцієнт корисної дії зрошувальної мережі		
Джерело зрошення – ставок Озерище		
Спосіб водозабору – механічний (НС)		
Спосіб поливу – дощування		
Техніка поливу – ДМ «Valley»	шт	6
Середньозважена зрошувальна норма нетто	м³/га	3200
Поливні норми (вегетаційні)	м³/га	400
Розрахункова ордината гідромодуля	л/с га	1,1
Зрошувальна мережа. Труби:		
поліетиленові ПНТ,	м	
поліетиленові ПНТ,	м	
Гідротехнічні споруди на зрошувальній мережі:		
розподільні колодязі	шт.	
гідранти	шт.	
засувки	шт.	
Насосна станція: 1Д1250-63		
подача	л/с	347,2
напір	м	63
потужність	кВт	315
Довжина доріг	км	
Довжина лісосмуг	км	
Об'єми земляних робіт	м³	

ВСТУП

Ефективне ведення сучасного землеробства в умовах жорстких кліматичних змін та дефіциту вологи у Степовій зоні України, зокрема в Дніпровському районі, неможливе без штучного зволоження. Для умов ПП «Перемога» АВК впровадження внутрішньогосподарської автоматизованої мережі дощування є критично необхідним кроком. Це дозволяє оптимізувати подачу води відповідно до фаз розвитку культур, зменшити вплив людського фактора, що часто є причиною несправностей або розбіжності в роботі дощувальної техніки. Це допоможе забезпечити рівномірність поливу та суттєво знизити витрати води й енергоресурсів порівняно з традиційними способами зрошення.

Мета роботи: розробка та обґрунтування техніко-технологічних рішень із влаштування внутрішньогосподарської автоматизованої мережі дощування для умов ПП «Перемога» АВК з метою підвищення ефективності використання зрошуваних земель.

Завдання дослідження:

- Аналіз сільськогосподарської діяльності ПП «Перемога» АВК.
- Вибір сівозміни, визначення та підбір відповідної зрошувальної системи.
- Обґрунтування параметрів підібраної дощувальної техніки.
- Виконати гідравлічний розрахунок, підібрати оптимальні діаметри труб та насосне обладнання.
- Розробка схеми автоматизації управління процесом поливу, котролерри, датчики, а також запірні арматура.
- Розрахувати економічну ефективність та оцінити екологічну безпеку проєктових рішень.

Об'єкт дослідження: процес штучного зволоження угідь способом дощування та управління водним режимом ґрунту.

Предмет дослідження: технологічні параметри, гідравлічні характеристики та засоби автоматизації внутрішньогосподарської мережі поливу ПП «Перемога» АВК.

Методи дослідження: аналітичний, графоаналітичний, гідравлічні розрахунки та методи техніко-економічного аналізу.

На практиці данні результати допоможуть впровадити автоматизовану систему поливу, що в свою чергу дозволить господарству знизити собівартість продукції, а також скоротити витрати води та енергії на полив та забезпечити стабільну врожайність культур незалежно від погодних умов.

1. ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ТА ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Місцезнаходження та землекористування

Ділянка, що підлягає проектуванню, територіально належить до Дніпровського району Дніпропетровської області та знаходиться у віданні Чумаківської сільської ради. Об'єкт розташований за межами житлової забудови, у північно-західній частині району на лівобережних територіях річки Дніпро. На сьогодні вказаний масив використовується за цільовим призначенням для ведення товарного сільськогосподарського виробництва. Землекористувачем є ПП «Перемога АВК», яке здійснює господарську діяльність на основі чинного договору оренди. Згідно з планом землекористування, ділянка являє собою єдиний масив ріллі, що дозволяє раціонально організувати схему поливу та розставити дощувальну техніку без порушення меж суміжних ділянок.

1.2. Кліматична характеристика

Згідно з фізико-географічним районуванням територія проектування розташована в IV степовій зоні, у межах 4.1 Північно-степової під зони (ДБН Б.2.2-12:2019). Відповідно до архітектурно-будівельного кліматичного районування об'єкт належить до II Південно-східного району (ДБН Б.2.2-12:2019). Для цієї території характерний Помірно-континентальний клімат із помітними сезонними змінами температури повітря. За даними ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, середньо-багаторічна температура повітря в районі будівництва становить +8,7 °С. Найхолоднішим місяцем є січень із середньою температурою -4,7 °С, а найтеплішим - липень, середня температура якого досягає +21,6 °С. Перехід середньодобової температури через 0 °С навесні зазвичай відбувається 14 березня. Підвищення температури вище +5 °С, що вважається початком активної вегетації рослин, спостерігається орієнтовно 2 квітня. Восени зниження температури нижче +5 °С припадає в середньому на 31 жовтня, тоді як стійкий перехід до від'ємних температур відбувається близько 26 листопада. Кліматичні умови району необхідно враховувати під

час проектування будівлі та інженерних мереж. Зокрема, це стосується визначення глибини промерзання ґрунту й розрахунку тривалості опалювального періоду. Водночас відкритий степовий рельєф сприяє посиленому впливу вітру та значному нагріванню поверхонь у літній сезон. Тому під час проектування доцільно передбачити заходи для захисту конструкцій від перегріву та дії вітрових навантажень. Тривалість безморозного періоду - 190 днів, найбільша – 228 днів, найменша – 143 дня. Сума ефективних температур повітря вище +10°C у середньому дорівнює 1310°. Сума активних температур більше +10°C становить 3128°. За середньою швидкістю вітру у січні територія належить до II району – від 5,1 до 6,0 м/с (ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010). Переважні напрями вітру в січні – північні, північно-західні, західні, у липні - східні. Середня за рік відносна вологість повітря – 74% (ДСТУ-Н Б В.1.1- 27:2010). Середньо-багаторічна сума опадів складає 550 мм. Найбільша середньомісячна кількість опадів випадає в червні - 66 мм, найменша - в жовтні - 35 мм (ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010). Територія проектування розташована в зоні нестійкого зволоження. За теплий період (IV-X) випадає 62% річної кількості опадів. Бездощові періоди тривалістю більше 20 днів спостерігаються двічі на рік - щорічно, більше 30 днів – щорічно, до 40 днів – 6 ÷ 9 разів на десять років.

1.3 Ґрунтово-меліоративні умови

Геологічні та гідрогеологічні умови визначені за Технічним звітом про інженерно-геологічні вишукування, виконані ТОВ «Дніпроводпроект» у 2020р. У геоморфологічному відношенні територія ділянки зрошення розташована в межах II надзаплавної тераси р. Дніпро. Регіональний ухил поверхні спрямований в південному напрямку в бік русла р. Дніпро. У геоструктурному відношенні територія знаходиться в зоні зчленування Українського кристалічного масиву з південно-західним бортом Дніпровсько-Донецької западини. Геолого-літологічний розріз на ділянці зрошення представлений з поверхні сучасними елювіальними відкладеннями - ґрунтово-рослинний шар (ІГЕ-1) - суглинок гумусований, із залишками рослинності,

чорного і темно-бурого кольору, іноді опіщаний), потужністю до 1,0 м. Нижче по розрізу залягають піски пилюваті (ПЕ-5), сірі, потужністю 1,4- 2,5м, які змінюються алювіальними відкладами другої надзаплавної тераси р. Дніпро - верхньочетвертинними пісками дрібнозернистими, жовтого, жовтосірого і сірого кольору, потужністю до 3,0÷7,0м. З глибини 7,0÷14,0м залягають піски середньозернисті, розкритої потужністю до 3,0 м. У знижених місцях рельєфу під насипними ґрунтами і ґрунторослинним шаром зустрічаються сучасні алювіально-делювіальні відкладення - супіски (ПЕ-2) перевідкладені пластичні, туго, м'якопластичні, мулкуваті чорні, темно-бурі з незначними прошарками суглинку і піску пилюватого різної потужності, в інтервалі глибин 2,6÷3,7 м зустрічаються легкі сильно замулені чорні пластичні суглинки (втрати від прожарювання складають 3,8%) і далі, вниз по розрізу розкриті сучасні озерно-болотні відкладення, представлені щільним супіском, від чорного до зеленувато-сірого і світлосірого кольору, тугопластичної консистенції, потужністю від 0,6 до 4,2 м (ПЕ4). У підшві озерно-болотних відкладень розкриті піски пилюваті (ПЕ-5). Підстилаються вищенаведені відкладення алювіальними відкладами другої надзаплавної тераси р. Дніпро - верхньочетвертинними пісками. Ґрунти в основі фундаментів насосної станції - не просадні. За складністю розробки землерийними механізмами (одноківшевим екскаватором) суглинки і супіски лесоподібні і перевідкладені пластичні, піски пилюваті, дрібнозернисті відносяться до I категорії, суглинки і напівтверді супіски - до II категорії. Відповідно до ґрунтово-гідрографічного районування, проєктна територія знаходиться в межах підзони Північного Степу, Дніпровсько-Донецької провінції та Лівобережно-Придніпровського ґрунтового округу.

На досліджуваній території переважають чорноземи звичайні потужні малогумусні автоморфні. За потужністю гумусового горизонту ці ґрунти належать до потужних, оскільки глибина гумусованої частини профілю становить 90–120 см. Вміст гумусу в орному шарі коливається в межах 3–5 %, що характеризує їх як малогумусні.

За гранулометричним складом ґрунти відносяться до легкосуглинкових, що обумовлено значною часткою піщаних фракцій у їх складі. За ступенем прояву процесів вторинного осолонцювання вони є слабосолонцюватими, оскільки вміст поглиненого натрію в орному шарі становить 4–6 % від ємності катіонного обміну.

Зволоження ґрунтів відбувається за рахунок атмосферних опадів та штучного зрошення. Рівень залягання ґрунтових вод змінюється від 2,8 до 9,6 м залежно від особливостей рельєфу місцевості та ступеня її природної дренажності.

1.4 Джерело води для зрошення

Водозабір із відкритої водойми - відбувається з ставка «Озерище» (Договір оренди земель водного фонду з Дніпропетровською районною державною адміністрацією, виданий Дніпропетровським районним відділом ДП "Центр ДЗК" у книзі запасів державної реєстрації договорів оренди землі вчинено запис від 23 лютого 2004 р. №040412000023), що розташоване на території Чумаківської сільської ради, за межами населеного пункту с. Чумаки. Поповнення води в ставок «Озерище» відбувається шляхом переміщення обсягів води державною меліоративною системою Павлоградського міжрайонного управління водного господарства, МК Кільченської зрошувальної системи 20/ЧЕР/ДНЕПР (Договір про надання послуг пов'язаних із переміщенням води із використанням гідротехнічних споруд Павлоградського міжрайонного управління водного господарства на полив зрошувальних сільськогосподарських земель № 24 від 28.04.2022 р.) із Ленінського водосховища, р. Самара (Дніпровська експлуатаційна діляниця), назва та код джерела водопостачання із якого подається вода: Річка20/ЧЕР/ДНЕПР/0410/Р.САМАРА. Для обліку води використовується тепловодолічильник ультразвуковий «Эргомера-125».

2. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА АГРАРНОГО СЕКТОРУ

2.1 Особливості аграрної діяльності господарства

ПП «Перемога АВК» (розташоване в Дніпропетровській області) – це сільськогосподарське підприємство, яке спеціалізувалося на сільськогосподарському виробництві. Перемога АВК має легкий доступ до всіх місцевих ринків, пов'язаних із сільським господарством, завдяки численним транспортним сполученням, що дозволяють їй продавати свою продукцію до районних центрів WFPА, а також отримувати інші необхідні товари для ведення щоденного бізнесу. Загальний земельний потенціал ферми становить близько 6200 гектарів. Основною сферою діяльності є виробництво зернових та олійних культур, що складає основу виробництва ферми. Ферма також демонструє зростання у тваринництві. Основним ресурсом для виробництва на підприємствах є земля, тому її стан та структура важливі для вимірювання ефективності фермерських господарств. Протягом періоду 2019-2023 років спостерігалися деякі зміни в кількості доступної землі, а також у її структурі. Загальна тенденція землекористування видається відносно стабільною. Ми також хочемо наголосити на важливості врахування співвідношення між результатом або результатами та витратами при визначенні ефективності виробництва на фермі. Хоча компанія за останні кілька років переживала дуже складні умови, головним чином через проблеми, пов'язані з робочою силою, що виникли внаслідок війни в країні, це не єдина причина, чому всі аспекти ефективності зазнали негативного впливу. Аналіз основних економічних показників свідчить про те, що за останні кілька років спостерігаються деякі позитивні тенденції у виробничих результатах, хоча загальна ефективність використання ресурсів не досягла належного рівня. Спостерігається падіння вартості основних та змінних активів, оскільки ціна ресурсів зростає швидше, ніж темпи виробництва компанії. Водночас продуктивність робочої сили падає через зростання витрат на оплату праці та

недостатнє збільшення обсягу виробництва на одного працівника. Загалом, можна сміливо сказати, що ПП « Перемога АВК » має можливості для зростання як компанія; вони також повинні забезпечити ефективне використання ресурсів, використовувати свою організаційну структуру та оптимізувати робочу силу.

Таблиця 2.1 – Площа та номери полів під зрошення

Номер поля	Площа, га			
	обробляється	зрошується фронтальними дощувальними машинами	не зрошується	Зрошувальна площа після заміни на кругові дощувальні машини
6	84,6	74,8	8,6	65,6
38	84	79,9	3	59,6
90	40,4		40,4	28,5
89	42		42,0	29,6
40	71,7		71,7	43,4
Всього	322,7	154,7	165,7	226,7

2.2 Обґрунтування необхідності будівництва зрошувального масиву

Умови для ПП « Перемога АВК » мають вирішальне значення для вирощування сільськогосподарських культур та ефективного використання земельних ресурсів. Це господарство розташоване в степовій зоні, де спостерігається недостатня і нестабільна вологість, високі літні температури та великі втрати вологи через випаровування. Основними факторами, що впливають на водний режим регіону, є атмосферні опади та загальне випаровування. Співвідношення цих двох елементів допомагає оцінити доступність води для рослин під час вегетаційного періоду та визначити потребу в зрошенні.

Атмосферні опади є важливою частиною водного балансу. На території, де працює підприємство, середня кількість опадів під час вегетаційного періоду становить лише близько 250–300 мм, що значно менше за потреби сільськогосподарських культур. Витрати води в цьому балансі зумовлені

загальним випаровуванням, яке охоплює як випаровування з поверхні ґрунту, так і транспірацію рослин. У порівнянні з умовами степів Дніпропетровської області, цей показник є значно вищим і становить приблизно 700–750 мм під час вегетаційного періоду, що перевищує обсяг вологи, що надходить з опадів.

Для точнішого визначення водного режиму використовують метод обчислення індексу аридності, при цьому кількість атмосферних опадів є лише частиною загального випаровування. Загальне випаровування розраховуємо за формулою М. М. Іванова:

$$E_m = 18,4d_{m1}, \quad (1.1)$$

де (E_m) – це випаровування за місяць (вимірюється в мм), а (d_{m1}) – середній місячний дефіцит вологості повітря (також в мм). Для переходу від значень дефіциту вологості, виражених у мілібарах, до міліметрів дефіциту використовується формула:

$$d_{m1} = 0,75d_m, \quad (1.2)$$

Індекс аридності розраховується на основі цих показників:

$$K_c = \frac{\Sigma E_m}{P}, \quad (1.3)$$

де (ΣE_m) – це загальне випаровування за вегетаційний період (в мм), а (P) – загальна кількість атмосферних опадів за той же період (в мм). Якщо значення індексу аридності перевищує 1, це свідчить про дефіцит вологи і необхідність зволоження ґрунту. Для ПП «Перемога АВК» спостерігається перевищення витратної частини водного балансу над дохідною, що підтверджує аридність клімату.

Таблиця 2.2 – Дані метеостанції ПП «Перемога» АВК

	НС Температура повітря [°C]			Сонячна радіація [W/m2]	Дефіцит тиску насичених парів (VPD) [kPa]		НС Відноса вологість [%]			Опади [mm]	Швидкість вітру [m/s]		Евапотранспірація
Дата / час	ср.знач	максимум	мінімум	ср.знач	ср.знач	мінімум	ср.знач	максимум	мінімум	сумма	ср.знач	максимум	ЕТ0 [mm]
квітень	15,49	31,22	-0,4	93	0,91	0	55,17	100	12,14	21,8	2,1	429,5	79,4
травень	20,83	36,21	7,49	202	1,44	0	54,92	100	11	26,4	0,6	6,1	107,8
червень	24,09	38,09	8,4	241	1,56	0	59,92	100	7,45	35	0,5	4,6	132,4
липень	20	36,22	7,27	235	1,23	0	58,86	100	9,03	11,2	0,8	4,7	121,5
серпень	15,9	31,32	6,26	201	0,94	0	59,3	100	5,37	58	1,5	8,2	121,6
вересень	11,3	29,05	-1,23	177	0,76	0	58,2	100	8,34	16,6	1,4	6,3	82,5
Сума										169			645,2

Середні багаторічні показники для цієї території показують, що загальна кількість опадів у вегетаційний період становить близько 270 мм, тоді як загальне випаровування досягає приблизно 740 мм. Це вказує на постійний дефіцит вологи та необхідність забезпечення вологості для підтримання життєдіяльності рослин. Відповідно, природні та кліматичні умови ПП «Перемога АВК» є аридними, й необхідно розробити стратегію для покращення меліорації.

У таких умовах найкращим рішенням є впровадження системи зрошення, яка допоможе стабілізувати водний режим ґрунту, підвищити продуктивність культур і забезпечити надійну кормову базу для тварин.

2.3 Проєктована сівозміна на зрошувальному масиві

Сівозміна-це науково обґрунтована система, що передбачає чергування сільськогосподарських культур у різний час та на різних полях. Правильна організація сівозміни є одним із ключових факторів, які сприяють родючості ґрунту, запобіганню поширенню хвороб і шкідників, а також максимізації використання земельних ресурсів. Формування системи сівозміни залежить від природних і кліматичних умов, наявності зрошення, структури земельного фонду та спеціалізації сільськогосподарського виробництва.

У зрошуваному землеробстві важливим є вирощування культур з високими врожайми та ефективним використанням вологи. Для ПП "Перемога АВК" буде запроваджено польову сівозміну на зрошуваній ділянці, яка включатиме основні культури: озиму пшеницю, сою, кукурудзу на зерно, кукурудзу на силос та люцерну. Ця структура дозволяє інтегрувати комерційне виробництво зерна та формувати кормову базу для тваринництва.

Розрахунки виконував для такої сівозміни:

- Яровий ячмінь з підсівом люцерни
- Люцерна 2 року
- Люцерна 3 року
- Кукурудза на силос

- Соя

Особливу увагу в цій сівозміні приділяється багаторічним культурам, таким як люцерна, яка покращує структуру ґрунту, насичує його азотом і є важливою кормовою культурою. Основний обробіток ґрунту планується з використанням органічних та мінеральних добрив під час вирощування кукурудзи. Мінеральні добрива можуть бути внесені перед посівом, якщо це необхідно. Кукурудза висівається точковим способом з відстанню між рядами 70 см, а гербіцид вноситься заздалегідь для зменшення засміченості бур'янами.

Соя також є важливою білковою культурою, що використовується як для продажу, так і для годування тварин. Ключовими агротехнічними заходами є своєчасний посів, догляд за посівами та захист від бур'янів і шкідників. Люцерна, що вирощується протягом кількох років, забезпечує стабільний врожай зеленої маси. Протягом вегетаційного періоду проводяться кілька укосів, а після скошування вносяться мінеральні добрива для підтримки продуктивності поля та культур. Вона потребує достатнього зрошення для оптимальної вологості ґрунту, що сприяє підвищенню врожайності люцерни та інших кормових культур.

Кукурудза на силос є основною кормовою культурою для тваринництва, забезпечуючи значну кормову базу для фермерства. Висока врожайність та ефективне використання системи зрошення є її ключовими особливостями. У випадку ПП «Перемога АВК» зрошення допомагає підвищити продуктивність сівозміни, стабілізувати врожаї та формувати надійну кормову базу для тваринництва.

3. ОРГАНІЗАЦІЯ РЕЖИМУ ЗРОШЕННЯ І СПОСОБИ ПОЛИВУ КУЛЬТУР У СІВОЗМІНІ

Організація режиму зрошення є критично важливим аспектом для успішного сільськогосподарського виробництва в умовах обмеженої природної вологості. Це передбачає визначення оптимальної кількості поливів, вибір правильного часу та рекомендацій щодо використання води, враховуючи біосистемні потреби культур і погодні умови. У ПП «Перемога АВК» зрошення виконує важливу роль у контролі врожайності культур на конкретних географічних територіях, особливо для озимої пшениці, сої, кукурудзи на зерно, кукурудзи на силос та люцерни.

Режим зрошення для цих культур встановлюється диференційовано, оскільки їхні потреби у волозі суттєво різняться. Основний принцип формування системи зрошення полягає в підтримці вологості ґрунту на оптимальному рівні, необхідному для росту та розвитку рослин. Зазвичай зрошення здійснюється на рівні 70–80% від найнижчої вологоємності (НВ), що забезпечує нормальний ріст рослин без стресу від нестачі вологи.

Кукурудза (як на зерно, так і на силос) потребує достатньої кількості вологи протягом усього року, особливо під час формування качанів і активного росту. Зрошення цієї культури демонструє значне покращення врожайності. Як багаторічна кормова культура, люцерна також потребує зволоження під час відновлення вегетації. Зрошення має проводитися з урахуванням вологості ґрунту, щоб не допустити її зниження нижче необхідного рівня.

Зрошення буде регулюватися залежно від стану води в зрошуваній зоні, а для максимальної ефективності може використовуватися система дощування. Такі системи забезпечують рівномірний розподіл води по полю, зменшують втрати вологи та допускають механізацію процесу. В залежності

від конкретної культури та технічного обладнання господарства можуть бути впроваджені комбіновані методи зрошення.

Методи зрошення обиратимуться з метою оптимізації використання води, створюючи сприятливі умови для росту рослин. У загальному, правильно організована система зрошення здатна значно підвищити врожайність культур у сівозмінах, стабілізувати виробництво та зменшити залежність від зовнішніх кліматичних умов, що, в свою чергу, позитивно вплине на загальну врожайність.

3.1 Обґрунтування вибору розрахункового року необхідної забезпеченості

Режими зрошення для сільськогосподарських культур відіграють важливу роль у проектуванні систем зрошення та розрахунках водоспоживання рослинами. Водночас, не існує єдиного методу для вибору року, який слід використовувати для розрахунків (моделі). У цьому процесі ми орієнтуємося на методичні рекомендації, враховуючи фактори, що впливають на довгострокову змінність кліматичних умов. Для розрахунку режиму зрошення ПП "Перемога АВК" використовуються довгострокові метеорологічні дані з метеостанції Дніпро, а також проводиться розрахунок середньозваженого дефіциту водоспоживання. Це дозволяє визначити кліматичний режим, характерний для даної місцевості, і оптимізувати потреби у зрошенні.

На зрошуваних землях господарства передбачено впровадження сівозміни, до складу якої входять такі сільськогосподарські культури: ярий ячмінь із підсівом люцерни, люцерна другого року використання, люцерна третього року використання, кукурудза на силос, соя.

Розрахунок потреби у зрошенні виконується на основі багаторічних даних метеорологічних спостережень. Для кожного розрахункового року враховується частка площі кожної культури в структурі посівів під час визначення дефіциту водоспоживання культур, включених до сівозміни.

Визначення водного дефіциту та потреби у зрошувальній воді здійснюється за відповідною розрахунковою схемою.

а) Для кожного року спостережень визначається дефіцит водоспоживання для кожного виду культури (озима пшениця, соя, кукурудза на зерно, кукурудза на силос, люцерна).

б) Середньозважений дефіцит водоспоживання для сівозміни обчислюється за формулою:

$$D_{\text{сiв}} = \frac{D_1 F_1 + D_2 F_2 + \dots + D_n F_n}{F_{\text{сiв}}} \quad , (3.1)$$

де $D_{\text{сiв}}$ – середньозважений дефіцит для розрахункової сівозміни за конкретний рік, мм; $D_1, D_2, \dots, D_n$ – дефіцити водоспоживання на 1-му, 2-му, ..., n-му полях, мм; $F_1, F_2, \dots, F_n$ – зрошувана площа кожного поля сівозміни, га; $F_{\text{сiв}}$ – зрошувана площа сівозміни, га

с) Значення середньозваженого дефіциту водоспоживання впорядковуються за зростанням; після цього для кожного року розраховується забезпеченість:

$$p = \frac{m}{n+1} \cdot 100 \%, \quad (3.2)$$

де p – забезпеченість кожного року, %; m – порядковий номер в розрахунковому ряду; n – кількість років спостережень.

Модельним роком приймається той рік, показник забезпеченості якого найближчий до 75 % середньої багаторічної вологості для даної території. Таким чином, обраний модельний рік використовується як основа для подальших розрахунків режиму зрошення в ПП «Перемога АВК», оскільки він відображає реальні умови водоспоживання для таких культур, як люцерна другого і третього років використання, соя, кукурудза на силос та ярий ячмінь із підсівом люцерни.

3.2 Визначення норм і строків поливу

У межах даної дипломної роботи виконуються розрахунки строків проведення поливів, а також визначення зрошувальної та поливної норм для

кожної культури сівозміни. Зрошувальна норма являє собою об'єм води, який подається на 1 га зрошуваної площі за один полив. Одиницями виміру є м³/га або міліметри шару води.

Величина поливної норми залежить від виду сільськогосподарської культури, агрогідрологічних властивостей ґрунту, рельєфних умов місцевості, а також способу та техніки зрошення. Розрахункове значення поливної норми визначається за формулою О. Костякова.

$$m = W_{HB} - W_{\text{доп}}, \quad (3.3)$$

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

Де m – розрахункова поливна норма, мм; W_{HB} – запаси вологи при найменшій вологості розрахункового шару ґрунту, мм; $W_{\text{доп}}$ – 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 $\beta_{\text{доп}}$ – вологість ґрунту, що відповідає найменшій вологості та допустимому порогу висушування, %.

Згідно з наведеними вище формулами, норма зрошення визначається на основі умов, за яких вологість ґрунтового шару доводиться до мінімального рівня. Результати для кожного фенологічного періоду культур наведені в таблиці 3.1.

При встановленні норм зрошення враховуються інтенсивність і якість опадів, здатність ґрунту до поглинання води та рельєф місцевості. Усі ці фактори повинні бути враховані, але норма зрошення не повинна перевищувати допустиму (передзрошувальну) норму, щоб запобігти ерозії.

Орієнтовна норма передзрошення для важких ґрунтів з використанням зрошувальних машин "Valley" становить 30 мм або 300 м³/га [23]. Отримані значення норм зрошення (відповідно до формул О.М. Костякова та даних таблиці 3.1) порівнюються між собою, після чого приймається менше з двох отриманих значень. Для люцерни другого та третього років вегетації зрошувальна норма збільшується до 450 м³/га. Таке підвищення об'єму води

дає змогу зменшити частоту поливів при збереженні загального водопостачання на необхідному рівні.

Вологозарядкові поливи мають норму 600 м³/га, а передпосівні — 400 м³/га. Оскільки ці значення перевищують допустимий об'єм разової подачі води, їх рекомендується проводити у два етапи: 300 м³/га та 200 м³/га відповідно.

Строки проведення поливів визначаються на основі інтегральних кривих дефіциту водоспоживання з урахуванням початкових запасів вологи в ґрунті та розрахункових поливних норм у ключові фенологічні фази розвитку сільськогосподарських культур. Загальна зрошувальна норма визначається як сумарне значення всіх поливних норм за весь вегетаційний період.

Таблиця 3.1 – Поливні норми для прийнятої сівозміни

Культура, фенологічна фаза розвитку	Формула О.М. Костякова					Достокова поливна норма, тдост, м3/га	Прийнята поливна норма, м3/га
	Н, м	γ, г/см3	βНВ, %	βдоп, %	т, м3/га		
Яровий ячмінь з підсівом люцерни							
посів-сходи	0,5	1,450	14,76	10,33	321	380	380
кущіння	0,6	1,448	14,77	10,34	385		380
трубкування-колосіння	0,8	1,448	15,08	10,55	524		380
цвітіння-налив зерна	0,8	1,448	15,08	10,55	524		380
молочна стиглість	0,8	1,448	15,08	9,80	611		380
Люцерна 2 року							
відновлення вегетації	0,8	1,448	15,1	10,55	524	380	380
стеблування-бутонізація	1	1,445	15,3	10,74	665		380
цвітіння	1	1,445	15,3	9,97	776		380
Люцерна 3 року							
відновлення вегетації	0,8	1,448	15,1	10,55	524	380	380
стеблування-бутонізація	1	1,445	15,3	10,74	665		380
цвітіння	1	1,445	15,3	9,97	776		380
Кукурудза на силос							
посів-сходи	0,5	1,450	14,8	10,33	321	350	350
5-7 листок	0,7	1,449	14,9	10,42	453	380	380
викидання волоті	0,8	1,448	15,1	10,55	524		380
молочна стиглість	0,8	1,448	15,1	9,80	611		380
Соя							
сходи – початок вегетативного росту	0,4	1,453	14,8	10,36	258	300	300
інтенсивний вегетативний ріст – бутонізація	0,5	1,450	14,8	10,33	321	350	350
цвітіння – формування бобів	0,7	1,449	14,9	10,42	453	380	380
налив зерна – досягання	0,8	1,448	15,1	9,80	611		380

У дипломній роботі для визначення строків поливу я використовую метод інтегральних кривих дефіцитів водоспоживання. Такий підхід дає можливість встановити періоди, коли потреба рослин у волозі перевищує

наявні запаси в ґрунті, та своєчасно призначити поливи. На сьогодні існує декілька методів визначення дефіциту водоспоживання сільськогосподарських культур, зокрема біокліматичний метод А.М. і С.М. Алпатьєвих, удосконалений біокліматичний метод В.П. Остапчика та біофізичний метод Д.А. Штойка.

У даній роботі використовується біокліматичний метод А.М. та С.М. Алпатьєвих, оскільки він є одним із найпоширеніших у практиці проєктування режимів зрошення та характеризується простотою застосування, доступністю вихідних даних і достатньою точністю отриманих результатів. Метод ґрунтується на встановленні залежності між водоспоживанням сільськогосподарських культур і дефіцитом вологості повітря, що описується відповідною математичною залежністю.

$$E = k_6 \sum d, \quad (3.11)$$

де E – сумарне водоспоживання за будь-який час, мм;

$\sum d$ – сума середньодобових дефіцитів вологості повітря за цей же період, мм;

k_6 – біологічний коефіцієнт (коефіцієнт біологічної кривої) – витрати вологи на одиницю дефіцитів вологості повітря, мм/мм.

Величина біологічного коефіцієнта k_6 є різною для окремих сільськогосподарських культур. Крім того, для однієї і тієї ж культури його значення змінюється протягом вегетаційного періоду залежно від фази розвитку рослин. Використання цього коефіцієнта в розрахунках дає можливість визначити водоспоживання культур з урахуванням їх біологічних особливостей.

Біокліматичні коефіцієнти значною мірою залежать від рівня зволоження ґрунту і, як правило, зростають із покращенням вологозабезпеченості. Разом з тим, незважаючи на простоту застосування та достатню точність для певних умов, метод має окремі недоліки. Зокрема, він

не враховує змін оптимального зволоження ґрунту в межах від найменшої вологості до вологості розриву капілярного зв'язку. Також експериментально визначені значення водоспоживання і біокліматичних коефіцієнтів є справедливими лише для конкретних агрокліматичних умов, тобто мають зональний характер.

З метою розширення можливостей застосування методу в різних природно-кліматичних умовах у розрахунки вводяться відповідні поправочні коефіцієнти.

Розрахунок інтегральних кривих дефіцитів водоспоживання я виконую у табличній формі для зручності систематизації та подальшого аналізу отриманих результатів.

Розрахунок інтегральної кривої дефіциту водоспоживання ярого ячменю з підсівом люцерни за даними власної метеостанції метеостанції ІІІ «Перемога» АВК

Показник	Вегетаційний період																	
	квітень			травень			червень			липень			серпень			вересень		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Сума атмосферних опадів в ΣP , мм	9	6	0	0	9	10	7	23	2	15	2	0	0	29	9	33	2,0	21
Середня температура повітря за декаду t , °C	8,9	11,7	15,4	15	15,7	16,8	18,4	17,2	19,9	21,3	25,2	24,5	24,7	24,3	20,4	18,5	16,1	14,2
Середній дефіцит вологості повітря за декаду d , мб	3,7	3,7	3,7	6,6	6,6	6,6	7,2	7,2	7,2	12,8	12,8	12,8	12,0	12,0	12,0	6,3	6,3	6,3
Сума середньодобових дефіцитів вологості повітря за декаду Σd , мб	37	37	37	66	66	73	72	72	72	128	128	141	120	120	132	63	63	63
Сума середньодобових температур повітря за декаду Σt , °C	89	117	154	150	157	185	184	172	199	213	252	270	247	243	224	185	161	142
Сума ефективних атмосферних опадів μp , мб	5,4	3,6	0,0	0,0	5,4	6,0	4,2	13,8	1,2	9,0	1,2	0,0	0,0	20,3	6,3	23,1	1,4	14,7
Поправочний коефіцієнт, b	1,09	1,13	1,18	1,22	1,25	1,29	1,31	1,32	1,32	1,31	1,29	1,27	1,23	1,2	1,15	1,11	1,06	1,01
Добуток $b\Sigma t$	97	132	182	183	196	238	241	227	263	279	325	342	304	292	258	205	171	143
Наростаючий підсумок $b\Sigma t$			182	365	561	799	1040	1267	1530	1809			304	595	853	1059	1229	1373
Біокліматичний коефіцієнт, K_b	0,27	0,27	0,3	0,35	0,4	0,45	0,44	0,37	0,27	0,27	0,42	0,43	0,42	0,48	0,53	0,43	0,46	0,53
Сумарне водоспоживання E , мм	10,0	10,0	11,1	23,1	26,4	32,7	31,7	26,6	19,4	34,6	53,8	60,5	50,4	57,6	70,0	27,1	29,0	33,4
Коефіцієнт вологообігу з нижчерозташованими шарами ґрунту, γ	1	1	1	0,95	0,95	0,95	0,9	0,9	0,9	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Сумарне випаровування з поправками на вологообмін, E_γ	10,0	10,0	11,1	21,9	25,1	31,0	28,5	24,0	17,5	29,4	45,7	51,5	42,8	49,0	59,5	23,0	24,6	28,4
Мікрокліматичний коефіцієнт k_m	1	1	1	0,95	0,95	0,95	0,93	0,93	0,93	0,91	0,91	0,91	0,9	0,9	0,9	0,93	0,93	0,93
Сумарне випаровування з врахуванням мікрокліматичного коефіцієнта, E_m	10,0	10,0	11,1	20,8	23,8	29,5	26,5	22,3	16,3	26,7	41,6	46,8	38,6	44,1	53,5	21,4	22,9	26,4
Дефіцит водоспоживання D , мм	4,6	6,4	11,1	20,8	18,4	23,5	22,3	8,5	15,1	17,8	40,4	46,8	38,6	23,8	47,2	-1,7	21,5	11,7
Дефіцит водоспоживання наростаючим підсумком ΣD , мм	4,6	11,0	22,1	42,9	61,4	84,9	107,2	115,7	130,8	148,6	188,9	235,8	274,3	298,1	345,3	343,6	365,1	376,8

Розрахунок інтегральної кривої дефіциту водоспоживання люцерни 2-го року за даними власної метеостанції метеостанції ПП «Перемога» АВК

Показник	Вегетаційний період																	
	квітень			травень			червень			липень			серпень			вересень		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Сума атмосферних опадів в ΣP , мм	9	6	0	0	9	10	7	23	2	15	2	0	0	29	9	33	2,0	21
Середня температура повітря за декаду t , °C	8,9	11,7	15,4	15	15,7	16,8	18,4	17,2	19,9	21,3	25,2	24,5	24,7	24,3	20,4	18,5	16,1	14,2
Середній дефіцит вологості повітря за декаду d , мб	3,7	3,7	3,7	6,6	6,6	6,6	7,2	7,2	7,2	12,8	12,8	12,8	12,0	12,0	12,0	6,3	6,3	6,3
Сума середньодобових дефіцитів вологості повітря за декаду Σd , мб	37	37	37	66	66	73	72	72	72	128	128	141	120	120	132	63	63	63
Сума середньодобових температур повітря за декаду Σt , °C	89	117	154	150	157	185	184	172	199	213	252	270	247	243	224	185	161	142
Сума ефективних атмосферних опадів μp , мб	5,4	3,6	0,0	0,0	5,4	6,0	4,2	13,8	1,2	9,0	1,2	0,0	0,0	20,3	6,3	23,1	1,4	14,7
Поправочний коефіцієнт, b	1,09	1,13	1,18	1,22	1,25	1,29	1,31	1,32	1,32	1,31	1,29	1,27	1,23	1,2	1,15	1,11	1,06	1,01
Добуток $b \Sigma t$	97	132	182	183	196	238	241	227	263	279	325	342	304	292	258	205	171	143
Наростаючий підсумок $b \Sigma t$			182	365	561	799	1040	1267	1530	1809	2134	2476	2780	3072	3330	3535	3706	3849
Біокліматичний коефіцієнт, K_b	0,6	0,56	0,52	0,52	0,52	0,46	0,46	0,5	0,46	0,46	0,42	0,42	0,42	0,42	0,46	0,52	0,52	0,52
Сумарне водоспоживання E , мм	22,2	20,7	19,2	34,3	34,3	33,4	33,1	36,0	33,1	58,9	53,8	59,1	50,4	50,4	60,7	32,8	32,8	32,8
Коефіцієнт вологообігу з нижчезростаючими шарами ґрунту, γ	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Сумарне випаровування з поправками на вологообмін, E_{γ}	18,9	17,6	16,4	29,2	29,2	28,4	28,2	30,6	28,2	50,0	45,7	50,3	42,8	42,8	51,6	27,8	27,8	27,8
Мікрокліматичний коефіцієнт k_m	1	1	1	0,95	0,95	0,95	0,93	0,93	0,93	0,91	0,91	0,91	0,9	0,9	0,9	0,93	0,93	0,93
Сумарне випаровування з врахуванням мікрокліматичного коефіцієнта, E_m	18,9	17,6	16,4	27,7	27,7	27,0	26,2	28,5	26,2	45,5	41,6	45,7	38,6	38,6	46,5	25,9	25,9	25,9
Дефіцит водоспоживання D , мм	13,5	14,0	16,4	27,7	22,3	21,0	22,0	14,7	25,0	36,6	40,4	45,7	38,6	18,3	40,2	2,8	24,5	11,2
Дефіцит водоспоживання наростаючим підсумком ΣD , мм	13,5	27,5	43,9	71,6	93,9	114,9	136,9	151,5	176,5	213,1	253,5	299,2	337,8	356,0	396,2	399,0	423,5	434,7

Розрахунок інтегральної кривої дефіциту водоспоживання люцерни 3-го року за даними власної метеостанції метеостанції ПП «Перемога» АВК

Показник	Вегетаційний період																	
	квітень			травень			червень			липень			серпень			вересень		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Сума атмосферних опадів в ΣР, мм	9	6	0	0	9	10	7	23	2	15	2	0	0	29	9	33	2,0	21
Середня температура повітря за декаду t, °C	8,9	11,7	15,4	15	15,7	16,8	18,4	17,2	19,9	21,3	25,2	24,5	24,7	24,3	20,4	18,5	16,1	14,2
Середній дефіцит вологості повітря за декаду d, мб	3,7	3,7	3,7	6,6	6,6	6,6	7,2	7,2	7,2	12,8	12,8	12,8	12,0	12,0	12,0	6,3	6,3	6,3
Сума середньодобових дефіцитів вологості повітря за декаду Σd, мб	37	37	37	66	66	73	72	72	72	128	128	141	120	120	132	63	63	63
Сума середньодобових температур повітря за декаду Σt, °C	89	117	154	150	157	185	184	172	199	213	252	270	247	243	224	185	161	142
Сума ефективних атмосферних опадів μр, мб	5,4	3,6	0,0	0,0	5,4	6,0	4,2	13,8	1,2	9,0	1,2	0,0	0,0	20,3	6,3	23,1	1,4	14,7
Поправочний коефіцієнт, b	1,09	1,13	1,18	1,22	1,25	1,29	1,31	1,32	1,32	1,31	1,29	1,27	1,23	1,2	1,15	1,11	1,06	1,01
Добуток bΣt	97	132	182	183	196	238	241	227	263	279	325	342	304	292	258	205	171	143
Наростаючий підсумок bΣt			182	365	561	799	1040	1267	1530	1809	2134	2476	2780	3072	3330	3535	3706	3849
Біокліматичний коефіцієнт, Кб	0,6	0,56	0,52	0,52	0,52	0,46	0,46	0,5	0,46	0,46	0,42	0,42	0,42	0,42	0,46	0,52	0,52	0,52
Сумарне водоспоживання E, мм	22,2	20,7	19,2	34,3	34,3	33,4	33,1	36,0	33,1	58,9	53,8	59,1	50,4	50,4	60,7	32,8	32,8	32,8
Коефіцієнт вологообігу з нижчезростаючими шарами ґрунту, γ	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Сумарне випаровування з поправками на вологообмін, Eγ	18,9	17,6	16,4	29,2	29,2	28,4	28,2	30,6	28,2	50,0	45,7	50,3	42,8	42,8	51,6	27,8	27,8	27,8
Мікрокліматичний коефіцієнт км	1	1	1	0,95	0,95	0,95	0,93	0,93	0,93	0,91	0,91	0,91	0,9	0,9	0,9	0,93	0,93	0,93
Сумарне випаровування з врахуванням мікроклісатичного коефіцієнта, Eм	18,9	17,6	16,4	27,7	27,7	27,0	26,2	28,5	26,2	45,5	41,6	45,7	38,6	38,6	46,5	25,9	25,9	25,9
Дефіцит водоспоживання D, мм	13,5	14,0	16,4	27,7	22,3	21,0	22,0	14,7	25,0	36,6	40,4	45,7	38,6	18,3	40,2	2,8	24,5	11,2
Дефіцит водоспоживання наростаючим підсумком ΣD, мм	13,5	27,5	43,9	71,6	93,9	114,9	136,9	151,5	176,5	213,1	253,5	299,2	337,8	356,0	396,2	399,0	423,5	434,7

Розрахунок інтегральної кривої дефіциту водоспоживання кукурудзи на силос за даними власної метеостанції метеостанції ПП «Перемога» АВК

Показник	Вегетаційний період																	
	квітень			травень			червень			липень			серпень			вересень		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Сума атмосферних опадів в ΣP , мм	9	6	0	0	9	10	7	23	2	15	2	0	0	29	9	33	2,0	21
Середня температура повітря за декаду t , °C	8,9	11,7	15,4	15	15,7	16,8	18,4	17,2	19,9	21,3	25,2	24,5	24,7	24,3	20,4	18,5	16,1	14,2
Середній дефіцит вологості повітря за декаду d , мб	3,7	3,7	3,7	6,6	6,6	6,6	7,2	7,2	7,2	12,8	12,8	12,8	12,0	12,0	12,0	6,3	6,3	6,3
Сума середньодобових дефіцитів вологості повітря за декаду Σd , мб	37	37	37	66	66	73	72	72	72	128	128	141	120	120	132	63	63	63
Сума середньодобових температур повітря за декаду Σt , °C	89	117	154	150	157	185	184	172	199	213	252	270	247	243	224	185	161	142
Сума ефективних атмосферних опадів μ , мб	5,4	3,6	0,0	0,0	5,4	6,0	4,2	13,8	1,2	9,0	1,2	0,0	0,0	20,3	6,3	23,1	1,4	14,7
Поправочний коефіцієнт, b	1,09	1,13	1,18	1,22	1,25	1,29	1,31	1,32	1,32	1,31	1,29	1,27	1,23	1,2	1,15	1,11	1,06	1,01
Добуток $b\Sigma t$	97	132	182	183	196	238	241	227	263	279	325	342	304	292	258	205	171	143
Наростаючий підсумок $b\Sigma t$			182	365	561	799	1040	1267	1530	1809	2134	2476	2780	3072	3330	3535	3706	3849
Біокліматичний коефіцієнт, K_b	0,23	0,23	0,24	0,24	0,25	0,26	0,26	0,25	0,27	0,27	0,28	0,3	0,28	0,28	0,26	0,25	0,24	0,23
Сумарне водоспоживання E , мм	8,5	8,5	8,9	15,8	16,5	18,9	18,7	18,0	19,4	34,6	35,8	42,2	33,6	33,6	34,3	15,8	15,1	14,5
Коефіцієнт вологообігу з нижчерозташованими шарами ґрунту, γ	1	1	1	1	0,95	0,95	0,95	0,95	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Сумарне випаровування з поправками на вологообмін, E_γ	8,5	8,5	8,9	15,8	15,7	17,9	17,8	17,1	17,5	31,1	32,3	38,0	30,2	28,6	29,2	13,4	12,9	12,3
Мікрокліматичний коефіцієнт k_m	1	1	1	0,95	0,95	0,95	0,93	0,93	0,93	0,91	0,91	0,91	0,9	0,9	0,9	0,93	0,93	0,93
Сумарне випаровування з врахуванням мікроклісатичного коефіцієнта, E_m	8,5	8,5	8,9	15,0	14,9	17,0	16,5	15,9	16,3	28,3	29,4	34,6	27,2	25,7	26,3	12,5	12,0	11,5
Дефіцит водоспоживання D , мм	3,1	4,9	8,9	15,0	9,5	11,0	12,3	2,1	15,1	19,3	28,2	34,6	27,2	5,4	20,0	-10,6	10,6	-3,2
Дефіцит водоспоживання наростаючим підсумком ΣD , мм	3,1	8,0	16,9	32,0	41,5	52,5	64,9	67,0	82,1	101,4	129,5	164,1	191,4	196,8	216,7	206,1	216,6	213,4

Розрахунок інтегральної кривої дефіциту водоспоживання сої за даними власної метеостанції метеостанції ПП «Перемога» АВК

Показник	Вегетаційний період																	
	квітень			травень			червень			липень			серпень			вересень		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Сума атмосферних опадів в ΣP , мм	9	6	0	0	9	10	7	23	2	15	2	0	0	29	9	33	2,0	21
Середня температура повітря за декаду t , °C	8,9	11,7	15,4	15	15,7	16,8	18,4	17,2	19,9	21,3	25,2	24,5	24,7	24,3	20,4	18,5	16,1	14,2
Середній дефіцит вологості повітря за декаду d , мб	3,7	3,7	3,7	6,6	6,6	6,6	7,2	7,2	7,2	12,8	12,8	12,8	12,0	12,0	12,0	6,3	6,3	6,3
Сума середньодобових дефіцитів вологості повітря за декаду Σd , мб	37	37	37	66	66	73	72	72	72	128	128	141	120	120	132	63	63	63
Сума середньодобових температур повітря за декаду Σt , °C	89	117	154	150	157	185	184	172	199	213	252	270	247	243	224	185	161	142
Сума ефективних атмосферних опадів μp , мб	5,4	3,6	0,0	0,0	5,4	6,0	4,2	13,8	1,2	9,0	1,2	0,0	0,0	20,3	6,3	23,1	1,4	14,7
Поправочний коефіцієнт, b	1,09	1,13	1,18	1,22	1,25	1,29	1,31	1,32	1,32	1,31	1,29	1,27	1,23	1,2	1,15	1,11	1,06	1,01
Добуток $b \Sigma t$	97	132	182	183	196	238	241	227	263	279	325	342	304	292	258	205	171	143
Наростаючий підсумок $b \Sigma t$			182	365	561	799	1040	1267	1530	1809	2134	2476	2780	3072	3330	3535	3706	3849
Біокліматичний коефіцієнт, K_b	0,3	0,3	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,31	0,32	0,31	0,3
Сумарне водоспоживання E , мм	11,1	11,1	11,5	20,5	20,5	22,5	22,3	22,3	22,3	41,0	41,0	45,1	38,4	38,4	40,9	20,2	19,5	18,9
Коефіцієнт вологообігу з нижчезрознатованими шарами ґрунту, γ	1	1	1	1	0,95	0,95	0,95	0,95	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Сумарне випаровування з поправками на вологообмін, E_{γ}	11,1	11,1	11,5	20,5	19,4	21,4	21,2	21,2	20,1	36,9	36,9	40,6	34,6	32,6	34,8	17,1	16,6	16,1
Мікрокліматичний коефіцієнт k_m	1	1	1	0,95	0,95	0,95	0,93	0,93	0,93	0,91	0,91	0,91	0,9	0,9	0,9	0,93	0,93	0,93
Сумарне випаровування з врахуванням мікрокліматичного коефіцієнта, E_m	11,1	11,1	11,5	19,4	18,5	20,3	19,7	19,7	18,7	33,5	33,5	36,9	31,1	29,4	31,3	15,9	15,4	14,9
Дефіцит водоспоживання D , мм	5,7	7,5	11,5	19,4	13,1	14,3	15,5	5,9	17,5	24,6	32,3	36,9	31,1	9,1	25,0	-7,2	14,0	0,2
Дефіцит водоспоживання наростаючим підсумком ΣD , мм	5,7	13,2	24,7	44,1	57,2	71,5	87,1	93,0	110,5	135,0	167,4	204,3	235,4	244,5	269,5	262,3	276,4	276,6

3.3 Вибір та обґрунтування способу зрошення і поливної техніки

При виборі методу та технології зрошення необхідно враховувати комплекс природних і виробничих умов, зокрема кліматичні, ґрунтові, топографічні, гідрогеологічні, біологічні, економічні та організаційні фактори. Ці аспекти є важливими для ефективного управління водними ресурсами та забезпечення сталого врожаю сільськогосподарських культур у сівозміні. Згідно зі схемою, запропонованою ПП "Перемога АВК", обрано тип зрошення - дощувальні машини Valley. Ці високоякісні зрошувальні системи широко використовуються в зрошуваному сільському господарстві, а їх офіційним постачальником є компанія АгроАльянс. Обране обладнання забезпечує рівномірне розподілення води та враховує агротехнічні вимоги для вирощування культур сівозміни, таких як озима пшениця, соя, кукурудза (на зерно та силос) та люцерна.

Кліматичні умови регіону характеризуються нестабільністю та недостатньою вологістю, що призводить до високого випаровування та значної залежності врожаю від опадів у вегетаційний період. Основні показники включають температуру повітря, відносну вологість, кількість опадів та вітровий режим. Рівень забезпечення вологою визначається на основі формули дефіциту води для культур:

Дощувальні машини Valley ефективно компенсують цей дефіцит, постачаючи воду відповідно до потреб рослин.

Швидкість та напрямок вітру є критично важливими для дощування, оскільки вони впливають на рівномірність розподілу води. Для середньоструменевих дощувальних машин допустима швидкість вітру складає до 5 м/с, однак у 22% випадків вона перевищує цю норму за кліматичних умов Дніпропетровська. Ефективне зрошення можливе приблизно протягом 78% часу.

Властивості ґрунту, такі як гранулометричний склад, вологість, солоність та стійкість до ерозії, є важливими для ефективного застосування зрошення. Ступінь штучного дощу не повинен перевищувати кількість води, що ґрунт може поглинути. Максимальна інтенсивність зрошення для важких суглинкових ґрунтів становить приблизно 0,1–0,2 мм/хв, що запобігає поверхневому стоку та утворенню каюж. Одноразові норми дощувальних машин Valley можуть досягати максимуму 40 мм для таких ґрунтів.

Тип рельєфу місцевості має велике значення для створення системи зрошення. При проектуванні системи необхідно враховувати схили поверхні та довжину схилу для ефективної роботи дощувальних систем. Схил, дозволений для обладнання типу Reinke, не повинен перевищувати 15%, що забезпечує безперервне зрошення і запобігає ерозійним процесам.

Глибина ґрунтових вод на землях господарства перевищує 5 м, що зменшує ризик затоплення ґрунтовими водами під час зрошення. Також важливо використовувати дренажні елементи для запобігання локальному перезволоженню в окремих зонах.

Біологічні характеристики культур визначають вибір методу зрошення. Культури сівозміни ПП «Перемога АВК» (озима пшениця, соя, кукурудза на зерно та силос, люцерна) віддають перевагу дощуванню, оскільки їм необхідна рівномірна вологість протягом вегетаційного періоду. Висота робочого трубопроводу дощувальної машини (приблизно 2,4 м) дозволяє зрошувати навіть високі культури, такі як кукурудза, без ризику пошкодження рослин.

До економічних аспектів належать розмір полів, стиль сівозміни, розташування земельних ділянок та технічне обладнання господарства. Дощувальні машини Valley є взаємозамінними та можуть адаптуватися до полів будь-якої конфігурації, що є особливо важливим для великих зрошуваних площ ПП «Перемога АВК».

Фактори водопостачання. Ефективність процесу зрошення залежить від наявності водних ресурсів, якості води та режиму постачання. Для дощувальних систем потрібна фільтрована вода, щоб уникнути засмічення форсунок та забезпечити належне функціонування обладнання. Також не рекомендується використовувати надто холодну воду (нижче 10°C), оскільки це може негативно вплинути на фізіологічну активність рослин.

3.4 Техніко-експлуатаційна характеристика дощувальних машин

Valley – це назва бренду механізованих дощувальних машин, вироблених Valmont Industries Inc. Протягом уже понад 60 років Valmont є постачальником найнадійнішого зрошувального обладнання та технологічних новинок в аграрному секторі.

Компанія включає понад 50 заводів, розташованих на шести континентах, та постачає дощувальні машини Valley у більш ніж 100 країн. Дилери Valley найнадійніші та найпрофесійніші представники цієї області. Кругові та фронтальні зрошувальні системи Valley дозволяють точно вносити воду, пестициди та добрива, що підвищує врожайність, ефективність споживання енергії, зберігає воду та знижує витрати праці. Кругова дощувальна машина Valley протягом багатьох років є стандартом якості за відповідність вимогам сільгосподарських товаровиробників на всіх типах полів у всьому світі. Фронтальні машини Valley пропонують високу різнобічність у використанні на полі. Машини Valley з кутовим плечем зрошують квадратні, прямокутні та ділянки складної форми з високою ефективністю та економічністю.

- Гарантії високої стабільної врожайності
- Низькі інвестиційні витрати
- Низькі експлуатаційні витрати • Вимагають менше трудовитрат
- Витрати на подачу води нижчі в порівнянні з іншими способами
- Просто в управлінні



-Екологічно безпечні способи зрошення

- Ідеальний для високорентабельних культур: біопаливо, овочі та інші культури

- Істотна економія води

- Висока гнучкість у виборі сівозміни

- Термін служби обладнання понад 25 років

- Усі компоненти машини відповідають вимогам Valmont



- Усі контрольні панелі покриті подвійним антикорозійним покриттям
- Усі колісні диски оцинковані відповідно до вимог Valmont
- Усі контролери виготовлені у США за стандартами Valmont
- Всі дощувальні апарати та обладнання виготовлено у USA
- Контроль витрат енергії
- Рівномірне та точне внесення води по всьому полю
- Високоточне внесення водорозчинних добрив
- Можливість внесення пестицидів та інших хімічних речовин, препаратів

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики дощувальної машини,
що застосовуються на запроектованому зрошуваному масиві

Показник	Valley
Макс. підйом поля над центральною опорою (м)	2.00
Тип комплекту розпилювачів	Senninger I-Wobb pkg w 10 psi reg
Тип спускних труб	Drops flex 6 ft from ground
Тип вантажів	0.85 lb I-Wobb weights pkg
Відстань між розпилювачами (см)	288.00
Діаметр охоплення розпилювачів (м)	14.90
Тип бустерного насоса	Booster Pump 2 [hp]
Тип кінцевого водомета	Komet SR101
Радіус дії кінцевого водомета (м)	27.00
Загальний кут зрошення водометом (град.)	300.00
Тип центральної опори	8-5/8 Дюймів центральної опори.
Кліренс (дорожній просвіт) (м)	2,86
Сила струму в системі (А)	12,96
Електроживлення	380V / 50Hz
Тип панелі керування	Icon 5
Необхідна потужність для руху (кВт)	6,82
Тип коліс	High Float 14.9x24
Тип мотор-редукторів	Standard Speed
Тип дизель-генератора	Public Power Supply: 6.82 kW
Кінцевий тиск (бар)	1,03
Гідромодуль (л/с·га	1,22

3.5 Розроблення графіка поливів для запроектованої сівозміни

Чергування зрошення сільськогосподарських культур у вегетаційний період є корисним, оскільки графік зрошення повинен бути

представлений як графік зрошення. Саме графік використовується для визначення часу зрошення, обсягу зрошення та кількості води, яку потрібно подати на зрошувані площі в кожен період. З цього графіка планується робота зрошувальної мережі та обладнання для дощування таким чином.

Спочатку складається неукомплектований графік зрошення, що відображає потребу культур у зрошенні без урахування дощувальних машин. Після цього він доповнюється з урахуванням споживання та продуктивності прийнятих дощувальних агрегатів, що допомагає забезпечити завантаження обладнання та своєчасне проведення зрошення.

Для складання неукомплектованого графіка зрошення також готується зрошувальна відомість (таблиця 3.3), яка містить дату зрошення, норми зрошення, тривалість міжзрошувального періоду та інші елементи, які потрібно додати до неї для створення графіка. Це допомагає визначати потребу сільськогосподарських культур у воді протягом усього зрошувального періоду та забезпечує ефективне використання водних ресурсів.

Тривалість поливу визначається за формулою,

$$t = \frac{F m_{\text{бр}}}{3,6 Q_{\text{м}} \tau_{\beta \text{зм}}}, \quad (3.5)$$

де: F — зрошувана площа поля, га; $m_{\text{бр}}$ — поливна норма брутто, $\text{м}^3/\text{га}$; $Q_{\text{м}}$ — витрата прийнятої дощувальної машини, л/с; t — тривалість поливу протягом доби, год (при використанні дощувальної машини «Reinke» полив зазвичай здійснюється у дві зміни по 8 годин, тобто $t = 16$ год); зм — коефіцієнт, що враховує втрати робочого часу протягом доби.

Полівна норма брутто визначається за формулою, де $m_{\text{нт}}$ — поливна норма нетто, $\text{м}^3/\text{га}$; β — коефіцієнт, що враховує втрати води на випаровування.

$$m_{\text{бр}} = \frac{m_{\text{нт}}}{\beta}, \quad (3.6)$$

де $m_{\text{нт}}$ – поливна норма, нетто, м³/га; β – коефіцієнт, який враховує втрати води на випаровування

Вираховується коефіцієнт випаровування під час поливу:

$$\beta = \frac{100 - kE}{100}, \quad (3.7)$$

Коефіцієнт випаровування β під час поливу розраховується за залежністю, де k — поправочний коефіцієнт, що характеризує тип дощувальної машини (для середньострумінних дощувальних машин $k = 1$); E — випаровування води в зоні дощової хмари під час дощування, % від поданої води.

Показник випаровування E визначається з урахуванням таких метеорологічних факторів, як середня температура повітря під час поливу, відносна вологість повітря та розрахункова швидкість вітру, приведена до висоти 2 м над поверхнею ґрунту

$$E = t \left(1 - \frac{\varphi}{100} \right) (0,15V_a + 0,71), \quad (3.8)$$

де t – середня температура повітря при дощуванні, °С; φ – відносна вологість повітря, %; v_a – розрахункова швидкість вітру, приведена до висоти 2 м над поверхнею землі.

Таблиця 3.3 - Відомість неуккомплектованого графіка поливу запроєктованої сівозміни

№ поля	Сільськогосподарська культура	Зрошувальна площа, га	Зрошувальна норма, м3/га	№ поливу	Поливна норма, м3/га			Строки поливів		Тривалість поливу, днів	Поливна витрата, л/с
					нетто	β	брутто	початок	кінець		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	Яровий ячмінь з підсівом люцерни	65,6	3200	1	400	0,933	429	15.05.2026	20.05.2026	5	65
				2	400	0,912	439	03.06.2026	08.06.2026	5	
				3	400	0,888	450	30.06.2026	05.07.2026	6	
				4	400	0,888	450	16.07.2026	21.07.2026	6	
				5	400	0,888	450	25.07.2026	30.07.2026	6	
				6	400	0,866	462	06.08.2026	11.08.2026	6	
				7	400	0,866	462	21.08.2026	26.08.2026	6	
				8	400	0,912	439	29.08.2026	03.09.2026	5	
Σ							3581				
38	Люцерна 2 року	59,6	4000	1	400	0,933	429	04.05.2026	09.05.2026	5	65
				2	400	0,933	429	17.05.2026	22.05.2026	5	
				3	400	0,912	439	08.06.2026	13.06.2026	5	
				4	400	0,912	439	26.06.2026	01.07.2026	5	
				5	400	0,888	450	10.07.2026	15.07.2026	6	
				6	400	0,888	450	20.07.2026	25.07.2026	6	
				7	400	0,866	462	29.08.2026	03.09.2026	6	
				8	400	0,866	462	10.08.2026	15.08.2026	6	
				9	400	0,866	462	25.08.2026	30.08.2026	6	
				10	400	0,912	439	25.09.2026	30.09.2026	5	
Σ							4460				

90	Люцерна 3 року	28,5	4000	1	400	0,933	429	04.05.2026	09.05.2026	5	65
				2	400	0,933	429	17.05.2026	22.05.2026	5	
				3	400	0,912	439	08.06.2026	13.06.2026	5	
				4	400	0,912	439	26.06.2026	01.07.2026	5	
				5	400	0,888	450	10.07.2026	15.07.2026	6	
				6	400	0,888	450	20.07.2026	25.07.2026	6	
				7	400	0,866	462	29.08.2026	03.09.2026	6	
				8	400	0,866	462	10.08.2026	15.08.2026	6	
				9	400	0,866	462	25.08.2026	30.08.2026	6	
				10	400	0,912	439	25.09.2026	30.09.2026	5	
Σ							4460				
89	Кукурудза на силос	29,6	2000	1	400	0,933	429	08.05.2026	13.05.2026	5	65
				2	400	0,912	439	23.06.2026	28.06.2026	5	
				3	400	0,888	450	14.07.2026	19.07.2026	6	
				4	400	0,888	450	26.07.2026	31.07.2026	6	
				5	400	0,866	462	11.08.2026	16.08.2026	6	
Σ							2230				
40	соя	43,4	2800	1	400	0,933	429	28.04.2026	03.05.2026	5	65
				2	400	0,933	429	25.05.2026	30.05.2026	5	
				3	400	0,912	439	27.06.2026	02.07.2026	5	
				4	400	0,888	450	13.07.2026	18.07.2026	6	
				5	400	0,888	450	26.07.2026	31.07.2026	6	
				6	400	0,866	462	08.08.2026	13.08.2026	6	
				7	400	0,912	439	01.09.2026	06.09.2026	5	
Σ							3097				

Таблиця 3.4 – Розрахунок коефіцієнта, що враховує втрати води на випаровування під час поливу (β) за даними власної метеостанції ПП «Перемога» АВК

Місяць	t, °C	ϕ , %	v_a , м/с	E, %	β
05	15,9	66	3,5	6,68	1,067
06	20,2	64	3,3	8,76	1,088
07	22,5	58	3,2	11,25	1,112
08	22	48	3,1	13,44	1,134
09	17,2	58	3,4	8,81	1,088
Середнє				9,79	1,10

4. РОЗРАХУНОК ГІДРАВЛІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕМЕНТІВ ЗРОШУВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

4.1 Обґрунтування структури зрошувальної мережі

На ПП Перемога АВК була побудована закрита зрошувальна мережа для поливу сільськогосподарських культур широкозахватними дощувальними машинами "Valley". Сучасні дощувальні машини забезпечують рівномірний розподіл зрошувальної води по площі поля, підвищують ефективність зрошення та підтримують виробництво стабільних врожаїв.

Конфігурація зрошувальної мережі визначається розташуванням джерела водопостачання, рельєфом місцевості, розміром зрошуваної площі та технічними особливостями дощувальних машин "Valley". Джерелом води для системи є накопичувальний ставок, з якого вода подається в мережу трубопроводів насосною станцією.

Закрита зрошувальна мережа включає магістральні (розподільчі) та польові трубопроводи. Магістральний трубопровід забезпечує подачу води від насосної станції до зрошуваної території та її подальший розподіл між польовими трубопроводами. У свою чергу, польові трубопроводи подають воду безпосередньо до дощувальних машин «Valley», які здійснюють полив відповідно до встановленого режиму зрошення.

При плануванні мережі маршрути трубопроводів обиралися так, щоб вони були мінімальної довжини та зручні в експлуатації. Трубопроводи прокладені по польових дорогах та лісосмугах, тому вони не потребують обслуговування та ремонту і є відносно безпечними для переміщення сільськогосподарської техніки.

4.2 Гідравлічний розрахунок складових елементів мережі

Кількість зрошувачів, які працюють одночасно, є одним із ключових параметрів для визначення розрахункового водоспоживання в зрошувальній мережі. Цей показник впливає на діаметри трубопроводів, потужність системи та насосне обладнання. Кількість зрошувачів, що працюють синхронно, встановлюється

відповідно до графіка зрошення, режиму обробки сільськогосподарських культур та технічних характеристик самих зрошувачів.

Розрахунок витрат трубопроводу здійснюється з урахуванням безперервної роботи максимальної кількості зрошувачів, які можуть функціонувати одночасно в найвіддаленіших районах від насосної станції в межах зрошуваної площі. При цьому беруться до уваги особливості технології зрошення, нерівномірне водоспоживання протягом сезону та необхідність підтримання стандартного тиску в мережі.

Для зрошувачів марки Valley розрахунок проводиться з урахуванням необхідного водоспоживання для кожної одиниці обладнання. Встановлена схема роботи дозволяє кожному зрошувачу подавати 120 л/с, що забезпечує ефективну роботу та відповідність розрахунковому режиму зрошення.

Усі гідравлічні розрахунки закритої зрошувальної мережі виконуються у табличній формі. Результати цих розрахунків використовуються для визначення діаметрів трубопроводів, втрат напору в мережі та вибору насосного обладнання, що забезпечує надійну роботу зрошувальної системи під ПП «Перемога» АВК.

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

де Q – витрати води в трубопроводі, $\text{м}^3/\text{с}$;

v – оптимальна швидкість руху води, $\text{м}/\text{с}$.

Швидкість потоку води в трубопроводах є одним із найважливіших параметрів гідравлічного розрахунку зрошувальної мережі. Для поліетиленових труб, що використовуються в проекті ПП "Перемога АВК", рекомендується підтримувати швидкість потоку води в межах 1-2 $\text{м}/\text{с}$. Цей діапазон забезпечує надійну роботу мережі та є економічно обґрунтованим.

Неприпустиме зниження швидкості потоку нижче рекомендованих меж може призвести до накопичення осаду та замулювання трубопроводів, що знижує їх пропускну здатність. З іншого боку, надмірне збільшення швидкості (особливо при меншому діаметрі труби) може викликати втрати напору, підвищені енергетичні

витрати на транспортування води та збільшення ймовірності гідравлічних ударів у мережі.

Після розрахунку діаметра трубопроводу вибирається найближчий стандартний діаметр, що виготовляється промисловістю, а також перевіряється фактична швидкість потоку води. Середня швидкість потоку визначається за формулою:

За розрахованим значенням діаметра приймають найближчий стандартний діаметр трубопроводу, після чого уточнюють швидкість руху води в ньому.

$$V_1 = \frac{4Q}{\pi d_{\text{ст}}^2}, \quad (4.2)$$

де d — стандартний внутрішній діаметр трубопроводу, м.

Швидкість руху води, отриману в розрахунку, порівнюють із допустимою швидкістю на замулювання, яка приймається рівною 0,3 м/с при заборі води з річки та 0,2 м/с при заборі з водосховища. Якщо фактична швидкість води виявляється меншою за допустиму, необхідно зменшити діаметр трубопроводу для забезпечення належного гідравлічного режиму.

Втрати напору по довжині трубопроводу визначаються за рівнянням:

:

$$h_1 = S_0 \cdot Q^2 \cdot L, \quad (4.3)$$

де (L) — довжина трубопроводу (ділянки), м; (S_0) — питомий опір трубопроводу, $\text{м}^2/\text{с}^6$; (Q) — витрата води, $\text{м}^3/\text{с}$.

Втрати напору загальні в трубопроводі (ділянці) визначають як суму втрат по довжині та місцевих, тобто

$$h_w = h_1 + h_M = 1,1h_1, \quad (4.4)$$

Розрахунок ведуть в два приближення. Перше починають з кінцевих ділянок (гідрантів зрошувальної мережі).

При цьому відмітки п'єзометричної лінії на останньому гідранті польового трубопроводу визначають за формулою:

$$\nabla_{\text{плк}} = \nabla_{\text{пз}} + h_0 + \Delta h_{\text{маш}} + \Delta h_{\text{гидр}}, \quad (4.5)$$

де $\nabla_{\text{плк}}$ - відмітка п'єзометричної лінії останнього (кінцевого) гідранта, м; $\nabla_{\text{пз}}$ - відмітка поверхні землі біля гідранта, м;

h_0 - потрібний вільний напір на гідранті, м, рівний робочому напору дощувальної машини;

$\Delta h_{\text{маш}}$ - втрати напору в машині за рахунок нерівностей на полі, м;

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

Відмітка п'єзометричної лінії на початку трубопроводу дорівнює відмітці п'єзометричної лінії в кінці ділянки плюс сумарні втрати напору в цій ділянці трубопроводу.

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

Якщо від будь-якого вузла розподільчого трубопроводу відгалужуються два або більше трубопроводів нижчого порядку, відмітка п'єзометричної лінії для цього вузла приймається як найвища з відміток на початках відповідних трубопроводів.

Розрахунок виконується в два етапи: перший етап передбачає визначення необхідної відмітки п'єзометричного рівня на початку мережі (насосної станції), а другий - безпосередній вибір діаметрів трубопроводів та визначення тиску на кожній ділянці та вузлі зрошувальної мережі. Загальний тиск насосної станції враховує відмітку п'єзометричної лінії на головці магістрального трубопроводу, мінімальну відмітку рівня на водному джерелі, а також втрати тиску в замкнутій мережі, що визначаються для найбільш несприятливого випадку роботи системи. Також важливо враховувати тиск, необхідний на гідранті для забезпечення нормальної роботи дощувальної машини.

$$H_r = \nabla_{\text{пзк}} - \nabla_{\text{рвнс}} \quad (4.7)$$

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

Таблиця 4.1 – Гідравлічний розрахунок

1	НС2 - 14	164,23	65,57	250	1,5	62	60	92	90,5
2	14-15	26,36	41,72	250	0,1	62	61	90,5	86
3	14-16	261	23,85	250	0,4	62	63	90,5	90,1
4	16-17	687,91	23,85	250	1	63	64	90,1	89,1
5	17-18	41	23,85	250	0,1	64	64	89,1	89

Таблиця 4.2 – Гідравлічний розрахунок

№ з/п	відрізок	довжина, м	витрата, л/с	діаметр, мм	втрати, м	висота на початку відрізку, м	висота на кінцю відрізку, м	п'єзометричний напір на початку	п'єзометричний напір на кінці
1	НС2-19	866	161,12	355	7,333	62	66	120,399	113,066
2	19-20	320,79	161,12	280	8,426	66	67	113,066	104,64
3	20-21	482,93	101,52	250	9,621	67	66	104,64	95,019
4	21-22	90,93	71,88	250	0,982	66	65	95,019	94,037
5	22-23	914,66	43,41	250	4,037	65	65	94,037	90

Потрібну потужність насосної станції визначають за формулою:

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

де ρ – густина (щільність) води, $\rho=1000$ кг/м³; g – прискоренням вільного падіння, $g=9,81$ м/с²; Q – розрахункові витрати насосної станції, м³/с; H – повний напір насосної станції, м; η_n – ККД насоса; η_{dv} – ККД двигуна; 1,03 – коефіцієнт, що враховує внутрішньостанційні втрати напору на НС.

4.3 Проектування поздовжніх профілів напірних трубопроводів

Поздовжній профіль зрошувальної мережі розробляється для визначення проектних відміток траншеї, осі та верхньої частини трубопроводу, а також для розрахунку обсягу земляних робіт і встановлення місць розташування гідротехнічних споруд.

Вихідними даними для побудови поздовжнього профілю є топографічний план території або результати геодезичного нівелювання траси. Профіль створюється відповідно до чинних нормативних вимог. У даному проекті горизонтальний масштаб становить 1:5000, а вертикальний 1:200.

Після винесення траси в натуру на профіль наноситься лінія поверхні землі відповідно до відміток висот місцевості. Наступним кроком є виділення окремих ділянок з однаковими або схожими значеннями ухилу рельєфу, які враховуються при проектуванні трубопроводів.

Глибина закладання трубопроводу визначається з урахуванням кліматичних умов місцевості, глибини промерзання ґрунту та необхідності захисту труб від механічних навантажень. Для закритих зрошувальних мереж рекомендується закладати труби на глибину близько 1,2 метра. У випадку нестійких ґрунтів трубопровід слід укласти на піщану основу товщиною не менше 0,2 метра.

Відмітка дна траншеї розраховується шляхом віднімання глибини закладання трубопроводу та його зовнішнього діаметра від відмітки на

поверхні землі. Після цього визначаються відмітки осі, дна та верху труби з урахуванням її геометричних характеристик та ухилу. Відмітки дна траншеї визначають за формулою:

$$V_{\text{дна траншеї}} = V_{\text{пов.землі}} - h_{\text{гр}} - D \quad (4.10)$$

де (D) — зовнішній діаметр трубопроводу.

На етапі проєктування необхідно забезпечити безперервний рух води в трубопроводі, тому ділянки зі зворотними або нульовими ухилами не допускаються до використання. У випадках, коли уникнути цього неможливо, мінімальний поздовжній ухил повинен становити не менше 0,0005.

У найнижчих точках траси передбачаються пристрої для спорожнення трубопроводу, а у найвищих пристрої для видалення повітря. Для візуалізації структури траншеї виконуються поперечні перерізи на характерних пікетах, із зазначенням усіх необхідних розмірів та відміток висот.

4.4 Характеристика та проєктування інженерних споруд системи зрошення

Щоб забезпечити ефективну роботу закритої іригаційної мережі, необхідно розробити спеціалізований проєкт трубопроводу. Розподільчі колодязі або вузли виконують функцію координації розподілу води між окремими елементами стаціонарної закритої іригаційної системи. У цих колодязях встановлюються клапани, які розміщуються в центрі полів різних порядків, а також розподільчі трубопроводи, що відгалужуються від трубопроводів вищого порядку. У розподільчому трубопроводі останнього порядку клапани розташовуються вздовж відгалужень. Деякі відгалуження молодшого розподільчого або польового трубопроводу закриті запірними клапанами. Арматура може бути виготовлена з різних матеріалів, а розподільчі колодязі зазвичай створюються як стандартні конструкції. Наразі все більше використовуються розподільчі вузли, які виводяться

на поверхню землі за допомогою регулювальних клапанів для покращення функціонування системи. Розподільчі вузли можуть бути інтегровані з плунжерами (РВ), дренажним обладнанням (РС) або гідрантами (РГ). Іригаційний трубопровід, що постачає воду, оснащується дренажним клапаном. У випадку групи робочих трубопроводів може використовуватися один клапан. Для таких трубопроводів зазвичай застосовуються чавунні фітинги, призначені для високого тиску.

Вихід гідранта служить для відведення води з трубопроводу на рівень вище поверхні землі та її подачі до дощувальної машини. Зазвичай ці гідранти встановлюються в польовому трубопроводі, а відстань між ними визначається параметрами та умовами експлуатації дощувального обладнання.

Дренажний колодязь використовується для скидання води з закритих мереж у зимовий період або під час ремонту. У разі відсутності спеціальної дренажної мережі в іригаційних системах відведення води здійснюється через спеціальні випуски з трубопроводу на понижені ділянки рельєфу, дороги або природні пониження з подальшим скиданням у колекторно-дренажну систему. Замість дренажних колодязів можуть застосовуватися дренажні гідранти, у яких основна частина води відводиться самопливом через запірний кран, а залишок видаляється за допомогою мобільних аварійних насосних установок.

Пристрій для захисту від гідравлічних ударів призначений для зниження або запобігання впливу гідравлічного удару, що виникає при раптовому вимкненні насосного обладнання або припиненні подачі води. Амортизатори встановлюються на напірній лінії безпосередньо після зворотного клапана для захисту насосної станції та всього трубопроводу від можливих гідравлічних перевантажень.

Повітряний клапан забезпечує автоматичне видалення повітря з трубопроводу, запобігаючи його накопиченню та утворенню

повітряних пробок. Як правило, він встановлюється на підвищених ділянках трубопровідної мережі.

.

4.5 Проектування транспортних комунікацій і захисних лісових насаджень на території зрошення

При проектуванні зрошувальних систем важливо враховувати розміщення дорожньої мережі та захисних лісових смуг. Дороги різних категорій проєктуються відповідно до типу зрошувальної системи: польові, фермерські, міжфермерські та експлуатаційні. Польові дороги можуть бути як постійними, так і тимчасовими та розміщуються вздовж районних і фермерських розподільчих каналів та водозабірних споруд. Ширина земляного полотна при цьому становить до 5,0 м, а бокові укоси виконуються з одного або обох боків із ухилом 3–5 %.

На садибних територіях дороги прокладаються вздовж господарських розподільників і водовідвідних каналів. Вони можуть мати часткове або повне гравійне чи асфальтове покриття, при цьому ширина дорожнього полотна становить 6,5 м. Для відведення поверхневих вод і захисту дорожнього полотна від підтоплення передбачаються кювети трапецієподібного або трикутного профілю глибиною 0,3–0,6 м. Поздовжній ухил доріг зазвичай не перевищує 9–10 %, але для забезпечення ефективного водовідведення з кюветів він не має бути меншим ніж 0,3 %.

Висота насипу дорожнього полотна повинна перевищувати розрахунковий рівень ґрунтових вод: для засолених ґрунтів — не менше 0,8–1,2 м, а для середньо- та сильнозасолених — 1,0–1,7 м.

У складі зрошувальних систем передбачаються такі типи захисних лісових насаджень: інженерно-технічні, водоохоронні, ґрунтозахисні та ландшафтні. Площа лісозахисних насаджень має становити не менше 4 % від загальної зрошуваної території. Лісосмуги розміщуються у двох взаємно перпендикулярних напрямках: поздовжньому (основному), орієнтованому відповідно до переважаючих вітрів місцевості, та поперечному (допоміжному),

перпендикулярному до основного. Відстань між поздовжніми лісосмугами не повинна перевищувати 800 м, між поперечними — 2000 м, а на піщаних ґрунтах — 1000 м.

При організації зрошуваних масивів доцільно формувати поля сівозміни з витягнутою формою, а також розміщувати зрошувані ділянки поперек напрямку переважаючих вітрів або з відхиленням не більше 30°. Відстань між дренажними канавами та лісосмугами залежить від порід дерев і становить: для листяних — 20 м, хвойних — 30 м, плодових — 7 м, для вільхи, верби, шипшини та смородини — 15 м, для інших чагарників — 10 м.

5. ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ РОБІТ З БУДІВНИЦТВА ЗРОШУВАЛЬНОГО МАСИВУ

Будівництво зрошувальної мережі буде здійснюватися на землях ПП «Перемога» АВК Дніпровського району Дніпропетровської області. Головна садиба господарства розташована на території підприємства і має зручні транспортні зв'язки з населеними пунктами району та обласним центром Дніпро. Біля зрошуваної ділянки є місцеві та регіональні дороги, які дозволяють безперебійно постачати будівельні матеріали, обладнання та паливно-мастильні матеріали. Досліджувана територія характеризується розвиненим сільськогосподарським виробництвом. Основними видами діяльності господарств є вирощування зернових, технічних та кормових культур. Промислові підприємства переважно розташовані в місті Дніпро та інших містах області.

Будівельні матеріали для будівництва об'єктів зрошувальної мережі (збірні залізобетонні конструкції, цемент, пісок, гравій, металеві вироби, трубопроводи та інше обладнання) постачаються місцевими виробниками та підприємствами Дніпропетровської області, що є дуже важливим для своєчасного виконання будівельно-монтажних робіт.

5.1 Визначення обсягів земельних та монтажних робіт

Перелік будівельних робіт визначається з технологічних умов будівництва закритої зрошувальної мережі. Розрахунок об'ємів робіт виконуємо в технологічній та організаційній послідовності виконання відповідних видів робіт.

З метою збереження родючого шару ґрунту виконується роздільна розробка рослинного та мінерального ґрунту в траншеї під трубопроводом.

Об'єм зрізки рослинного шару ґрунту з траси прокладання траншеї визначається за формулою

$$V_{p.гр.} = L_{тр} \cdot B_{зр} \cdot h_{p.гр.}, \quad (5.1)$$

де $L_{тр}$ – загальна протяжність траншеї;

$B_{зр}$ – ширина смуг зрізання рослинного шару (6-8 м);

$h_{p.гp}$ – шар рослинного ґрунту.

З метою визначення об'ємів розробки ґрунту в траншеї під трубопровід, виконується побудова поздовжніх профілів (рис. 2.2, рис. 2.3).

Загальний об'єм розробки ґрунту траншеї під трубопровід розраховується за формулою

$$V_{тр} = L_{тр} \cdot F_{тр}, \quad (5.2)$$

$$F_{тр} = h_{тр} \cdot (b_{тр} + h_{тр} \cdot m), \quad (5.3)$$

$$h_{тр} = 0,7 + d_{тр} - h_{p.гp}, \quad (5.4)$$

де $h_{тр}$ – глибина траншеї;

$b_{тр}$ – ширина траншеї по дну;

m – коефіцієнт закладання відкосів траншеї.

Ширина каналу по дну визначається в залежності від матеріалу, типу і способу укладки труб.

При визначенні об'ємів розробки ґрунту враховується розробка ґрунту в котлованах під колодязем, об'єм якого приймається в розмірі 3% від загального об'єму розробки ґрунту в траншеї

$$V_{кот} = 0,03 \cdot \Sigma V_{тр}, \quad (5.5)$$

Після укладання трубопроводів на дно траншеї виконують її часткове засипка ґрунтом, об'єм якої розраховуємо за формулою

$$V_{час} = L_{тр} \cdot \left(b_{тр} \cdot d - \frac{\pi \cdot d^2}{4} \right). \quad (2.6)$$

5.2 Обґрунтування вибору комплексу будівельних машин

Якщо ми хочемо побудувати іригаційну мережу, то буде потрібно набір будівельних машин для виконання всіх технологічних робіт з мінімальними витратами праці та часу. При виборі набору машин враховуватиметься обсяг земляних робіт, структура об'єкта, умови роботи машини та технічні якості машини. При цьому кількість типів машин у

наборі має бути невеликою, а машини повинні виконувати кілька технологічних операцій.

Для земляних робіт прийнято набір машин, що складається з бульдозера Shantui SD16, колісного екскаватора JCB JS160W, самохідного крана К-46 та траншейного екскаватора ЕТС-406.

Бульдозер Shantui SD16 використовується для підготовки будівельного майданчика, зрізання рослинного шару, вирівнювання території, переміщення ґрунту на короткі відстані та засипання траншей після укладання трубопроводів. Машина має дизельний двигун потужністю 131 кВт (178 к.с.) та робочу вагу близько 17 тонн. Ємність відвалу становить до 4,8 м³, тому операції вирівнювання та транспортування є високопродуктивними та ефективними.

Основні земляні роботи виконуються колісним екскаватором JCB JS160W, який має робочу вагу 16,8-18,5 тонн та ковш ємністю 0,77 м³. Максимальна глибина копання становить 5,2 м, тому ми можемо працювати з ямами та траншеями такої глибини. Колісне шасі екскаватора дуже міцне і зменшує час, витрачений між робочими майданчиками.

Для монтажу елементів іригаційної мережі, завантаження та розвантаження будівельних матеріалів використовується самохідний автокран К-46. Кран встановлений на базі вантажівки ЗІЛ-130 і має вантажопідйомність до 5 тонн. Довжина стріли становить від 2,5 до 5,5 метрів, щоб мати можливість виконувати монтажні роботи на будівельному майданчику.

Траншейний екскаватор ЕТС-406 використовується для дренажних та іригаційних трубопроводів. Машина забезпечує розробку траншей шириною 0,66 м і заданим ухилом дна від 0,001 до 0,01. Робоча швидкість укладання траншей становить від 17 до 150 м на годину залежно від ґрунтових умов, щоб зробити процес будівництва більш механізованим та продуктивним.

Прийнятий набір машин забезпечує повну механізацію основних будівельних та монтажних робіт під час будівництва іригаційної мережі. Використання універсальних та спеціалізованих машин скорочує час будівництва, знижує трудомісткість робіт та гарантує якість технологічних процесів.

5.3 Технологія виконання робіт під час будівництва зрошувальної мережі

Виконання будівельних робіт з розвитку зрошувальної мережі передбачає технологічні процеси на професійному рівні в межах підприємства та дотримання правил безпеки. Для забезпечення своєчасного та якісного виконання будівельних робіт необхідно розробити детальні технологічні карти та чітку послідовність виконання робіт. Технологічна карта або схема може бути використана для включення будівельних організацій до проектно-технологічної документації.

Наразі виконання робіт з монтажу зрошувальних систем потребує наявності сертифіката допуску. Для його отримання працівники, відповідальні за виконання робіт, повинні мати вищу або середню спеціальну освіту у сфері будівництва, а також стаж роботи за фахом не менше 5 років.

Інженерно-технічні працівники, які відповідають за забезпечення безпеки під час демонтажних робіт, повинні мати вищу освіту за напрямом промислового та цивільного будівництва, гідротехніки, водопостачання та водовідведення тощо. Обов'язковою умовою також є наявність необхідної матеріально-технічної бази, обладнання та засобів для безпечного виконання робіт.

Будівельні технологічні процеси регулюють правила виконання робіт та вибір технологічного забезпечення. Порядок виконання основних операцій при будівництві зрошувальної мережі такий:

Зрізання рослинного шару ґрунту вздовж маршруту траншеї. Планування траншеї на заданий ухил. Розробка ґрунту в траншеї екскаватором та вручну. Розробка ґрунту для колодязів та з'єднань труб. Монтаж та укладання поліетиленових труб. Встановлення колодязів та клапанів. Проведення попереднього випробування трубопроводу. Часткове засипання траншеї та проведення остаточного випробування. Встановлення повітряних вентилів та зворотних клапанів. Відновлення рослинного шару та планування поверхні ґрунту Норми часу, змінна продуктивність та відповідні обґрунтування приймаються згідно з ЄНіР (Єдиними нормами і розцінками). Перед початком виконання земляних робіт здійснюється інструментальна розбивка осі траншеї, поперечних профілів, меж відвалів ґрунту, зон руху будівельної техніки та майданчиків для складування матеріалів.

Розбивка поперечних перерізів виконується через кожні 50 м на прямих ділянках траси трубопроводу та через кожні 20 м на криволінійних ділянках із закріпленням осі кілками. Вісь траншеї фіксується маяками висотою 2–2,5 м. Візирні стрижні з позначенням робочих відміток глибини розробки встановлюються через кожні 50 м від краю траншеї на відстані 0,5 м.

Ширина траншеї визначається проєктом і залежить від діаметра трубопроводу, матеріалу труб, способу їх укладання та типу з'єднань. Мінімальна ширина траншеї повинна становити не менше 0,7 м відповідно до вимог техніки безпеки. Розміри котлованів визначаються типом і габаритами труб та способом з'єднання і становлять: глибина 0,2–0,7 м, довжина 0,3–1 м, ширина — відповідно до ширини траншеї.

Траншеї глибиною до 1,5 м та шириною до 1,2 м рекомендується розробляти екскаваторами, оснащеними обладнанням для формування ложа труб і виконання котлованів у місцях з'єднань. Траншеї глибиною понад 1,5 м виконуються одноківшовими екскаваторами, обладнаними робочим органом типу «зворотна лопата» з місткістю ковша 0,4–0,65 м³.

Траншеї глибиною до 1,5 м зазвичай виконуються з вертикальними стінками, а при глибині від 1,5 до 2,5 м — з укосами під кутом $m = 0,5$. Відвал мінерального ґрунту розміщується з одного боку траншеї (зазвичай з підвітряного боку) для запобігання потраплянню поверхневих вод, а відвал рослинного шару — з протилежного боку.

Після завершення робіт з траншеями та підготовки ложа для труб та ям, майстер або геодезист перевіряє відмітки дна, ухил траншеї та якість ґрунтової основи. Прийняття земляних робіт здійснюється актом на приховані роботи за участю представника замовника. Відхилення відміток дна від проекту допускаються в межах ± 5 см після відповідного уточнення.

Перед початком монтажу трубопроводу необхідно встановити фіксовану опору на початку ділянки, на яку буде спиратися перша труба. Ця опора використовується при гідравлічному випробуванні трубопроводу. Укладання трубопроводу слід починати з нижніх та найбільш віддалених частин складів та тих, що близькі до існуючих напірних трубопроводів або джерел водопостачання. Це дозволить використовувати перші укладені труби для випробування подальших ділянок укладання.

Монтаж поліетиленових труб складається з таких процесів як:

Підготовка труб до зварювання; зварювання поліетиленових труб та фітінгів; укладання труб у траншею; встановлення фітінгів та сталевих фітінгів; облаштування роз'ємних з'єднань трубопроводу; засипка ґрунтових порожнин та загальна засипка трубопроводу. Зварювання поліетиленових труб виконується при температурі 200–300 °С. Для з'єднання труб, відводів, трійників і фланців діаметром 225–500 мм застосовуються зварювальні машини моделей SSPT-400M або SSPT-500E. Охолодження зварного з'єднання здійснюється природним шляхом.

Дотримання викладених норм та технологічної дисципліни забезпечить якісне, безпечне та ефективне виконання будівельних робіт з монтажу зрошувальних мереж.

5.4 Календарне планування будівництва масиву зрошення

Календарний план є основним організаційно-технологічним документом, що визначає послідовність, тривалість і терміни виконання будівельних робіт під час будівництва об'єктів зрошувальної мережі. Календарний план розробляється на основі робочих креслень, даних про обсяги робіт та прийнятих технологічних рішень. Основні завдання календарного плану:

Встановлення раціонально технологічної послідовності будівельно – монтажних робіт,

Визначення кількості будівельних машин, механізмів і трудових ресурсів, необхідних для кожного виду робіт,

Розрахунок тривалості окремих технологічних процесів у робочих і календарних днях,

Забезпечення рівномірного розподілу трудових ресурсів протягом усього періоду будівництва,

Складання графіків роботи трудових ресурсів і будівельних машин,

Визначення техніко-економічних показників організації будівництва. Календарний план складається відповідно до чинних нормативних документів і подається у таблично-графічній формі. У колонках календарного плану вказуються назви будівельних об'єктів, види робіт та їх обсяги. Також вказуються прийняті машини і механізми, трудомісткість, кількість робітників, кількість робочих змін і тривалість процесу. Марки машин і механізмів обираються для будівельного обладнання на основі наявного будівельного обладнання. Кількість машинних змін розраховується за обсягом робіт і

продуктивністю машинної зміни. Для врахування підвищення продуктивності робіт значення зміни коригується коефіцієнтом 0,85-0,90. Кількість машин визначається залежно від кількості робіт і часу на виконання операції. Що стосується машин і механізмів, відповідні колонки ще не заповнені. Кількість робітників на день визначається множенням кількості робітників у зміні на кількість робочих змін на день і кількість машин, що працюють одночасно. Тривалість механізованих процесів у робочих днях розраховується за формулою: трудомісткість у машинних змінах ділиться на кількість машинних робочих змін на день. Трудомісткість у людино-годинах ділиться на кількість змін і кількість бригади. Тривалість робіт у календарних днях визначається множенням тривалості у робочих днях на коефіцієнт 1,35, що враховує вихідні та святкові дні. Після завершення розрахунків підсумовуються показники всіх різних видів робіт, а також враховується весь підготовчий період (10%), невраховані роботи (3%), ліквідаційний період (5%). Для перевірки правильності складеного календарного плану складається графік потреби в робочій силі. Горизонтальна вісь - це календарний час для роботи, а вертикальна вісь - кількість робітників. Графік складається шляхом підсумовування кількості робітників, які працюють у всіх видах робіт у кожний календарний день. Оптимальним вважається графік з найбільш рівномірним розподілом трудових ресурсів. На основі календарного плану визначаються основні техніко-економічні показники організації будівництва: підвищення продуктивності праці, виконання виробничих норм, питомі трудові витрати та питомі капітальні вкладення на 1 гектар зрошуваної площі.

6. ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗРОШУВАЛЬНОГО МАСИВУ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Для території Дніпровського району, с. Чумаки характерне переважання чорноземнолучних та лучних ґрунтів. Чорноземно-лучні ґрунти с. Чумаки сформувалися під лучностеповою рослинністю в умовах атмосферного і ґрунтового зволоження у знижених ділянках вододілів з неглибоким (3-5 м) заляганням ґрунтових вод. Від чорноземів звичайних вони відрізняються потужним гумусовим горизонтом (від 70 до 150 см), більшим вмістом гумусу і слабкими ознаками процесів оглеєння в нижній частині профілю. Такі ґрунти формуються на лессах, глинах, елювії різних метаморфічних і осадових порід. В с. Чумаки такі ґрунти використовуються під овочеві та зернові культури. В межах с. Чумаки лучні ґрунти характеризуються добре розвинутим гумусовим профілем (потужністю 25-150 см і більше) і формуються у зниженнях вододільних і терасних рівнин в умовах близького (1-3 м) залягання ґрунтових вод під різнотравно-осоково-злаковою лучною рослинністю. У профілі таких ґрунтів виділяють гумусовий горизонт, верхній перехідний, нижній перехідний, нижній перехідний оглеєний горизонти, а також ґрунтоутворюючу оглеєну породу. Вміст гумусу, залежно від механічного складу, становить 0,6–7,0 %. Серед ґрунтоутворюючих порід переважають лесові відклади, рідше трапляються крейда, мергель та делювіальні відклади. За гранулометричним складом переважають суглинкові ґрунти.

В с. Чумаки лучні ґрунти використовуються для високопродуктивних сіножатей, а також під зернові та овочеві культури. Характерна степова рослинність. Степова рослинність представлена ковилем, типчаком, любкою дволистою, півонією, кропивою, ромашкою лікарською, горицвітом весняним, звіробоєм. Серед дерев трапляються дуб, клен, в'яз, ясен, липа, груша, яблуня, черешня, граб, серед кущів – терен, шипшина, вишня степова, бобівник. У трав'яному ярусі переважають зірочник

злакоподібний, яглиця звичайна, копитняк європейський, перлівка ряба та ін.

Фауна представлена такими ссавцями як ховрах, тушканчик великий, хом'як сірий, лисиця, тхір степовий, куниця кам'яна. Серед птахів розповсюджені горобці, шпаки, журавель степовий, жайворонок польовий. Трапляються такі плазуни як ящірка прудка, вуж звичайний. Поширені мишоподібні гризуни.

6.1 Оцінка потенційного впливу планованої діяльності на довкілля, територію та населення

Підготовчі роботи відсутні. При виконанні будівельних робіт по реконструкції системи зрошення та розчистці ставка «Озерище» можливий тимчасовий вплив на стан навколишнього середовища:

На атмосферне повітря:

Викиди в атмосферу при проведенні робіт можливі при:

- фарбувальних роботах;
- від зварювальних робіт;
- різка металу при демонтажу;
- перевантаження будівельного сміття при демонтажі;
- пайки пластикового трубопроводу;
- земельні роботи;
- при роботі ДВЗ автотранспорту та спецтехніки.

Валовий викид на період проведення вищезазначених робіт складе 177,13 т

забруднюючих речовин (109,39 т – при розчистці ставка «Озерище» та 67,74 т – при реконструкції зрошувальної мережі).

На водні ресурси:

Будівельні та питні потреби води для робочих забезпечуються за рахунок використання існуючих свердловин. У період будівництва вода

буде використовуватись на питні та санітарно-гігієнічні потреби будівельників, орієнтовні обсяги водоспоживання становитимуть 166,3 м³:

- 36,72 м³ на потреби під час розчистки ставка;
- 129,58 м³ на потреби під час реконструкції зрошувальної мережі.

Видалення донних відкладень в процесі виконання робіт по розчистці ставка призведе до взмучування води, збільшення каламутності, зменшення прозорості води. Ці негативні явища будуть тимчасові та повністю відновляться до базового рівня після закінчення розчистки.

Водовідведення здійснюватиметься у вигрібні ями, з яких стоки відкачуваимуться спецпідприємствами згідно діючих договорів. Скиду стічних вод у водні поверхневі або підземні води не передбачено. Тому загрози забруднення поверхневих водойм і підземних вод відсутні.

Шумовий вплив:

При будівельних роботах джерелами шуму буде будівельна техніка. Але, рівень очікуваного звукового тиску в розрахункових точках нижче нормованих значень за всіма середньогометричними частотами октавної смуги. Можна зробити висновок, що в період проведення будівельно-монтажних робіт спеціалізована техніка не здійснюватиме шкідливого шумового впливу на межі найближчої житлової забудови.

Також виробниче обладнання, згідно технічних паспортів не здійснюватиме генерацію шуму більш нормативної за межами виробничої зони. Тому виключено будь-який негативний вплив на довкілля планованої діяльності з боку шуму та вібрації.

На ґрунти:

Планована діяльність буде здійснюватися тільки в межах земель ПП «Перемога АВК» та не сприятиме негативним процесам, пов'язаним з порушенням ґрунтів, таким як підтоплення, зсуви, або просідання поверхні землі. Вплив на ґрунти та земельні ресурси буде здійснюватися за рахунок розробки ґрунту, фізичного навантаження та утворення будівельних відходів. Він буде тимчасовим. Крім того, усі відходи, що утворюються при

демонтажних та будівельних роботах будуть передаватися спеціалізованим підприємствам для утилізації та не будуть впливати на стан ґрунтів на промисловому майданчику або за його межами.

Відходи:

При виконанні будівельних робіт з розчистки ставка «Озерище» можливе утворення відходів IV класу небезпеки, зокрема: рослинні дикорослі матеріали, що є некондиційними, а також відходи, утворені в процесі роботи установок для очищення стічних вод, які не класифіковані іншим чином.

- відходи комунальні (міські) змішані в т.ч. сміття з урн.

При виконанні будівельних робіт з реконструкції зрошувальної мережі можливе

утворення наступних відходів 3 та 4 класів небезпеки:

- абсорбенти зіпсовані, відпрацьовані чи забруднені;
- ґрунти, забруднені нафтопродуктами, хімічними та біоречовинами,

що підлягають

збиранню, обробленню та видаленню;

- матеріали обтиральні зіпсовані, відпрацьовані чи забруднені;

- відходи змішані будівництва та знесення будівель і споруд ;

- брухт і відходи чорних металів;

- брухт і відходи кольорових металів;

- полівінілхлорид некондиційний;

- бій покриттів дахових;

- відходи, одержані у процесах зварювання;

- тара пластикова дрібна використана;

- відходи від функціонування установок для очищення вод стічних, не позначені

іншим способом;

- відходи комунальні (міські) змішані в т.ч. сміття з урн.

Відходи, що можуть використовуватись як вторинна сировина, повинні передаватися відповідним організаціям на переробку.

При роботі будівельних бригад очікується утворення комунально-побутових відходів в кількості 0,5 т та 1,62 т (при розчистці ставка «Озерище» та при реконструкції зрошувальної мережі відповідно) за період будівництва. Всі відходи, які утворюються в процесі будівельних робіт підлягають вивезенню з будівельного майданчика та передачі спеціалізованим підприємствам та на полігон твердих побутових відходів. Відповідальність за поводження з відходами, що утворюються при виконанні будівельно-монтажних робіт, несе підрядна організація, що виконує ці роботи, вона самостійно здійснює збір відходів та їх передачу спеціалізованим підприємствам згідно чинного законодавства.

Вплив на довкілля при виконанні будівельних робіт носитиме короткостроковий, тимчасовий характер і буде незначним та допустимим. Тривалість впливу (тривалість виконання підготовчих та будівельних робіт) складе 5 місяців при розчистці ставка «Озерище» та 12 місяців при реконструкції зрошувальної мережі.

Транскордонний вплив не передбачається.

6.2 Оцінка впливу викидів, скидів забруднюючих речовин, фізичних факторів впливу та поводження з відходами на довкілля

Атмосферне повітря:

Після закінчення будівельних робіт по розчистці ставка «Озерище», джерела викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря будуть відсутні, отже вплив на атмосферне повітря здійснюватись не буде.

У якості основного обладнання насосної станції НСП2 планованою діяльністю по еконструкції зрошувальної мережі передбачено електричні насосні агрегати, які не будуть джерелом викидів в атмосферне повітря. Викиди можливі під час використання резервного обладнання – дизельних насосних агрегатів, у разі відсутності електроенергії, вони допустимі та не перевищують ГДК.

Водне середовище:

Водопостачання здійснюється згідно дозволу на спеціальне водокористування №665/ДП/49д-19 від 07.11.2019. Загальний об'єм використання води становить 20273,248 м³/добу, або 2863,0 тис. м³/рік. Забір води здійснюється із МК Кільченської зрошувальної системи шляхом переміщення обсягів води державною меліоративною системою Павлоградського міжрайонного управління водного господарства, із Кам'янського (Ленінського) водосховища, р. Самара (Дніпровська експлуатаційна ділянка). Після впровадження планованої діяльності витрата води на зрошення буде складати 4280 тис. м³/рік, тому підприємством буде отримано новий дозвіл на спеціальне водокористування відповідно до техніко-економічних показників планованої діяльності. Водовідведення господарсько-побутових стічних вод здійснюється у вигрібні ями відповідно до зазначеного дозволу на спеціальне водокористування. З вигрібних ям стічні води відкачуються та вивозяться відповідно договору з ТОВ «КАНАЛ ЕКОСЕРВІС» від 02.01.2020 № 202.20. Скидання стічних вод у відкриті водойми відсутні, тому в результаті планованої діяльності забруднення водного середовища не передбачається.

Джерела фізичних факторів впливу:

Джерелами шуму при провадженні планованої діяльності по реконструкції системи зрошення буде робота технологічного устаткування (насосного обладнання та машин дощування). Шум, що створюватиметься дощувальною технікою та насосними установками, відповідатиме нормативним вимогам. Крім того, враховуючи значну віддаленість житлової забудови від об'єкту проектування (понад 2 км), шумовий вплив об'єкту планованої діяльності можна вважати відсутнім. На межі найближчої житлової забудови рівень вібрації визначатиметься як відсутній за санітарно-гігієнічними нормативами, вплив на довкілля не передбачається. Проектом не передбачено встановлення обладнання, яке б

могло бути джерелом іонізуючого випромінювання - вплив на довкілля від планованої діяльності не передбачається. Планована діяльність не створюватиме додаткового світлового та теплового забруднення, не вплине на зміну клімату та мікроклімату прилеглої території. Вплив електромагнітних випромінювань та ультразвуку не передбачається. Іонізуюче випромінювання не передбачається. Джерела фізичних факторів впливу після закінчення розчистки ставка «Озерище» будуть відсутні.

Поводження з відходами:

При експлуатації зрошувальної мережі, будуть утворюватися відходи комунальні (міські) змішані в т.ч. сміття з урн в обсязі 1,2 т для сміття й будуть вивозитися по мірі накопичення спеціалізованими підприємствами згідно договору для розміщення ТПВ на полігоні. У разі користування резервним обладнанням, що працює на дизельному паливі, можливе утворення відходів промасленого піску, ганчір'я та ГТВ. Вплив на довкілля за фактором здійснення операцій у сфері поводження з відходами буде носити довгостроковий характер, в той же час за рахунок відповідності діючим нормативам негативного впливу (в тому числі значного) від планованої діяльності на довкілля за рахунок поводження з відходами не очікується. Передбачається допустимий вплив на довкілля, зумовлений операціями у сфері поводження з відходами. Утворення відходів після закінчення розчистки ставка «Озерище» здійснюватися не буде.

Ризики для здоров'я людей, об'єктів культурної спадщини та довкілля, у тому числі через можливість виникнення надзвичайних ситуацій:

Екологічний ризик - ймовірність настання події, що має несприятливі наслідки для навколишнього середовища і здоров'я населення, зумовленого прогнозованим негативним впливом господарської та іншої діяльності, яка створює загрозу виникнення надзвичайних ситуацій природного або техногенного характеру. Згідно з класифікацією об'єктів, наведених у ДБН В.1.2-4:2006, об'єкти планованої діяльності не належать до об'єктів підвищеної небезпеки, оскільки на них не використовується, не

виготовляються, не переробляються і не зберігаються небезпечні речовини в кількості, яка може бути небезпечною. Місце здійснення планованої діяльності не входить в зону можливого сильного радіоактивного забруднення (від аварій на АЕС), можливого хімічного та бактеріологічного забруднення від аварій на інших потенційно небезпечних об'єктах, катастрофічного затоплення, зони поширення зсувів, підтоплення, селів, сейсмічної небезпеки. Здоров'я населення визначається взаємодією ряду факторів, в тому числі: спадковість, соціально-економічне та психологічне благополуччя, доступність і якість медичного обслуговування, спосіб життя і наявність шкідливих звичок, умови життєдіяльності та якість довкілля.

Для характеристики ризику розвитку неканцерогенних ефектів найчастіше використовують два показники: максимальна недіюча доза і мінімальна доза, що викликає пороговий ефект. Дані показники є основою для встановлення рівнів мінімального ризику – референтних доз (RfD) і концентрації (RfC). Перевищення референтної дози не обов'язково пов'язане із розвитком шкідливого ефекту, але чим вища доза впливу і чим більше вона перевищує референтну, тим більша імовірність його виникнення, однак оцінити цю імовірність за даного методичного підходу неможливо. Після закінчення виконання будівельних робіт, викиди в атмосферне повітря будуть відсутні, окрім випадків відключення електроенергії та використання резервного обладнання, тому оцінка ризику впливу на здоров'я населення розраховується на період проведення будівельних робіт, та період аварійного використання дизельного обладнання. Оцінка канцерогенного ризику не провадилась, тому що до складу викидів не входять забруднюючі речовини, що володіють канцерогенним ефектом.

6.3 Оцінка кумулятивного впливу планованої діяльності та інших об'єктів на довкілля і території особливої природоохоронної цінності

Під кумулятивним впливом розуміється сукупність впливів від реалізації планованої діяльності, які можуть призвести до значних негативних або позитивних впливів на навколишнє середовище або соціально-економічні умови, і які б не виявилися в разі відсутності інших видів діяльності, крім самої планованої діяльності. Кумулятивні ефекти можуть виникати з незначних за своїми окремими діями факторів, які, працюючи разом протягом тривалого періоду часу поступово накопичуючись, підсумовуючись згодом в одному і тому ж районі, можуть викликати значні наслідки. Акумуляція впливів відбувається в тому випадку, коли антропогенний вплив або інші фізичні або хімічні впливи на екосистему протягом часу перевершують її можливість їх асиміляції або трансформації.

Оцінка кумулятивного впливу на довкілля може бути проведена як за даними результатів стаціонарних постів спостереження за станом довкілля, так і на підставі даних, отриманих за затвердженими розрахунковими методами. При цьому, при формуванні оціночних даних впливу на довкілля слід враховувати розміри та характер досліджуваної території та наявність на ній всіх джерел забруднення навколишнього середовища - потенційних вкладників у загальний (фоновий) стан забруднення. Саме фонове забруднення і буде характеризувати кумулятивний вплив всіх наявних на конкретній території об'єктів. Оскільки негативний вплив планованої діяльності на довкілля можливий тільки при виконанні будівельних робіт, кумулятивний вплив на довкілля відсутній.

Вплив планованої діяльності на клімат, у тому числі характер і масштаби викидів парникових газів, та чутливість діяльності до зміни клімату:

Клімат району провадження планованої діяльності помірно-континентальний. Середньодобова температура січня – $-4,7^{\circ}\text{C}$, липня – $+21,6^{\circ}\text{C}$. Середньорічна температура повітря $+ 8,7^{\circ}\text{C}$. Середньорічна кількість опадів – 550 мм. Опади у вигляді короткочасних дощів. Протягом літа бувають тривалі бездощові періоди, а восени опади характеризуються затяжними дрібними дощами. Взимку опади випадають, переважно, у вигляді снігу або дощу. Найбільша середньомісячна кількість опадів випадає в червні - 66 мм, найменша - в жовтні - 35 мм. За теплий період (IV-X) випадає 62 % річної кількості опадів, літні опади носять переважно зливовий характер. Бездощові періоди тривалістю більше 20 днів спостерігаються двічі на рік - щорічно, більше 30 днів – щорічно, до 40 днів – 6 ÷ 9 разів на десять років. Переважні напрями вітру в січні – північні, північно-західні, західні, у липні - східні. Джерела викидів забруднюючих речовин в результаті впровадження планованої діяльності будуть відсутні, тому змін клімату не очікується.

Підприємством ПП «Перемога АВК» планується:

1 Реконструкція системи зрошення земель сільськогосподарського призначення площею 1614,8 га, розташованих на території Чумаківської сільської ради Дніпровського району Дніпропетровської області.

Джерелом водопостачання зрошувальної мережі є державна меліоративна система Павлоградського міжрайонного управління водного господарства відповідно до дозволу на спеціальне водокористування від 07.11.2019 р. № 665/ДП/49д-19, виданого Державним агентством водних ресурсів України. Забір води здійснюється за допомогою насосної станції.

Проектом передбачено зрошення сільськогосподарських культур методом дощування із застосуванням широкозахватних дощувальних машин кругової дії. Полив здійснюється через спеціально розроблені розпилювальні пристрої, які забезпечують рівномірний розподіл води по всій площі зрошення та характеризуються високою стійкістю до впливу вітру.

Функціонування системи зрошення передбачає повну автоматизацію процесу поливу. З панелі керування дощувальної машини оператор має можливість задавати необхідну норму зрошення з урахуванням змінних агрометеорологічних умов.

2. Розчистка ділянки водозабору ставка «Озерище» на території Чумаківської сільської ради, Дніпровського району, Дніпропетровської області:

Основні роботи планованої діяльності – земляні. Прийнята технологія виконання робіт передбачає використання будівельної техніки (дизельний землесосний снаряд, екскаватор, бульдозер) та автотранспорту. Проходження траси розчищення – поетапне. Намул і ґрунт землесосним снарядом вилучається з водойми й складається на ділянки складування ґрунту, підсушується та розплановується (розрівнюється) бульдозером. Можливий тимчасовий короткостроковий негативний вплив на якість води, який проявляється скаламученням рештками ґрунту та донних відкладів й обмежується ділянкою проведення робіт. Токсичні речовини не застосовуються. Забруднення відходами й стоками виключаються. Дотримання та чітке виконання правил експлуатації обладнання, використання матеріалів, що відповідають санітарним вимогам, унеможливує негативний вплив на навколишнє середовище.

7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА НА ВИРОБНИЦТВІ

7.1 Безпека при проведенні земляних робіт

На початок земляних робіт повинні передувати розробка і затвердження проекту виконання робіт. Для забезпечення безпеки здійснення процесу необхідно дотримуватись загальних і спеціальних вимог з: технічної експлуатації машин, установок і обладнання; роботи в зоні розташування діючих підземних комунікацій, розробки виїмок з укосами і закріпленнями, правилами розробки ґрунту механізмами, електробезпечні в умовах будівельного майданчика і т. п.

Технічний стан машин треба регулярно перевіряти згідно з встановленими термінами щодня до початка робіт. Виявлені несправності слід вчасно усувати. У процесі роботи екскаватор необхідно розташовувати на вирівняному місці стоянки і переміщувати тільки по рівній поверхні, а при слабких ґрунтах –

по настилах з колод або залізобетонних плит.

Під час роботи екскаватора забороняється перебування людей у зоні розвороту стріли плюс 5 м і в межах призми обвалення. При навантаженні автотранспорту ківш повинен подаватися з бічної чи задньої сторони, а не над кабіною водія.

Під час роботи бульдозера забороняється повертати його із заглибленим або завантаженим відвалом, щоб уникнути перекидання чи поломки. По нерівній дорозі і пересіченій місцевості переміщувати бульдозер можна тільки при низьких передачах двигуна.

У зоні розташування діючих комунікацій земляні роботи виконують тільки після одержання письмового дозволу організації, яка відповідає за експлуатацію, і в присутності її працівників. До початка робіт підземні комунікації повинні бути відшурфовані вручну, огорожені, тимчасово закріплені чи перенесені. У разі виявлення у вибої не позначених у проекті комунікацій і вибухонебезпечних предметів або таких, що мають археологічну

цінність, необхідно негайно припинити роботи до одержання офіційного дозволу відповідних організацій.

При розробці котлованів і траншей у місцях, де відбувається рух людей і транспорту, треба встановлювати огороження з попереджувальними написами. У нічний час такі ділянки освітлюють.

Не слід допускати стоянку і рух машин, устаткування, а також розміщення матеріалів, конструкцій, деталей і виробів в межах призми обвалення ґрунту, не розкріплених укосів траншей і котлованів.

7.2 Безпека при монтажних роботах

Монтаж освітлювальних і силових мереж виконують у цей час індустріальними методами у дві стадії. Розроблено й застосовуються засоби ма-лої механізації, що допомагають звільнити ці роботи з найменшою витратою ручної праці й фізичної сили.

Основний обсяг робіт першої стадії монтажу включає підготовку трас електропроводок, а також виконання пробивних і кріпильних операцій. Перед початком виконання робіт електромонтажник зобов'язаний перевірити справність робочого інструменту та розмістити його у зручному і безпечному для використання порядку.

Крім того, перед початком роботи електромонтажник зобов'язаний:

- упорядкувати спецодяг: застебнути або обхопити широкою гум-кою обшлага рукавів; заправити одяг так, щоб не було кінців, що розвіва-ються; надягти головний убір, що щільно облягає, і підібрати під нього волосся;
- оглянути й упорядкувати робоче місце; забрати предмети, заважаючі роботі.

При провадженні робіт по пробиванню отворів як ручним, так і ме-ханізованим інструментом працюючі повинні користуватися захисними окулярами. Для захисту очей від пилу варто застосовувати окуляри зі зви-чайним склом, для захисту від пилу й дрібних осколків окуляри зі склом «

Роботи з електрозварювання й пайки проводів, наконечників і деталей виконують у захисних окулярах і брезентових рукавицях. Обойми форми під час зварювання варто притримувати плоскогубцями, а після закінчення пайки форми можна розбирати тільки після їхнього охолодження.

7.3 Вимоги безпеки праці при експлуатації будівельних машин і механізмів

Залежно від типу крана і роду привода (електричний, механічний) кран забезпечується рядом приладів і пристроїв, що забезпечують його безпечну експлуатацію.

До таких приладів відносять:

кінцеві вимикачі, призначені для автоматичного зупинення механізмів кранів із електричним приводом при їх переміщенні до можливих меж. На кранах із механічним приводом кінцеві вимикачі не застосовуються;

блокувальні контакти, які служать для електричного блокування дверей виходу з кабіни крана поза положення її за межами посадочного майданчика, кришки люка виходу на настил мосту і в інших місцях;

показчик вантажопідйомності, який встановлюється на кранах стрілового типу, в яких вантажопідйомність змінюється відповідно до зміни вильоту стріли. Прилад автоматично показує вантажопідйомність крана при даному вильоті стріли. Це допомагає запобігти перевантаженням крана;

протиугоні пристрої на кранах, які працюють на наземних рейкових коліях, для запобігання згону їх вітром;

опорні деталі, якими забезпечуються крани мостового типу, пересувні консольні, баштові, порталні, а також вантажні візки для зменшення динамічних навантажень на металоконструкцію у випадку поломки осей ходових коліс;

упори на кінцях рейкової колії для запобігання сходу з них вантажопідйомних машин, а також на стрілоподібних кранах із вильотом стріли, що змінюється, для запобігання її перекидання.

На кожному будівельному майданчику або будь-якій іншій ділянці робіт вантажопідйомних машин наказом адміністрації будівництва в кожну зміну з числа ІТП, начальників змін, майстрів, виконробів, у розпорядженні яких перебувають вантажопідйомні машини, призначається особа, відповідальна за безпечне виконання робіт з переміщення вантажів кранами.

До наказу вносяться особи тільки після перевірки їх знань відповідних розділів правил і інструкцій.

Особа, відповідальна за безпечне виконання робіт з переміщення вантажів кранами, зобов'язана організувати на ділянці, де застосовуються вантажопідйомні машини, ведення робіт із дотриманням правил безпеки. Для цього вона повинна:

- не допускати використання немаркерованих, несправних і невідповідних вантажопідйомності і характеру вантажу вантажозахватних пристроїв;

- вказувати кранівникам і стропальникам місце, порядок і габарити складування вантажів;

- не допускати до обслуговування кранів ненавчений і неатестований персонал, визначати необхідне число стропальників, а також необхідність призначення сигнальників при роботі крана;

- простежити за виконанням кранівниками і стропальниками виробничих інструкцій і у разі необхідності інструктувати їх з безпечного виконання майбутньої роботи на місці її проведення, звертаючи особливу увагу на недопущення перевантаження крану, на правильність установки стрілових самохідних кранів, на правильність обв'язування і закріплення вантажів, на безпеку виконання робіт при навантажуванні і розвантаженні, на дотримання стропальниками особистої безпеки;

- не допускати без наряду-допуску виконання робіт в охоронній зоні ЛЕП ближче 30 м до крайнього дроту, напругою понад 36 В.

ВИСНОВОК

В результаті дипломного проекту з проектування внутрішньої автоматизованої мережі зрошення для приватного підприємства «Перемога» була розроблена комплексна система зрошення, яка відповідає сучасним технічним, технологічним та екологічним вимогам, характерним для умов Дніпровського району Дніпропетровської області.

Основною метою роботи було створення простої, надійної та автоматизованої системи зрошення, яка б рівномірно розподіляла воду серед зрошуваних ділянок,

підвищувала продуктивність сільськогосподарських культур та знижувала споживання енергії та води. Дослідження природно-кліматичних та ґрунтово-меліоративних умов об'єкта визначило тип дощувальної системи, насосного обладнання та схему прокладання трубопроводів.

Було обрано систему зрошення на основі дощувальних машин Valley, оскільки вони є економічно та технологічно ефективними, мають високу продуктивність, ефективніше розподіляють воду та можуть автоматизувати процеси зрошення. Гідравлічні розрахунки магістральних та розподільчих трубопроводів підтвердили правильний тиск і витрату води, а також надійність роботи мережі. Насосне обладнання обрано таким чином, щоб забезпечити необхідну витрату та тиск, а також зекономити енергію, знижуючи тим самим вартість виробництва.

Особлива увага була приділена автоматизованим системам управління зрошенням, які враховують метеорологічні дані для забезпечення своєчасного та точного контролю інтенсивності зрошення, що може бути визначено з погодних даних, мінімізувати втрати води та уникнути надмірного зволоження, що є позитивним для ґрунтових та екологічних умов.

Проект також розробив заходи безпеки для охорони праці, від експлуатації обладнання та споруд до мінімізації негативного впливу

системи на навколишнє середовище. Автоматизована мережа зрошення не тільки сприятиме підвищенню врожайності та якості сільськогосподарської продукції, але й зменшить використання водних ресурсів у регіоні, що є дуже актуальним в умовах зміни клімату та посухи.

Завершений проект відповідає технічним вимогам, нормативним вимогам та сучасним стандартам будівництва та експлуатації систем зрошення. Автоматизована внутрішня система зрошення, розроблена в процесі виробництва, може бути впроваджена у виробництво як ефективне та перспективне рішення, яке допоможе сільськогосподарському підприємству розвиватися та стати стійким і прибутковим.

Таким чином, дипломний проект є важливим кроком у розвитку автоматизованих меліоративних систем і рекомендується для захисту та подальшого впровадження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дідур В.А. Гідравліка / В.А. Дідур, Д.П. Журавель, М.А. Палішкін. – К.: Гельветика, 2020. – 624 с.
2. 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.
3. Інформація про гідрогеолого-меліоративний стан зрошуваних та прилеглих до них земель на кінець поливного періоду 2012 року у Дніпропетровській області. Державне агентство водних ресурсів України. Дніпропетровськ, 2012р. - 35с.
4. Інформація про гідрогеолого-меліоративний стан зрошуваних і прилеглих до них земель Дніпропетровської області та якість поливної води на кінець поливного періоду 2014 року. Дніпропетровське обласне управління водних ресурсів. Дніпропетровська гідрогеолого-меліоративна експедиція. Дніпропетровськ, 2014. - 28с.
5. Гідравліка: навчальний посібник/ Л.В. Возняк, П.Р. Гімер, М.І. Мердух, О.В. Паневник – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2012. – 327 с.
6. 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.
7. Землеробство/В.П. Гудзь, І.Д. Приймак, Ю.В. Будьонний; За ред. В.П. Гудзя. — К.: Урожай, 1996. – 384 с.
8. Доценко В.І. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з розрахунку режиму зрошення сільськогосподарських культур / Доценко В.І. - ДДАУ. Дніпропетровськ – 2010. – 81 с.

9. Методичні вказівки до виконання курсового проекту із сільськогосподарських гідротехнічних меліорацій. / Дніпропетровськ: ДДАУ, 2016. – 89с.
10. Клімат України, за редакцією В.М. Ліпінського, В.А.Дячука, В.М.Бабіченко – Видавництво Раєвського, Київ, 2003 – 343 с.
11. 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.
12. Гідравліка: навчальний посібник/ Л.В. Возняк, П.Р. Гімер, М.І. Мердух, О.В. Паневник – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2012. – 327 с.
13. Посібник до ДБН В.2.4 Водоспоживання, режими зрошення сільськогосподарських культур і техніко-економічне обґрунтування водозабезпеченості меліоративних систем. К.: Держкомводгосп України, 2001. – 54 с.
14. Водні ресурси: використання, охорона відтворення, управління: Підручник для студентів вищих навч. закладів / А.В. Яцик, Ю.М. Грищенко, Л.А. Волкова, І.А. Пашенюк. – К.: Генеза, 2007. – 360 с.
15. Лисогоров К.С., Писаренко В.А. Наукові основи використання зрошуваних земель у степовому регіоні на засадах інтегрального управління природними і технологічними процесами // Таврійський науковий вісник. – 2007. – с. 52.
16. Ушкаренко В.О. Зрошуване землеробство. – К.: Урожай, 1994. – 328 с.
17. Охорона праці в будівництві: Навч. посібник / Г.М. Крикунов, П.Т. Резніченко.-К.: ІСДО, 1994.-272с.
18. Закон України «Про охорону праці» від 21.11.2002р.

19. Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасних випадків на виробництві і професійних захворюваннях, які призвели до втрати працездатності» від 23.09.1999 р.
20. Ґрунти України: навчально-методичний посібник / З. П. Паньків. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2017. – 112 с.
21. Довідник агронома, за редакцією Л.Л.Зіневича – Видавництво «Урожай», Київ, 1985–671 с.;
22. Охорона праці в будівництві: Навч. посібник / Г.М. Крикунов, П.Т. Резніченко. - К.: ІСДО. 1994.-272с.
23. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. Київ: Мінрегіон України, 2016. 46 с.
24. ДБН А.2.2-3:2014. Склад та зміст проектної документації на будівництво. Київ: Мінрегіон України, 2014. 38 с.
25. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Київ: Мінрегіон України, 2013. 172 с.
26. ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013. Настанова з проектування закритих зрошувальних систем. Київ: Мінрегіон України, 2013. 72 с.