

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Спеціальність 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія
та водні технології»
Освітня програма «Гідромеліорація»
Освітній ступінь «Магістр»

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри водогосподарської
інженерії

к.с.-г.н., доц _____ А. В. Ткачук
«_____» _____ 2024 р.

Удосконалення експлуатаційної ділянки зрошення за рахунок
планового водокористування в агрофірмі «Геоцентр»
Дніпровського району Дніпропетровської області
(розрахунково-пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра)

Текст _____ стор.
Креслень _ арк.

Здобувач вищої освіти _____ С.Ю. Незгурова

Керівник дипломного проекту
к. с.-г. н., доц. _____ А.В. Ткачук

Дніпро – 2024

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра цивільної інженерії, технологій будівництва та захисту довкілля
Освітній рівень „Магістр”
Спеціальність 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія
та водні технології»
Освітня програма «Гідромеліорація»

ЗАТВЕРДЖУЮ :
**Завідувач кафедри водогосподарської
інженерії**

к.с.-г.н.доц. Ткачук А.В.

« _____ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ на кваліфікаційну роботу здобувачу Незгуровій Світлані Юріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Удосконалення експлуатації ділянки зрошення за рахунок планового водокористування в агрофірмі «Геоцентр» Дніпровського району Дніпропетровської області

керівник проекту к.с.-г.н., доцент Ткачук Андрій Васильович,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «17» жовтня 2024р. №3506

2. Строк подання студентом проекту 20 грудня 2024 року
3. Вихідні дані до проекту план ділянки зрошення 1:10000; характеристика внутрішньогосподарської мережі; зрошувана сівозміна.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) характеристика ділянки зрошення, аналітичний огляд літературних джерел, дослідження шляхів раціонального водокористування, експлуатація об'єктів внутрішньогосподарського призначення, основні показники виконання плану водокористування, оцінка впливу масиву зрошення на навколишнє середовище, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, визначення економічної ефективності водокористування на ділянці зрошення.

4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) план ділянки зрошення; водогосподарський розрахунок, календарний графік поливів, календарний план поливів, насосна станція підкачки, оперативний план поливів, регулюючий басейн; структура експлуатаційних витрат, техніко-економічні показники проекту.

5. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання: _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
	Вступ		
1	Характеристика ділянки зрошення		
2	Аналітичний огляд літературних джерел		
3	Дослідження шляхів раціонального водокористування		
4	Експлуатація об'єктів внутрішньогосподарського призначення		
5	Основні показники виконання плану водокористування		
6	Оцінка впливу масиву зрошення на навколишнє середовище		
7	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
8	Визначення економічної ефективності водокористування на ділянці зрошення		
	Висновок		

Здобувач _____ С.Ю. Незгурова
(підпис)

Керівник проекту _____ А.В. Ткачук
(підпис)

ЗМІСТ

	Стор.
РЕФЕРАТ.....	6
ВСТУП.....	7
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЛЯНКИ ЗРОШЕННЯ.....	9
1.1. Місцерозташування ділянки зрошення.....	9
1.2. Сільськогосподарське використання зрошуваних земель.....	10
1.3. Характеристика внутрішньогосподарської зрошувальної мережі.....	11
1.4. Геологічні і гідрогеологічні умови.....	13
1.5. Кліматичні умови.....	21
1.6. Ґрунтові умови.....	24
2. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	27
2.1. Методи розрахунку режимів зрошення.....	27
2.2. Визначення року заданої забезпеченості.....	38
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ РАЦІОНАЛЬНОГО ВОДОКОРИСТУВАННЯ.....	40
3.1. Визначення природного зволоження років за період спостережень..	41
3.2. Розробка режиму зрошення сівозміни.....	45
3.3. Складання календарного плану поливів.....	52
3.4. Розробка оперативного плану проведення поливів і міжполивного обробітку ґрунту.....	57
3.5. Складання плану-замовлення на воду.....	58
3.6. Організація обліку води і поливної площі.....	60
3.7. Звітність про виконання плану.....	60
3.8. Проведення плану водокористування в господарстві.....	61
4. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ ВНУТРІШНЬОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	65
4.1. Підготовка зрошувальної мережі до поливного періоду.....	65
4.2. Робота зрошувальної мережі в поливний період.....	66

4.3. Підготовка зрошувальної мережі та дощувальної техніки до зимового періоду.....	68
4.4. Експлуатація дощувальної техніки.....	72
5. ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ВИКОНАННЯ ПЛАНУ ВОДОКОРИСТУВАННЯ.....	76
6. ОЦІНКА ВПЛИВУ ВОДОКОРИСТУВАННЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.....	79
6.1. Оцінка впливу на ґрунтовий покрив.....	79
6.2. Оцінка впливу на поверхневі води.....	82
6.3. Оцінка впливу на підземні води.....	90
7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ...	92
7.1. Організація охорони праці в господарстві.....	92
7.2. Спеціальне розслідування нещасних випадків.....	95
7.3. Безпека при монтажних роботах.....	96
7.4. Розрахунок захисного заземлення.....	99
8. ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВОДОКОРИСТУВАННЯ НА ДІЛЯНЦІ ЗРОШЕННЯ.....	103
8.1. Визначення сумарних щорічних витрат на експлуатацію ділянки зрошення.....	103
8.2. Економічна ефективність водокористування на ділянці зрошення....	109
ВИСНОВКИ.....	114
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	116
ДОДАТКИ.....	120

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота 126 сторінок, 5 рисунків, 30 таблиць, 46 літературних джерел, 2 додатки.

Ключові слова: зрошення сільськогосподарських культур, планове водокористування, забезпеченість природного зволоження.

Об'єкт досліджень – процес водокористування на зрошуваних землях.

Предмет досліджень – удосконалення водокористування на ділянці зрошення.

Мета дипломної роботи – визначення шляху удосконалення планування водокористування на ділянці зрошення в Агрофірмі «Геоцентр» Дніпровського району Дніпропетровської області.

Задачі дипломної роботи: визначити природне зволоження років за період спостережень; порівняти режими зрошення в різні за природним забезпеченням роки; організація та планування водокористування; організація експлуатаційних заходів; оцінити вплив водокористування на навколишнє середовище; оцінити стан охорони праці в господарстві; визначити сумарні щорічні затрати та економічну ефективність водокористування на ділянці зрошення.

Методи досліджень: методи теорії імовірності і математичної статистики, кластерний методи.

Отримані результати та їх новизна: досліджені умови природного зволоження території; розроблено алгоритм визначення років-аналогів для розрахунків режимів зрошення, що дозволяє вибрати рік-модель заданої забезпеченості, оцінено економічна ефективність планового водокористування.

Область застосування, економічна ефективність (практична значущість): результати досліджень можуть використовуватись при проведенні водокористування в Солонянському районі Дніпропетровської області.

ВСТУП

Ефективне управління водними ресурсами є ключовим завданням для забезпечення стабільного розвитку агропромислового комплексу та вирішення питань продовольчої безпеки. У сучасних умовах зміни клімату, зростання населення та збільшення попиту на продовольство особливого значення набуває раціональне використання водних ресурсів на зрошуваних землях.

Зрошувальне землеробство є одним із найбільш продуктивних напрямів сільськогосподарської діяльності, що сприяє підвищенню врожайності культур та стабільності агровиробництва. Однак реалізація потенціалу зрошення залежить від оптимального планування водокористування, яке враховує як природно-кліматичні умови, так і техніко-економічні аспекти.

Водокористування на зрошуваних землях є важливим компонентом сталого розвитку агропромислового виробництва. Воно передбачає реалізацію комплексу експлуатаційних і агротехнічних заходів, які спрямовані на підвищення врожайності сільськогосподарських культур, оптимальне використання водних ресурсів та збереження екологічного балансу.

Актуальність роботи визначається необхідністю вдосконалення існуючих систем водокористування, підвищення ефективності використання водних ресурсів та мінімізації негативного впливу зрошення на навколишнє середовище. Необхідність удосконалення методик планування водокористування визначається невідповідністю існуючих підходів реальним умовам функціонування зрошувальних систем. Сучасні методики, які базуються на середньостатистичних показниках водозабезпеченості (як правило, з 75%-вою ймовірністю), не враховують варіацій гідромеліоративної ситуації, що складається в кожному конкретному році. Це призводить до недосконалого розподілу водних ресурсів, зниження ефективності зрошення та збільшення витрат.

Планування водокористування на зрошуваних землях охоплює визначення обсягів, порядку та строків подачі води, а також складання плану її використання у сільськогосподарському виробництві. Важливими аспектами є врахування площ зрошуваних культур, їх водоспоживання, строків поливів, а також технічних характеристик зрошувальних систем.

Об'єктом дослідження є процес водокористування на зрошуваних землях.

Предметом дослідження виступає удосконалення планування водокористування на конкретній ділянці зрошення.

Метою роботи є розробка ефективної системи планового водокористування для підвищення продуктивності агропромислового виробництва та зниження негативного впливу на навколишнє середовище. Дослідження проводяться на прикладі ділянки зрошення в ТОВ «Агрофірма Геоцентр» Дніпровського району Дніпропетровської області.

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання:

- аналіз природного зволоження протягом періоду спостережень;
- оцінка режимів зрошення в різні за водозабезпеченістю роки;
- організація та планування водокористування на зрошуваній ділянці;
- розробка експлуатаційних заходів;
- оцінка впливу водокористування на екологічний стан території;
- визначення економічної ефективності водокористування.

Очікувані результати роботи сприятимуть оптимізації процесів зрошення, підвищенню ефективності водокористування та забезпеченню стійкого розвитку сільського господарства в регіоні.

Дослідження базується на сучасних наукових підходах, інноваційних методах моделювання та аналізу, а також враховує практичний досвід експлуатації зрошувальних систем. Результати цієї роботи можуть бути корисними для спеціалістів у сфері водного господарства, агрономів, екологів та управлінців, які займаються плануванням та організацією водокористування на зрошуваних територіях.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЛЯНКИ ЗРОШЕННЯ

1.1. Місцерозташування ділянки зрошення

Товариства з обмеженою відповідальністю Агрофірма «Геоцентр», має юридичну адресу: 52452, вул. Центральна, буд. 5, с. Григорівка, Дніпровський район, Дніпропетровська область, Україна.

Основні види економічної діяльності. Виробництво продукції рослинництва, зокрема: зернових, зернобобових, олійних і кормових культур; розведення великої рогатої худоби, овець, кіз, коней, свиней та птиці [1].

Зрошені землі ТОВ АФ «ГЕОЦЕНТР» знаходяться в межах Новопокровської селищної територіальної громади Дніпровського району Дніпропетровської області. Центральна садиба підприємства розташована в селі Григорівка, де проживає 328 мешканців.

Село Григорівка розташоване на одному з витоків річки Тритузна, яка в цьому місці пересихає. На річці створено кілька загат. Поряд із селом проходить автомобільна дорога **Р73**, що покращує транспортну доступність. На відстані 2 км від Григорівки розташоване село Тракторне [2].

В районі масиву зрошення добре розвинута мережа автомобільних доріг, що сприяє логістичним процесам і доступу до полів. Західніше масиву проходить автодорога обласного значення, що забезпечує зручний зв'язок із сусідніми населеними пунктами. Основним напрямом є сільськогосподарське виробництво: рослинництво і тваринництво.

Основні промислові центри регіону зосереджені у містах: Дніпро, Кривий Ріг, Нікополь.

Проведення сільськогосподарських робіт залежить від багатьох кліматичних факторів, що впливають на продуктивність і організацію праці.

Оглядова схема розташування масиву зрошення наведена на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – Оглядова план-схема

1.2. Сільськогосподарське використання зрошуваних земель

Сільськогосподарське використання зрошуваних земель ТОВ АФ «ГЕОЦЕНТР» спрямоване на підвищення продуктивності і забезпечення стабільного врожаю. Вирощування зернових: пшениця озима, ячмінь ярий і озимий, кукурудза та бобових: люцерни і гороху.

Кормові культури, вирощені на зрошуваних землях, є основою для забезпечення тваринництва. Забезпечення кормів для великої рогатої худоби, свиней, овець та кіз та птиці.

Загальна площа зрошуваних земель в господарстві 877,7 га.

Таблиця 1.1 – Структура зрошуваних посівних площ

№ поля	Зрошувана площа	Сільськогосподарська культура
1	110,8	Ярий ячмінь з підсівом люцерни
2	111,3	Люцерна 2-го року
3	106,3	Люцерна 3-го року
4	147,8	Озима пшениця + просо на зерно
5	147,0	Соя
6	128,2	Кукурудза на зерно
7	126,3	Соя
Всього	877,7	

1.3. Характеристика внутрішньогосподарської зрошувальної мережі

Внутрішньогосподарська зрошувальна мережа ТОВ АФ «ГЕОЦЕНТР» забезпечує ефективний полив дощувальними машинами «Фрегат». Мережа складається із системи закритих трубопроводів діаметром від 250 до 700 мм, що забезпечує надійне транспортування води. Закрита зрошувальна мережа складається з головного трубопроводу, розподільних різного порядку та польових трубопроводів. У розподільчі трубопроводи вода надходить з насосної станції підкачки у розподільчі трубопроводи (рис.1.2), а потім розподіляється між польовими трубопроводами для поливу. Для забезпечення надійності роботи мережі встановлено:

- гідранти - 12 шт.;
- вантузи - 8шт.;
- випуск для спорожнення трубопроводу - 8 шт.;
- оглядові колодязі - 19 шт.;
- свердловини вертикального дренажу - 6 шт.

Технічна характеристика дощувальних машин наведено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічна характеристика поливної техніки на масиві зрошення

Модифікація машини	Кількість візків	Довжина машини, м	Загальна витрата води, л/с	Тиск на вході в машину, МПа	Середня інтенсивність дощу по довжині машини, мм/хв.	Максимальна площа поливу при роботі на одній позиції при постійно ввімкненому кінцевому апараті, га	Мінімальна поливна норма за один оберт машини	Маса машини без води, т	Маса машини в робочому стані, т
ДМУ-А392-50	17	392	50	0,55	0,20	54,6	145	12,6	19,6
ДМУ-Б434-90	15	434	90	0,62	0,31	66,1	238	14,0	23,3
ДМУ-Б463-90	16	463	90	0,63	0,29	74,9	225	15,0	25,0
ДМУ-Б572-90	20	572	90	0,66	0,24	111,3	189	18,6	31,3

Характеристика внутрішньогосподарської зрошувальної мережі наведена в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Технічна характеристика внутрішньогосподарської закритої зрошувальної мережі

Назва трубопроводу	Довжина, м	Пропускна здатність, л/с		ККД
		нетто	брутто	
2-1Кр	5308	630	642,8	0,98
2-1Кр1	1356	80	81,8	0,98
2-1Кр2	697	80	81,8	0,98
2-1Кр3	832	180	183,7	0,98
2-1Кр4	1527	100	102,0	0,98
2-1Кр5	932	180	183,7	0,98
2-1Кр6	898	180	183,7	0,98

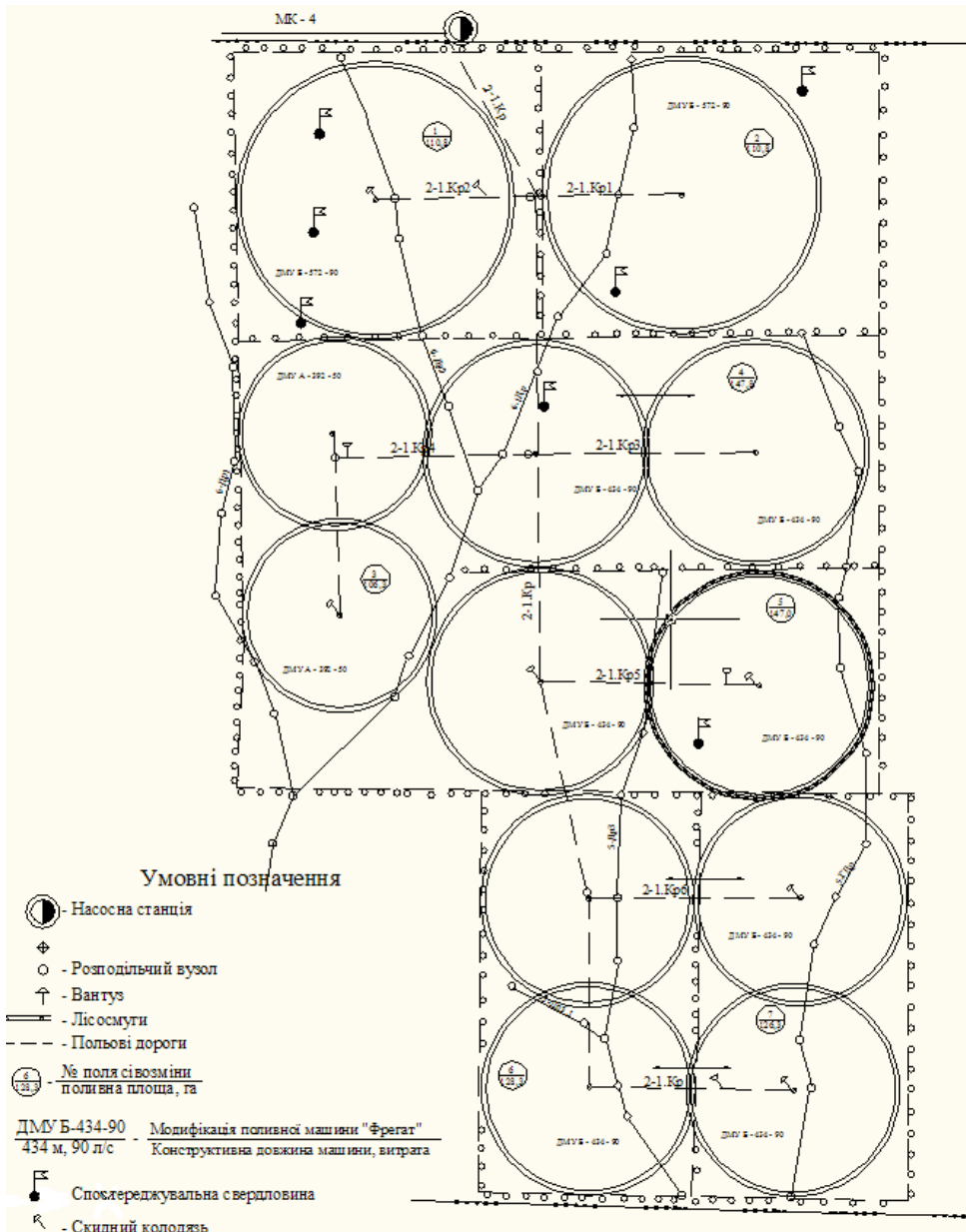


Рисунок 1.2 – План-схема ділянки зрошення

1.4. Геологічні і гідрологічні умови

Територія району, розташована на південно-східній частині Українського щита, що має характерні геологічні особливості. Неглибоке залягання докембрійського кристалічного фундаменту, перекритого осадовими відкладеннями різних періодів, вказує на те, що поверхня району зазнала

значних змін за часи геологічної еволюції. Осадочні відклади, що виникли в різні геологічні періоди (крейдовий, палеогеновий, неогеновий та четвертинний), свідчать про тривалий процес формування цього регіону. Повний розріз четвертинних відкладів на підвищених ділянках плато є доказом відносно недавнього розчленування території, що могло бути результатом ерозійних процесів або зміни рівня води.

Відсутність неогенових і палеогенових відкладів на підвищених ділянках докембрійського фундаменту свідчить про те, що ці осадові породи не були достатньо розвинені або зруйновані до того, як відбувалося утворення четвертинних суглинків.

Червоно-бурі глини і четвертинні суглинки, що залягають безпосередньо на корі вивітрювання кристалічних порід, можуть бути результатом тривалих процесів вивітрювання та осадження, що формували нові геологічні горизонти на місці старих фундаментів.

У місцях, де поверхня докембрійських порід знаходиться на низьких відмітках, спостерігається більш складний розріз відкладів, який охоплює більшу частину кайнозойських відкладів (від бучацьких до четвертинних). Виникнення різних типів відкладів, таких як еолово-делювіальні та водно-льодовикові, вказує на активне вплив льодовикових та еолових процесів (ерозія, перенос матеріалу вітром, осадження водами). Це підкреслює різноманітність ландшафтних і кліматичних умов, які могли змінюватися з часом [3].

Долини річок, складені піщано-суглинковими відкладами, а заплави — алювіальними піщаними породами на докембрійських і палеогенових утвореннях.

Піщано-суглинкові відклади в долинах річок зазвичай утворюються в результаті осадження матеріалу, принесеного водами річок, при чому вони можуть мати різний ступінь фільтрації і водопроникності. Алювіальні піщані породи, які складають заплави, утворюються, коли річки або інші водні потоки

відкладають піщані матеріали на рівнинах, де їхня швидкість знижується, дозволяючи важчим часткам осідати.

Виходи кристалічних порід на денну поверхню, в місцях де алювіальні відклади містять гальку, вказують на те, що в цих місцях річки або потоки могли бути більш енергійними, здатними переносити і відкладати більші частки — гальку (рис.1.3).

Річкова мережа, що належить до Дніпра, включаючи річки Мокра Сура, Солона, Ольшанка та Тритузна, є важливою частиною гідрографічної системи цієї території. Ці річки, що є правими притоками Дніпра, мають рівнинний тип течії, характерний для багатьох річок, які протікають у низьких широтах та не мають значних перепадів висот.

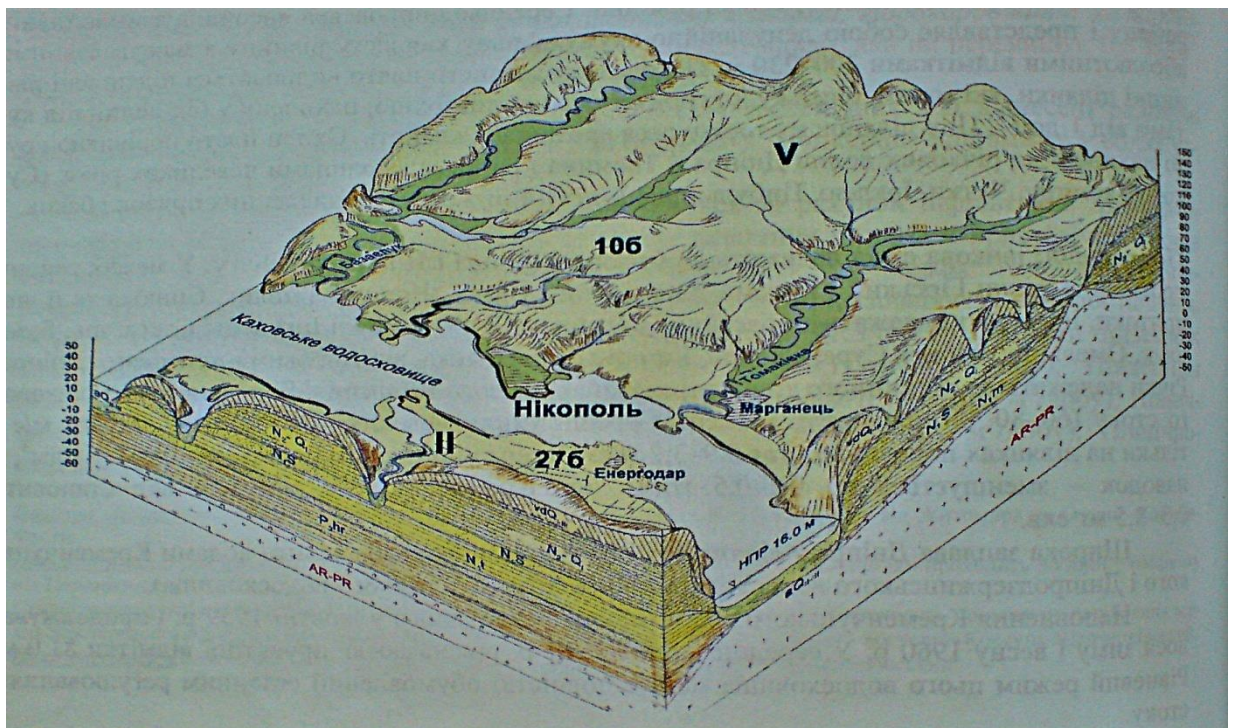


Рисунок 1.3 – Геолого-геоморфологічні умови стику Українського басейну тріщинних вод (V) і Причорноморського артезіанського басейну (II).

Східнопридніпровський гідрогеологічний район (10) [3]

Річки, що належать до рівнинного типу і мають снігове живлення, зазвичай мають виражену сезонність. Більша частина річкового стоку (60-80%) припадає на весняний період, коли сніг тане, що може призводити до весняних повеней або підвищення рівня води в річках.

Широка заплава Дніпра з ділянками надзаплавної тераси, що затоплені водами Каховського водосховища, є важливим елементом цієї екосистеми. Водосховище має велике значення для регулювання стоку річки, забезпечення водними ресурсами, а також для розвитку різних видів діяльності [3, 4].

У геологічній будові ділянки зрошення кристалічні породи докембрію та осадовий комплекс кайнозою відіграють важливу роль у формуванні підгрунтя для розвитку водно-грунтових систем і визначають характеристики ґрунтів на цій території.

Кристалічні породи докембрію складають глибокий геологічний фундамент, який є основою більш пізніх осадових відкладів.

Докембрійські породи, що залягають на глибинах від 20 до 90 метрів. Вони перекриті корою вивітрювання, представленою каолінами (від 2 до 6 метрів), що є результатом тривалого процесу вивітрювання кристалічних порід. На поверхні каолінів залягають палеогенові відкладення потужністю від 10 до 40 метрів, які представлені піщано-глинистими породами. Це утворює додаткові шари, які можуть впливати на проникність води та водообмін у підземних водах. Стратиграфічно вище палеогенових відкладень розташовані неогенові відклади, які включають глини, вапняки та піски, потужність яких варіюється від 5 до 30 метрів. Ці відкладення можуть мати різні властивості, від того, як вони зберігають воду, до впливу на ерозію та осадження матеріалів. Особливою рисою є наявність нерозчленованої товщі червоно-бурих глин, що мають потужність від 1 до 10 метрів. Червоно-бурі глини є важливими для гідрогеологічних досліджень, оскільки вони можуть виступати як водотривкий шар, здатний стримувати рух води через геологічні шари.

Четвертинні відкладення, які складаються з нижнього, середнього та верхнього відділів, характеризуються різноманітністю суглинків.

Нижній відділ четвертинних відкладів представлений важкими (1–10 м) та легкими (1–2 м) суглинками. Важкі суглинки, ймовірно, мають більшу кількість глинистих компонентів, що зменшує їх проникність і затримує воду, тоді як легкі суглинки мають вищу водопроникність. У кривлі (верхньому шарі) цих відкладів розкривається горизонт прихованих ґрунтів товщиною від 0,5 до 1 м. Середній відділ складається з суглинків різної водоутримуючої здатності — важких, середніх і легких різновидів, потужністю від 1,7 до 4,5 м. На більшій частині території в кривлі легких суглинків розташований шар прихованих ґрунтів товщиною 0,5–1,0 м. Це дозволяє утримувати вологу в верхніх шарах, сприяючи накопиченню води під час дощів і сніготанення.

Верхній відділ четвертинних відкладів складається з середніх суглинків, потужністю від 1,0 до 4,0 м, які залягають під ґрунтово-рослинним шаром.

Водоносний горизонт верхнього відділу має велике значення для гідрогеологічних умов на ділянці зрошення. Він є частиною еоловоделювіальних відкладів вододільного плато, які утворюють водоносний шар, що може змінювати гідродинамічний режим на території. Цей горизонт відповідає за накопичення та збереження води в межах зрошуваної площі, що прямо впливає на ефективність водного забезпечення, зокрема під час періодів активного зрошення.

Рельєф ділянки характеризується як хвилястий та пересічний, що свідчить про наявність рельєфних форм. Переважаючі похили на ділянці зрошення знаходяться в межах 0,02 до 0,03, що вказує на помірну крутизну схилів. Мінімальна відмітка на території складає 37 м, а максимальна — 94 м, що свідчить про різноманіття висот і можливі перепади в рельєфі, які можуть значно впливати на розподіл води в ландшафті та на гідрологічні процеси в межах території зрошення.

Мікрорельєф території має форми, що піддаються як вітровій, так і водній ерозії, і такі форми спостерігаються на прибалкових ділянках.

Гідрогеологічні умови та режим ґрунтових вод району дослідження відображають певні специфічні характеристики, які мають важливе значення

для водного балансу та гідрогеологічних процесів на території. Згідно з цією інформацією, район можна віднести до зони ґрунтових вод алювіальних, водно-льодовикових і лесових рівнин, що вказує на поширення ґрунтових вод у різних типах відкладень — від алювіальних (осадові відкладення річкових долин) до водно-льодовикових та лесових (відкладення, пов'язані з льодовиковими та еоловими процесами). Територія нестійкого зволоження означає, що рівень зволоження ґрунтів змінюється в залежності від пори року, зокрема через сезонні коливання рівня ґрунтових вод. Ландшафтний гідрогеологічний комплекс (ЛГГК) 5а (9), який зображений на (рис.1.4).

Водоносний горизонт типу верховодки, що поширений в межах району, відноситься до верхнього шару ґрунтів, де вода знаходиться ближче до поверхні. Він зазвичай міститься в нерозчленованих елювіальних відкладеннях, що означає, що вода проникає через розкриті верхні шари ґрунту і знаходиться в цих відкладах, що є результатом фізичного та хімічного вивітрювання порід, особливо в межах нижньо- і верхньочетвертинних елювіальних відкладів.

Ґрунтові води залягають переважно у лесовидних суглинках, що складаються з суміші глини, піску та супісків. Найбільше збагачені водою нижні частини суглинків, що зумовлено наявністю вертикальної макропористості (великі пори) та наявністю піщаних прошарків всередині суглинкових відкладень. У місцях, де ці суглинки утворюють покриття в долинах річок, вони можуть бути дренажними. Потужність лесового шару (шару лесових суглинків) в середньому досягає 30 м, а середня товщина обводненої частини суглинків становить від 2 до 5 м. Важливим елементом в гідрогеологічній будові є водотривкий шар, який утворений щільними або глинистими суглинками, зокрема червоними бурими глинами пліоцен-четвертинного віку. В деяких місцях суглинки, що містять воду, залягають безпосередньо на кристалічних породах докембрію, які є основою геологічної будови цієї території.

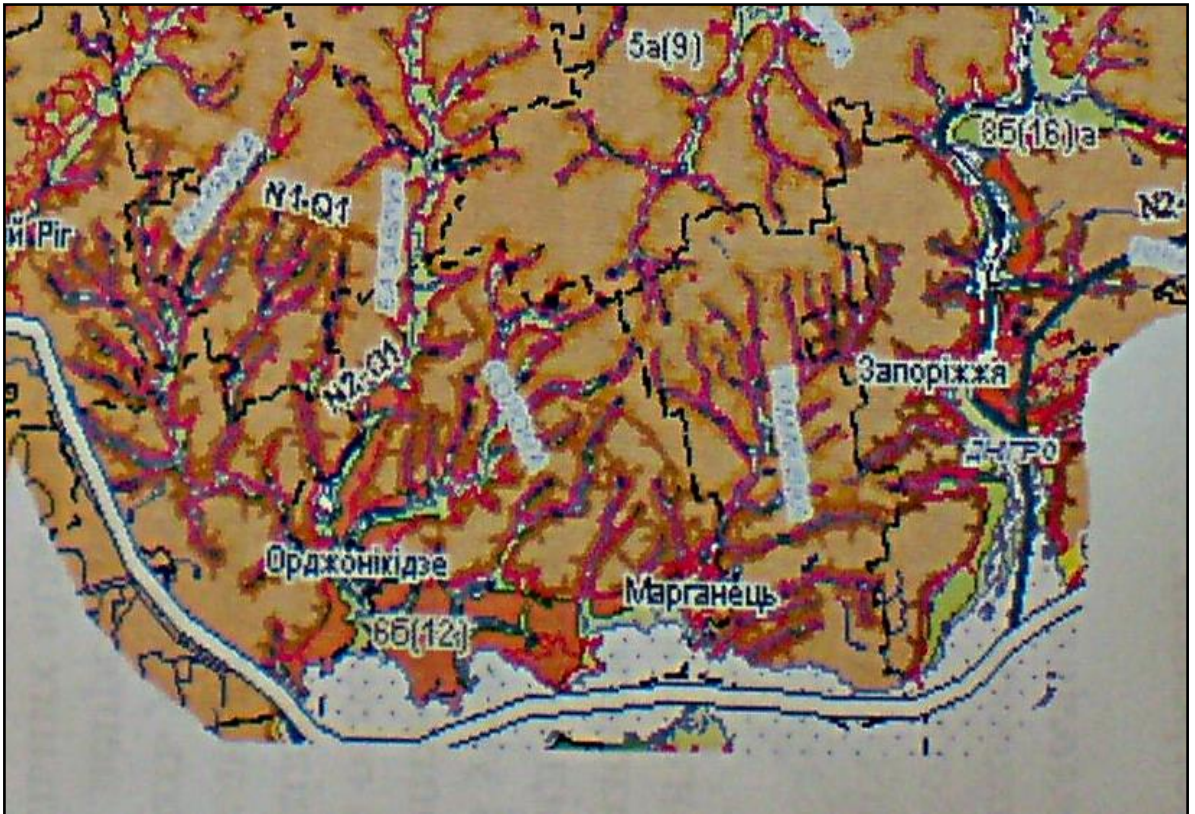


Рисунок 1.4 – Гідрогеологічні умови Східнопридніпровського гідрогеологічного району [3]

Ґрунтові води мають змінну глибину залягання, яка в середньому коливається від 2 до 8 м, але в деяких випадках може досягати 33 м. Водночас на вододілах цей горизонт залягає на меншій глибині, ніж у придолинних ділянках. Поверхня дзеркала ґрунтових вод є вільною, тобто не обмежена верхньою водотривкою товщею, і водозбагаченість є низькою. Фільтраційні властивості суглинків є слабкими, що проявляється в низьких значеннях коефіцієнта фільтрації, який коливається від 0,09 – 0,11 м/добу у верхній частині водоносного горизонту до 0,06 – 0,6 м/добу в нижній частині. Продуктивність свердловин змінюється в межах 0,006 до 0,26 л/с, при зниженні рівня води на 2,4 і 2,1 м відповідно. Питомі дебіти не перевищують 0,1 л/с, що вказує на невисоку інтенсивність водовидобутку в цих умовах. Витрати джерел води коливаються від 0,01 до 0,07 л/с. Добовий водовідбір з колодязів

становить 0,1 – 3 м³, а на заході району цей показник може досягати до 25 м³. Важливим є те, що в літній період більшість колодязів пересихають [3].

У зниженнях вододільних рівнин та на територіях, які прилягають до Каховського водосховища, горизонт ґрунтових вод має підвищену водозбагаченість. Дебіт свердловин у таких районах може досягати 5,6 л/с, що є значним показником порівняно з іншими ділянками, де дебіт значно нижчий. При цьому рівень води може знижуватися на 4,9 м.

Якість води дослідження варіюється, і мінералізація коливається в межах від 0,2 до 13,0 г/дм³, при цьому найпоширеніший діапазон складає 2 – 5 г/дм³. У північних і західних частинах цей показник зменшується до 0,3 – 0,7 г/дм³.

За хімічним складом води переважно сульфатно-гідрокарбонатні кальцієво-магнієві, а також сульфатні натрієво-магнієві та гідрокарбонатно-хлоридні кальцієво-магнієві. Води характеризуються високою жорсткістю. Загальна жорсткість води коливається від 3 до 90 мг. екв, зі середнім значенням 10 – 20 мг. екв, але на півночі та заході цей показник може бути меншим — 4 – 9 мг. екв. Значення рН води знаходяться в межах 6,8 – 8,6.

У зв'язку з низькою водозбагаченістю та незадовільною якістю вод водоносний горизонт має обмежене практичне значення. Він здебільшого використовується для господарсько-побутових потреб через шахтні колодязі. На деяких ділянках на заході району, де розвинені легкі суглинки і є сприятливі умови для поповнення водоносного горизонту, цей горизонт може бути використаний для централізованого водопостачання об'єктів, забезпечуючи стабільне водопостачання [3].

Ґрунтові води на ділянці зрошення, що залягають на глибині 10 м, мають хлоридно-сульфатно-натрієвий тип.

1.5. Кліматичні умови

Дніпропетровська область характеризується атлантико-континентальним кліматом помірних широт, на який найбільше впливає циркуляція повітряних мас із Атлантичного океану. В регіоні формується порівняно м'який і вологий клімат. Через рівнинний рельєф території, область також піддається впливу інших повітряних мас: спекотних азійських (що приносять сухе та гаряче повітря влітку), хłodних арктичних (що зумовлюють зниження температури взимку), видозмінених тропічних [5].

Температурний режим має наступні характеристики:

- Середньобогаторічна температура повітря становить $+9,2^{\circ}\text{C}$;
- Максимальна температура зафіксована в серпні і досягала $+39^{\circ}\text{C}$;
- Мінімальна температура була зареєстрована в лютому і складала -28°C .

Тривалість безморозного періоду:

- Середня – 179 діб;
- Максимальна – 225 діб;
- Мінімальна – 129 діб.

Сума ефективних температур:

- Вище $+10^{\circ}\text{C}$ – 1494°C в середньому;
- Вище $+5^{\circ}\text{C}$ – 2489°C .

Сума активних температур повітря вище $+10^{\circ}\text{C}$ складає 3175°C [6, 7, 8].

Річна норма опадів у зоні проектування становить 424,7 мм, із яких:

У теплий період (квітень – жовтень) випадає 250,4 мм.

У холодний період (січень – березень, листопад, грудень) – 174,3 мм.

У роки з 75%-ю забезпеченістю (сухі роки) річна кількість опадів зменшується до 346,6 мм. [6, 7, 8]. Значення наведені нижче в табл.1.4.

Таблиця 1.4 – Середня та абсолютна температури повітря (°C) за даними МС Нікополь [6,7,8]

Місяць	Абсолютний мінімум	Середній мінімум	Середня	Середній максимум	Абсолютний максимум
Січень	-26,2 (1940)	-3,5	-1,1	1,6	15,1 (2005)
Лютий	-28,0 (1929)	-2,9	-0,5	2,3	18,6 (1990)
Березень	-16,0 (1929)	0,5	2,9	5,8	24,1 (1947)
Квітень	-5,9 (1923)	6,4	9,2	12,6	28,5 (1909)
Травень	0,3 (1915)	11,9	15,2	18,9	33,3 (2007)
Червень	5,2 (1913)	16,0	19,6	23,5	35,6 (1963)
Липень	7,5 (1908)	17,9	21,7	25,9	39,3 (2007)
Серпень	7,9 (1906)	17,5	21,4	25,5	36,8 (1998)
Вересень	-0,8 (1906)	13,2	16,8	20,6	32,4 (1929)
Жовтень	-13,3 (1920)	8,2	11,2	14,4	30,5 (1928)
Листопад	-14,6 (1920)	3,1	5,6	8,3	26,0 (1926)
Грудень	-19,6 (1895)	-1,0	1,4	3,9	16,3 (2008)
Рік	-28,0 (1929)	7,2	10,3	13,6	39,3 (2007)

Для умов вирощування сільськогосподарських культур використовуються такі характеристики клімату: дати переходу середніх добових температур повітря вище і нижче меж 0, +5, +10, +15, +20°C (табл. 1.5) і кількість днів з температурою, що перевищує ці межі.

Таблиця 1.5 – Дата переходу середньодобових температур повітря через певні межі і число днів, коли температура перевищує ці межі [6, 7, 8]

Температура, °C				
0	+5	+10	+15	+20
4.03	1.04	21.04	13.05	19.06
12.12	13.09	19.10	25.09	27.08
282	225	180	134	68

Тривалість безморозного періоду:

- Середня: 169 днів;

- Максимальна: 204;
- Мінімальна: 129 днів,

Глибина промерзання ґрунту:

- Середня: 49 см;
- Максимальна: 116 см;
- Мінімальна: 17 см.

Кліматичні умови літа у регіоні характеризуються такими особливостями. Часті літні суховії негативно впливають на вологозабезпеченість ґрунтів і стан сільськогосподарських культур, особливо під час критичних фаз розвитку рослин. Переважають східні та північно-східні вітри.

Середня річна швидкість: 3,9 м/с;

Максимальна швидкість: до 30 м/с;

Ймовірність вітрів понад 6 м/с у вегетаційний період: 19,8%.

Атмосферні опади мають значення для водного балансу території. Для ефективного використання водних ресурсів і забезпечення сільськогосподарського виробництва необхідно враховувати сезонну нестабільність опадів та їхній вплив на водний баланс ґрунтів.

Літні опади мають більший обсяг порівняно з зимовими, характеризуються зливовим характером, що знижує їх корисність для сільськогосподарських культур.

В зимовий (невегетаційний) період:

- середня кількість опадів становить 250 мм.

Літній (вегетаційний) період:

- середня кількість опадів досягає 450 мм (табл. 1.6).

Таблиця 1.6 – Місячні значення норм опадів (мм) та мінімуми (максимуми) за даними МС Нікополь [6, 10]

Місяць	Норма	Місячний мінімум	Місячний максимум	Добовий максимум
Січень	31	0,8 (1964)	139 (1966)	35 (1970)
Лютий	31	0,5 (1920)	135 (1969)	28 (1962)
Березень	31	0,0 (1921)	91 (1988)	31 (2002)
Квітень	34	0,4 (1952)	138 (1977)	44 (1977)
Травень	34	0,5 (1947)	135 (1970)	60 (2006)
Червень	49	2,0 (1957)	128 (1984)	90 (1984)
Липень	49	0,9 (1931)	143 (1965)	90 (1988)
Серпень	34	0,0 (1897)	151 (2002)	106 (2002)
Вересень	37	0,0 (1903)	167 (1971)	64 (1971)
Жовтень	30	0,8 (1949)	194 (1939)	54 (1894)
Листопад	45	0,0 (1902)	150 (1952)	72 (1974)
Грудень	35	0,0 (1921)	112 (1966)	29 (1930)
Рік	440	191 (1921)	679 (1970)	106 (2002)

Середні дати утворення та руйнування сталого снігового покриву:

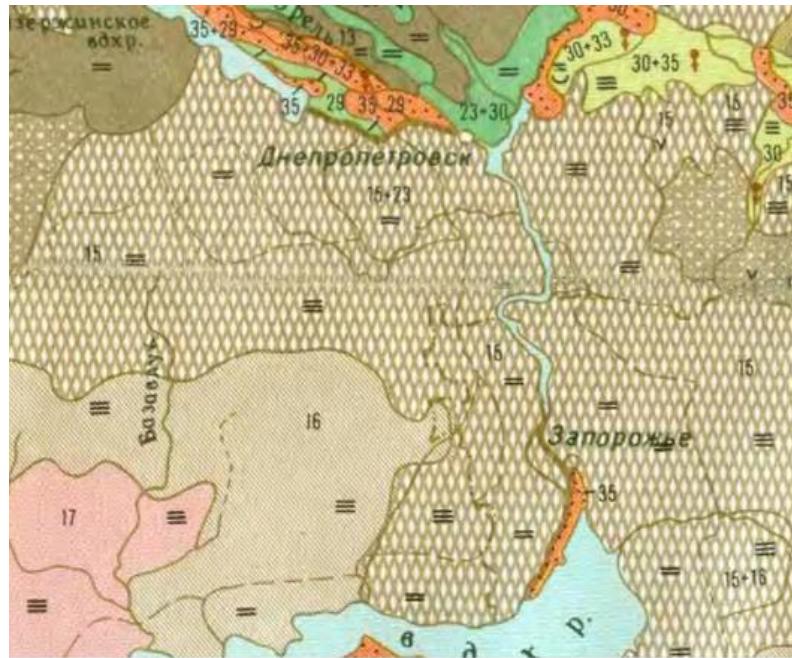
- утворення сталого снігового покриву - 01.01
- руйнування сталого снігового покриву - 05.04 [6, 10].

1.6. Ґрунтові умови

Згідно з ґрунтово-географічним районуванням, територія масиву знаходиться в зоні Степу, в підзоні Північного степу. Вона належить до Дніпровсько-Дністровської ґрунтової провінції, в межах Дніпровсько-Дністровського ґрунтового округу. Ґрунти цього району характеризуються дренововидно-ерозійними поєднаннями середньопотужних чорноземів, які мають низький вміст гумусу і розвиваються на пологих рівнинах.

Ґрунтовий покрив цієї території представлений чорноземами звичайними малогумусними малопотужними, які є важкосуглинистими (рис. 1.5). Ці ґрунти

незасолені, що свідчить про відсутність високої концентрації солей у їх складі. Середня потужність гумусованого профілю таких чорноземів складає 62 см. У орному горизонті (0-25 см) вміст гумусу коливається в межах 3,5-3,7%, що є типовим для малогумусних ґрунтів. Забезпеченість ґрунтів доступними формами фосфору на цій території є середньою. Калій у ґрунтах має підвищену забезпеченість. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної.



- Чорноземи звичайні (несмиті і смиті) на лесових породах
- 13 13a Чорноземи звичайні моло- і середньогумусні, а) міцелярно карбонатні
- 14 Чорноземи звичайні середньогумусні
- 15 15a Чорноземи звичайні малогумусні
- 16 16a Чорноземи звичайні малогумусні а) міцелярно карбонатні

Рисунок 1.5 – Фрагментарна карта ґрунтів досліджуваної території [11]

Основною ґрунтоутворюючою породою на території масиву є лесоподібні відкладення, які утворюються в умовах помірною клімату і можуть

забезпечувати сприятливі умови для розвитку чорноземів. В нижній частині схилів і в улоговинах стоку ґрунтоутворюючими породами є перевідкладені лесовидні суглинки. Механічний склад ґрунтоутворюючих порід важкосуглинистий.

Земельний фонд території з меліоративної точки зору придатний для зрошення. Ділянки загальною площею 10 га з похилами 0,03–0,05 потребують капітального планування.

2. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

2.1. Методи розрахунку режимів зрошення

Режим зрошення визначає необхідність та строки поливу сільськогосподарських культур для забезпечення їх оптимального розвитку. Існує кілька методів розрахунку цього режиму, і кожен з них має свої особливості в залежності від умов, таких як клімат, ґрунтові характеристики та типи культур.

1. Графоаналітичний метод О.М. Костякова — базується на використанні графіків.

2. Біокліматичний метод А.М. та С.М. Алпатьєвих — орієнтований на врахування біокліматичних умов регіону.

3. Удосконалений біокліматичний метод В.П. Остапчика — є розширенням попереднього методу і включає додаткові фактори.

4. Біофізичний метод Д.А. Шгойко — фокусується на біофізичних процесах.

Кожен з цих методів має свою специфіку і може бути застосований в залежності від вимог до точності розрахунків та доступних даних.

Дані методи зрошення застосовують рівняння водного балансу. Основною складовою, яка може варіюватися в залежності від методу, є сумарне випаровування (або евапотранспірація). Існують різні підходи до розрахунку цього показника [12, 13] .

Графоаналітичний метод О.М. Костякова є одним з основних методів для розрахунку водоспоживання в зрошувальному землеробстві. Метод ґрунтується на визначенні сумарного водоспоживання (або евапотранспірації) через експериментальні дослідження поливних режимів для конкретних культур, з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов.

Метод визначення сумарного водоспоживання E ($\text{м}^3/\text{с}$) полягає в розрахунку загальної кількості води, яку культура потребує для свого розвитку [15,14].

Сумарне водоспоживання розраховують за формулою:

$$E = K_B \cdot Y, \quad (2.1)$$

де K_B - коефіцієнт водоспоживання, $\text{м}^3/\text{ц}$; Y - планова урожайність сільськогосподарських культур, $\text{ц}/\text{га}$.

Біокліматичний метод А.М. та С.М. Алпатьєвих базується на залежності водоспоживання сільськогосподарських культур від дефіциту вологості повітря [17, 16].

Залежність виражається формулою:

$$E = k_6 \cdot \sum d, \quad (2.2)$$

де E - сумарне водоспоживання за будь-який час, мм ; $\sum d$ - сума середньодобових дефіцитів вологості повітря за цей же період, мб ; k_6 - біологічний коефіцієнт (коефіцієнт біологічної кривої)- витрати вологи на одиницю дефіцитів вологості повітря, $\text{мм}/\text{мб}$.

Біологічний коефіцієнт k_6 — це важливий параметр, що використовується в біокліматичному методі для оцінки водоспоживання сільськогосподарських культур з урахуванням їхніх біологічних особливостей [17].

Біокліматичний коефіцієнт (k_6) є важливим параметром у визначенні водоспоживання сільськогосподарських культур на основі їхніх біокліматичних потреб. Його значення отримують шляхом оцінки водоспоживання культур на різних етапах їхнього росту та розвитку, з урахуванням оптимальних умов зволоження, що забезпечуються шляхом зрошення.

$$k_o = \frac{E_n}{\sum d_n}, \quad (2.3)$$

де E_n - водоспоживання за будь який період часу (наприклад за декаду), який визначається експериментальним шляхом, мм; $\sum d_n$ - сума добових дефіцитів вологості повітря за той же період часу, мб.

Біокліматичні коефіцієнти значною мірою залежать від рівня вологозабезпеченості ґрунту, і з поліпшенням цієї вологозабезпеченості коефіцієнти можуть зростати. Неврахування змін рівня оптимального зволоження. Метод не враховує варіації оптимального рівня зволоження в ґрунті від найменшої вологості до вологості розриву капілярного зв'язку.

Біокліматичні коефіцієнти розраховуються експериментально для конкретних агрокліматичних умов і мають зональний характер. Однак для точнішого застосування в різних агрокліматичних зонах та при змінних умовах необхідно враховувати додаткові поправки. При відсутності даних про біокліматичний коефіцієнт для конкретної зони зрошення можна використовувати значення, оптимальні для середніх умов України, з коригуванням за допомогою суми середньодобових температур та тривалості світлового дня для цієї зони.

Незважаючи на певні обмеження та необхідність коригувань, біокліматичний метод є потужним інструментом для визначення водоспоживання сільськогосподарських культур. Завдяки використанню поправочних коефіцієнтів він може бути адаптований до різних агрокліматичних умов, що дозволяє підвищити точність розрахунків і ефективність зрошення в різних регіонах.

Сумування витрат води за декадними періодами дозволяє точно оцінити потреби культур у воді протягом усього вегетаційного періоду

Метод Алпатьєвих базується на зв'язку між сумарним випаровуванням (або водоспоживанням) і дефіцитом вологості повітря. Це дозволяє враховувати не тільки атмосферні умови, а й біологічні особливості сільськогосподарських культур.

Удосконалений біокліматичний метод В.П. Остапчика розраховує дефіцит водоспоживання культури (нестачу природного водозабезпечення, яку потрібно покрити поливами) за певні i -ту декадні періоди, визначається за формулою [18]:

$$D_i = E_i - (P_i - \Delta P_i) - G_i, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (2.4)$$

де E_i - сумарне випаровування поля за i -ту добу чи декаду, $\text{м}^3/\text{га}$; P_i - атмосферні опади, $\text{м}^3/\text{га}$; ΔP_i - втрата частини опадів на поверхневий стік та фільтрацію, мм; G_i - підживлення активного шару ґрунту підґрунтовими водами, $\text{м}^3/\text{га}$.

Нижче наведено основні етапи розрахунку елементів дефіциту водоспоживання [18].

1. E_i – сумарне випаровування з поля, що складається з випаровування з поверхні ґрунту та транспірації з рослинного покриву.

При проектному покритті поля вегетативними органами рослин понад 60% (коли $a_n > 0,6$), випаровування з поверхні ґрунту значно зменшуєть. Важливо, щоб волога в активному шарі ґрунту підтримувалася в межах оптимального діапазону (2.4) у таких умовах основним фактором, що визначає інтенсивність транспірації, є погодні умови.

$$\beta_{ГПВ} \geq \beta_i \geq \beta_{кр} \quad \text{і} \quad W_{ГПВ} \geq W_i \geq W_{кр}, \quad (2.5)$$

Швидкість транспірації практично однакова на полях з різним розвитком наземної вегетативної маси рослин або під різними культурами. Однак випаровування з поверхні ґрунту значно змінюється в залежності від покриття поля рослинами від 0 до 0,6. При сухій поверхні ґрунту (при малому покритті рослинами) випаровування може коливатися в межах 10-15 м³/га/добу. При зволоженій поверхні ґрунту випаровування збільшується до 50-100 м³/га/добу. (в обох випадках середня вологість активного шару ґрунту може бути більшою $\beta_{кр}$).

Для оцінки загального випаровування на полі застосовують формулу, яка враховує два основних компоненти:

- випаровування з частини поля, покритої рослинами;
- випаровування з оголеного ґрунту.

$$E = \varphi_i \cdot k_{\beta_i}^k \cdot E_{0i} + (1 - \varphi_i) \cdot k_{\beta_i} \cdot E_{0i}, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (2.6)$$

де φ_i - відношення поточного покриття поля рослинами a_n до його критичної величини $a_n = 0.6$, при якому випаровуванням з поверхні ґрунту можна знехтувати.

$$\varphi = a_n / 0,6, \quad (2.7)$$

E_{0i} - випаровуваність - потенційне випаровування при конкретних природних умовах, яке може бути розраховане за формулою Іванова [17].

$$E_0 = 0,006 \cdot (25 + t_i)^2 \cdot (100 - r_i) \text{ м}^3/\text{га}, \quad (2.8)$$

де t_i ; r_i - середньодобова температура, °С, та відносна вологість повітря, %; $k_{\beta_i}^k$ - біологічний коефіцієнт випаровування покритої рослинами частини

поля, що відображає відношення фактичної транспірації до випаровуваності E_{0i} . Величина її змінюється на протязі зрошувальних періодів в залежності від виду та фази розвитку рослин від 0,75 до 1,15; k_{Pi} - множник до E_{0i} для оцінки випаровування з оголеної частини поля в залежності від рівня зволоження її поверхневого шару опадами:

$$k_{Pi} = 0,33 + 0,01 \cdot P_i + 0,04 \cdot n_{Pi}, \quad (2.9)$$

де P_i - сума опадів, що випали за декаду, м³/га; n_{Pi} - кількість днів в декаді з опадами $P > 10$ м³/га.

2. G_i – капілярний притік в активний шар ґрунту ґрунтових вод при рівні їх залягання менше 3,5 м, розрахований за приведеною нижче формулою, отриманою поєднанням методик С.І.Харченко та Р.А.Баєра [19, 20]

$$G_i = 0,9 \cdot k_{mn}^z \cdot E_{0i} \cdot e^{-cH}, \quad \text{м}^3/\text{га}, \quad (2.10)$$

де E_{0i} - випаровуваність, визначена по залежності (2.8); e - основа натуральних логарифмів; c - коефіцієнт, що враховує вплив змінної за період вегетації глибини активного шару (c дорівнює 1,2 на початку зрошувального сезону, на протязі основної частини його – 0,7, а перед збиранням врожаю – 0,9); H - глибина залягання ґрунтових вод, м; k_{mn}^z - коефіцієнт участі ґрунтових вод в водозабезпеченості рослин в залежності від їх мінералізації. Він відображає відношення допустимої в конкретних умовах мінералізації $M_n^{(d)}$, г/л до фактичної $M_n^{(ф)}$: $k = M_n^{(d)} / M_n^{(ф)}$. Значення k_{mn}^z змінюються від 1 до 2.

Якщо $k_{mn}^z < 1$, то ґрунтові води, що надходять в активний шар, враховуються не повністю. Створюється промивний режим, який перешкоджає накопиченню солей в активному шарі ґрунту.

У процесі вологообміну між активним шаром ґрунту та ґрунтовими водами важливо враховувати двосторонній характер цього процесу, де вода не тільки поповнюється через опади або поливи, але й може відтікати з активного шару ґрунту. Це відбувається за рахунок гравітаційного відтоку, коли частина води, зокрема 10% поливної води та опадів, може виводитись з активного шару ґрунту через некапілярні ходи і порожнини в ґрунт. Ці втрати води враховані емпіричними коефіцієнтами водоспоживання k_{δ_i} в формулі (2.6).

Спроба зниження величини зрошувальних норм може бути недоцільною з кількох важливих причин:

Важливо [21], щоб вологість ґрунту в верхній третині кореневмісного шару не опускалась нижче критичного рівня. Якщо вологість в нижніх двох третинах кореневмісного шару залишається високою, але в верхній частині (де знаходяться корені, що активно абсорбують воду) вологість знижується, рослини можуть відчувати водне голодання. Якщо зменшити норму зрошення, щоб знизити втрати через фільтрацію (відтік води з ґрунту), це може призвести до недостатнього зволоження верхніх шарів ґрунту, що викликає водне голодання у рослин. Низька вологість у верхньому шарі не дозволяє рослинам підтримувати оптимальний рівень водоспоживання і затримує їх розвиток, навіть якщо вологість в нижніх шарах залишається високою.

3. $(P_i - \Delta P_i)$ – прихід та участь у водному балансі активного шару ґрунту на полі дощів, що випали на протязі зрошувального періоду культури. В розрахунок вводиться вся сума опадів, що випали за i -ту декаду (P_i) , $m^3/га$.

Втрата частини опадів на поверхневий стік та фільтрацію ΔP_i визначається при умові, що активний шар ґрунту h_a не може втримувати в собі запаси вологи більші гранично польової вологості $W_{пв}$.

Для визначення наявності та величини втрат води в ґрунті в межах зрошувального періоду, необхідно розраховувати зміни запасів вологи в активному шарі ґрунту за кожен декаду:

$$W_i = W_{i-1} + P_i + G_i + m_i - E_i, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (2.11)$$

де W_{i-1} і W_i - запаси вологи на початок i -тої декади та в кінці її; G_i - капілярний притік ґрунтових вод; m_i - поливна норма, якщо в i -тій декаді був проведений полив; E_i - сумарне випаровування.

Якщо запас вологи на кінець декади W_i менший чи рівний $W_{ГПВі}$, то втрата $\Delta P_i = 0$. Якщо же $W_i > W_{ГПВі}$, то

$$\Delta P_i = W_i - W_{ГПВі}, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (2.12)$$

Біофізичний метод Д.А. Штойко, розроблений для визначення сумарного водоспоживання та режимів зрошення сільськогосподарських культур, базується на аналізі температури повітря та оптимальної вологості. Метод Штойко передбачає, що сумарне водоспоживання рослин можна визначити через залежність між температурою повітря та рівнем вологості, що оптимальний для розвитку рослин. Умови застосування:

- важкосуглинкові чорноземи та темно-каштанові ґрунти: Волога в розрахунковому шарі ґрунту має підтримуватися на рівні не нижче 80% НВ
- легкі та середньосуглинкові ґрунти: Для таких ґрунтів вологість не повинна опускатися нижче 70-75% НВ [22, 23].

Розрахунок витрат ґрунтової вологи від посіву або відновлення вегетації до повного затінення і в період досягання (з початку масового жовтіння листків) проводиться за формулою:

$$E = \sum t \cdot \left(0,1 \cdot t_c - \frac{a}{100}\right), \quad (2.13)$$

а в останній період вегетації з інтенсивним накопиченням урожаю та великими сумами випаровування води із ґрунту – за формулою:

$$E = \sum t \cdot \left(0,1 \cdot t_c + 1 - \frac{a}{100}\right), \quad (2.14)$$

де E - сумарне випаровування за окремі періоди вегетації (доба, декада), м³/га;

$\sum t$ - сума середньодобових температур повітря за цей період, °С;

t_c - середня температура повітря за розрахунковий період, °С;

a - середня відносна вологість повітря за розрахунковий період.

Агрогідрометеорологічний метод розрахунку режимів зрошення сільськогосподарських культур на основі добових вологозапасів ґрунту передбачає врахування кількості вологи, яка знаходиться в різних шарах ґрунтового профілю, для визначення необхідної кількості зрошення.

Цей метод базується на агрогідрометеорологічних даних, отриманих від гідрометеорологічних постів, які включають інформацію про температурні умови, опади, вологість повітря та інші фактори, що впливають на водний режим ґрунту.

Оптимальний режим зрошення повинен забезпечувати рівновагу між надлишком і нестачею вологи в ґрунті, оскільки як перезволоження, так і пересихання можуть мати негативні наслідки для ґрунту та рослин [13]. Перезволоження спричиняє відсутність доступу кисню до коренів рослин, що призводить до анаеробних умов. Важливо здійснювати постійний моніторинг рівня вологи в ґрунті, що дозволяє оперативно коригувати зрошувальні заходи і адаптувати їх до реальних умов [13].

В роки з достатнім зволоженням за рахунок атмосферних опадів зрошення не є необхідним у більшості випадків. Поливи в таких умовах

повинні проводитися лише за необхідністю, і важливо, щоб вони базувались на точних даних про дефіцит ґрунтової вологи.

Режим зрошення є визначальним фактором у підтримці оптимального рівня вологи в ґрунті. Він безпосередньо впливає на водозабезпеченість рослин, умови їх росту і, в кінцевому підсумку, на врожайність. Навіть за однакових зрошувальних норм, але різних режимів зрошення, рівень вологозабезпеченості і результати можуть суттєво відрізнятись.

При проектуванні та управлінні режимом зрошення дійсно враховується цілий комплекс факторів, які забезпечують оптимальні умови для росту рослин і максимальну ефективність використання води.

Для проектування та управління ефективним режимом зрошення необхідно враховувати:

- біологічні особливості рослин;
- потреба у волозі для отримання високого та якісного врожаю;
- розподіл кореневої системи по глибині ґрунтового профілю;
- глибина залягання рівня ґрунтових вод і їх мінералізація;
- погодні умови під час вегетації.

Зазначені значення нижньої границі оптимальної вологості ґрунту (у відсотках від найменшої вологоємності, НВ) є важливими орієнтирами для ефективного управління режимом зрошення, оскільки вони враховують тип ґрунту та його здатність утримувати воду. Рівень $0,75\text{НВ}$ (75 % від найменшої вологоємності) і вище забезпечує достатню кількість доступної вологи для більшості культур і є критичною нижньою межею для забезпечення нормального водного обміну рослин. Важкосуглинкові ґрунти 75–80 % НВ мають високий рівень зв'язування води через дрібну структуру частинок, що дозволяє утримувати вологу довше. Середньосуглинкові та легкосуглинкові ґрунти 65–70 % НВ. Супіщані ґрунти мають 50–60 % НВ низьку вологоємність через великий розмір частинок і високу водопроникність [21].

Суть методу розрахунку режиму зрошення, заснованого на фрагментарному гідрографі, полягає у визначенні ключових параметрів

зрошення (кількість поливів, строки їх проведення, поливні норми нетто) для конкретного року шляхом аналізу щоденних змін вологозапасів у розрахунковому шарі ґрунту [13].

Фрагментарний гідрограф добових вологозапасів нормативної забезпеченості (10, 25, 50, 75 або 95 %) є ефективним інструментом для аналізу динаміки вологості ґрунту в різних шарах протягом вегетаційного періоду зрошувальної культури. На осі ординат: відкладаються добові значення вологозапасів у міліметрах (мм), а на осі абсцис: відкладається час у добах.

Гідрограф дозволяє визначати строки і обсяги зрошення, необхідні для підтримання оптимального рівня вологості в різних шарах ґрунту.

Додавання гістограми атмосферних опадів і поливних норм до гідрографа добових вологозапасів є важливим кроком для точного управління водним балансом.

Метод побудови і використання гідрографа добових вологозапасів забезпечує ефективний інструмент для моніторингу та управління водним балансом ґрунту протягом усього періоду вегетації сільськогосподарських культур.

Метод дозволяє адаптивно змінювати режим зрошення, враховуючи:

- Атмосферні умови;
- Технічні можливості;
- Технологічні вимоги;
- Господарські аспекти.

2.2. Визначення року заданої забезпеченості

Забезпеченість природним зволоженням території є важливим фактором для оцінки агрокліматичних умов, особливо для сільськогосподарського виробництва. Використовують різні критерії:

- Сума опадів;
- Середні запаси ґрунтової вологи;
- Дефіцит водоспоживання рослин;
- Комплексний кліматичний показник.

Ці критерії дозволяють всебічно оцінити водозабезпечення території та спрогнозувати можливі ризики посухи, необхідність зрошення чи інші агротехнічні заходи.

Суми атмосферних опадів за вегетаційний період дійсно є важливим показником, оскільки вони характеризують загальну кількість вологи, яка потрапляє на територію в період активного росту рослин. Водночас цей критерій має лише інформативний характер, адже він не враховує потреби рослин у воді, не відображає розподіл опадів, не враховує випаровуваність.

Середні запаси вологи в ґрунті є важливим показником, що доповнює аналіз забезпеченості рослин водою.

Середні запаси ґрунтової вологи за вегетаційний період є ключовим показником для оцінки умов зволоження території. Їх визначення здійснюється кількома способами:

1. Дані спостережень метеорологічних станцій.
2. Обчислення за агрогідрометеорологічним методом А.Ф. Литовченка [13].

Дефіцит водоспоживання культури є важливим показником, що визначає нестачу природної вологи для забезпечення потреб рослин у воді. Оптимальне водоспоживання визначають за умов, коли культура отримує достатню кількість вологи для досягнення максимальної врожайності. Дефіцит

водоспоживання показує, наскільки фактична доступна кількість води відрізняється від оптимального рівня. Нестача вологи через дефіцит водоспоживання негативно впливає на ріст і розвиток рослин, особливо у критичні фази розвитку, такі як цвітіння або формування плодів.

Дефіцит водоспоживання культури можна розрахувати за кількома методами, які враховують різні аспекти водного балансу:

- Агрогідрометеорологічний метод;
- Метод, удосконалений Остапчиком;
- Метод А.М. та С.М. Алпатьєвих та інш.

Методика вибору року заданої забезпеченості за комплексним кліматичним показником (ККП), розроблена фахівцями Національного університету водного господарства та природокористування (м. Рівне) [24]. Методика створена для лісової зони України (зони осушення) і використовується для проектування осушувальних та осушувально-зволожувальних систем. Зокрема, вона підходить для розрахунків режимів зрошення у роках з різною забезпеченістю опадами, що актуально для зон недостатнього зволоження.

Методика оцінки забезпеченості природного зволоження за допомогою комплексних кліматичних показників (ККП) ґрунтується на аналізі не окремих метеорологічних величин, а їх сукупності, що створює так звані метеорологічні комплекси. Метеорологічні комплекси включають дві або більше величини, що мають значний вплив на водний баланс території: температура – вологість, температура – опади, випаровування – опади.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ РАЦІОНАЛЬНОГО ВОДОКОРИСТУВАННЯ

Численні наукові дослідження підтверджують, що навіть незначні зміни клімату можуть суттєво вплинути на водні ресурси України. Основні аспекти включають: посухи, високий рівень забруднення водних ресурсів, регіональні відмінності, роль снігового покриву, водний баланс [25, 26, 27].

Комплексний статистичний аналіз стоку річок басейну Дніпра виявив цікаві зміни у водному режимі з кінця 70-х років ХХ століття. Ці зміни важливі для розуміння тенденцій водозабезпечення: загальне збільшення річного стоку, вплив господарської діяльності, зміни в внутрішньорічному розподілі стоку. Зокрема, відзначається зменшення стоку в весняний період, та збільшення стоку в літньо-осінні та зимові місяці.

Оцінка кліматичних умов, що впливають на зміни в режимі стоку, була проведена за даними спостережень за місячними сумами атмосферних опадів та температурою повітря за період 1966–2010 років [6, 28]. Аналіз показав, що основною зміною в кліматичних умовах басейну Дніпра є збільшення опадів у теплий період року, особливо в літньо-осінні місяці.

Значне підвищення меженого стоку річок з природним режимом, яке спостерігається в басейні Дніпра, можна пояснити зростання кількості води в підземних водоносних шарах дозволяє більшому обсягу води поступово живити річки через підземний стік, зокрема в меженні місяці (літо, осінь, зима).

Оскільки точне і довгострокове прогнозування кліматичних умов у басейні Дніпра на кілька десятиліть вперед є складним завданням через змінність і непередбачуваність кліматичних процесів, важливо зосередитись на адаптації водогосподарських систем до можливих негативних змін водності.

3.1. Визначення природного зволоження років за період спостережень

Одна з основних проблем при прийнятті рішень — це обробка даних, які можуть бути неповними, надмірними або навіть містити зайву або недостовірну інформацію. Для ефективного прийняття обґрунтованих рішень в умовах таких даних важливо використовувати методи обробки інформації та програмні засоби, що дозволяють привести дані до коректного вигляду.

Для визначення природного зволоження років у дипломній роботі обраємо три критерії: дефіцит водоспоживання рослин, комплексний кліматичний показник, сума опадів за вегетаційний період.

Для визначення дефіциту водоспоживання сільськогосподарських культур визначаємо методом Остапчика [18].

Для кожної групи культур ($\sum P1$ для пшениці озимої та ячменю ярого, $\sum P2$ для сої та кукурудзи на зерно, $\sum P3$ для люцерни) можна буде вираховувати суму опадів протягом їх вегетаційного періоду і оцінювати вплив зволоженості на їх водоспоживання.

Комплексний кліматичний показник визначаємо за методикою, наведеною в НТД 33-04-03-93.

Кластерний аналіз є ефективним методом для обробки та аналізу даних, які різняться за розмірністю та суттю, і дозволяє групувати схожі за характеристиками об'єкти в окремі кластери.

Кластерний аналіз має кілька переваг у порівнянні з класичними методами класифікації даних [29]. Кластерний аналіз є потужним інструментом, який дозволяє гнучко працювати з даними різної природи та структури, що робить його важливим інструментом в агрономії, екології, фінансах та інших галузях [30]:

- класифікація за кількома критеріями з коефіцієнтами значущості, дозволяє працювати з багатьма різними характеристиками, що важливо для багатьох прикладних задач, де одночасно враховуються

кілька змінних (наприклад, опади, температура, дефіцит водоспоживання тощо).

- гнучкість щодо типу та розмірності критеріїв, дозволяє працювати з даними, що мають різні одиниці вимірювання та типи (наприклад, кількісні і якісні показники), що значно розширює сферу його застосування.
- автоматичне визначення кількості кластерів та їх характеристик, здатність деяких алгоритмів кластерного аналізу самостійно визначати кількість кластерів, що потрібно виділити в даних.

Таблиця 3.1 – Вихідні данні для визначення природного зволоження року

Роки	Сума опадів, мм			Дефіцит водоспоживання, мм					ККП
	$\sum P_1$	$\sum P_2$	$\sum P_3$	соя	кукурудза	люцерна минулих років	пшениця озима	люцерна під покров ячменю ярого	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1966	181,8	215,8	277,6	125,0	139,0	378,0	146,0	274,0	0,776
1967	122,7	139,4	152,6	210,0	226,0	553,0	161,0	407,0	0,311
1968	52,0	123,1	124,9	276,0	278,0	622,0	270,0	444,0	0,056
1969	164,9	221,9	278,9	149,0	159,0	368,0	165,0	271,0	0,417
1970	204,2	230,5	299,8	184,0	178,0	373,0	78,0	280,0	0,761
1971	113,6	219,4	256,3	191,0	195,0	452,0	190,0	286,0	0,339
1972	72,9	135,3	165,2	283,0	303,0	614,0	224,0	456,0	0,068
1973	167,0	292,4	311,5	82,0	73,0	337,0	163,0	225,0	0,438
1974	161,0	262,2	302,8	125,0	139,0	334,0	132,0	210,0	0,733
1975	107,0	206,4	218,2	274,0	283,0	525,0	123,0	396,0	0,665
1976	54,1	252,9	299,3	102,0	67,0	247,0	195,0	178,0	0,236
1977	166,6	297,4	371,4	91,0	75,0	272,0	107,0	189,0	0,749
1978	162,5	246,7	304,1	91,0	96,0	286,0	99,0	199,0	0,873
1979	74,9	119,1	162,9	272,0	274,0	566,0	271,0	432,0	0,109
1980	189,6	170,1	259,3	160,0	177,0	288,0	50,0	219,0	0,789
1981	131,4	175,4	223,3	234,0	240,0	430,0	153,0	346,0	0,441
1982	92,1	213,4	245,5	120,0	125,0	354,0	175,0	235,0	0,435
1983	119,9	195,9	209,2	151,0	165,0	464,0	192,0	338,0	0,252
1984	104,9	142,6	191,6	239,0	247,0	482,0	169,0	370,0	0,516
1985	211,9	281,8	320,1	70,0	54,0	332,0	176,0	214,0	0,603
1986	61,6	96,6	122,9	253,0	278,0	550,0	200,0	416,0	0,127
1987	127,7	127,6	176,1	206,0	222,0	437,0	138,0	344,0	0,572
1988	140,3	194,6	267,0	124,0	142,0	368,0	149,0	238,0	0,653
1989	150,6	153,9	231,5	194,0	216,0	451,0	171,0	334,0	0,345

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1990	189,6	233,5	299,6	148,0	157,0	327,0	122,0	261,0	0,596
1991	113,7	156,6	179,0	180,0	203,0	420,0	125,0	317,0	0,450
1992	197,4	245,1	283,5	166,0	185,0	408,0	151,0	264,0	0,823
1993	162,2	117,7	257,2	186,0	211,0	409,0	147,0	323,0	0,690
1994	168,2	159,8	212,6	232,0	245,0	515,0	115,0	381,0	0,578
1995	200,3	170,5	283,6	223,0	229,0	397,0	116,0	340,0	0,686
1996	120,0	143,4	244,6	249,0	281,0	471,0	171,0	360,0	0,764
1997	152,1	240,8	322,3	84,0	68,0	287,0	157,0	203,0	0,565
1998	130,7	218,9	234,4	156,0	160,0	460,0	156,0	323,0	0,634
1999	137,6	148,4	199,3	266,0	272,0	521,0	130,0	362,0	0,587
2000	83,5	121,8	218,4	203,0	221,0	466,0	208,0	353,0	0,603
2001	155,0	196,0	242,7	203,0	224,0	452,0	145,0	337,0	0,646
2002	119,8	174,4	269,6	197,0	217,0	441,0	190,0	387,0	0,252
2003	93,6	218,9	250,7	195,0	149,0	446,0	294,0	308,0	0,053
2004	217,2	377,5	386,6	16,0	16,0	232,0	131,0	113,0	0,901
2005	98,3	159,5	183,4	168,0	190,0	479,0	210,0	364,0	0,242
2006	136,6	191,6	215,9	209,0	214,0	455,0	157,0	323,0	0,376
2007	67,7	61,5	102,2	330,0	341,0	726,0	277,0	565,0	0,183
2008	183,9	214,9	290,9	186,0	228,0	448,0	146,0	316,0	0,739
2009	111,3	155,3	158,3	266,0	269,0	580,0	189,0	426,0	0,165
2010	178,9	221,3	246,3	82,0	122,0	468,0	147,0	338,0	0,584

Deductor — це потужна аналітична платформа, яка активно використовується для обробки великих обсягів даних і аналізу складних статистичних завдань. Вона є частиною програмного комплексу Deductor Academic і є ефективним інструментом для тих, хто працює з великими даними, оскільки надає безліч можливостей для аналітичного оброблення і моделювання.

При обробці інформації наведеної в табл. 3.1 наявний статистичний ряд розіб'ємо на п'ять кластерів які будуть характеризувати характерні умови природного зволоження роки 0-20 % – дуже вологий, 20-40 % – вологий, 40-60 % – середній, 60-80 % – сухий, 80-100 % – дуже сухий. Такий поділ забезпечить достатню для інженерних розрахунків точність.

Результати розрахунків наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Розподіл років на кластери

Рік	Номер кластеру	відстань до центру кластеру
1	2	3
1992	0	0,1517
1966	0	0,2315
2008	0	0,2648
1990	0	0,2708
1988	0	0,2840
2001	0	0,2907
1998	0	0,3232
1993	0	0,3305
1969	0	0,3354
2010	0	0,3621
1995	0	0,3679
1970	0	0,3745
1980	0	0,5035
1997	1	0,2064
1974	1	0,2474
1977	1	0,2574
1978	1	0,3146
1973	1	0,3165
1985	1	0,3413
2004	1	0,6953
1982	2	0,2456
1976	2	0,4521
2003	2	0,5315
2006	3	0,1639
1981	3	0,1771
1989	3	0,2265
1984	3	0,2316
1991	3	0,2689
1987	3	0,2913
2002	3	0,3140
1971	3	0,3188
1967	3	0,3333
1983	3	0,3380
2005	3	0,3473
2000	3	0,3777
1994	3	0,3847
1999	3	0,3978
1996	3	0,4935
1975	3	0,5067
1972	4	0,1630
1979	4	0,1931
1986	4	0,2107
1968	4	0,2543
2009	4	0,3089
2007	4	0,5647

При аналізі табл. 3.2 класифікація кластерів та відповідні до них умови виглядають так: 0 – (дуже вологий), 1 – (вологий), 2 – (середній), 3 – (сухий), 4 – (дуже сухий). Для вибору року-моделі, що найбільш повно характеризує природну зволоженість року, і оцінки відстані до центру кластеру. Чим менша відстань, тим більш точно рік відображає природні умови зволоження цього кластеру.

Приймаємо характерні роки-моделі для кожного кластеру: 1992 – дуже вологий; 1997 – вологий; 1982 – середній; 2006 – сухий; 1972 – дуже сухий.

Оскільки зволоженість років-моделей була обрана на основі сівозміни, наведеної в табл. 1.1, для подальших розрахунків режимів зрошення слід використовувати дані, отримані для реальних років-моделей.

3.2. Розробка режиму зрошення сівозміни

Режим зрошення є важливим елементом агротехніки, що включає визначення норм та строків поливу сільськогосподарських культур з метою створення оптимальних умов для їхнього росту та розвитку. Основною метою є підтримка водного режиму ґрунту на рівні, який дозволяє отримати максимальний або запланований урожай, з урахуванням потреб рослин у воді та умов зволоженості.

Розробка режиму зрошення за допомогою біокліматичних методів є важливою частиною для оптимізації водоспоживання сільськогосподарськими культурами, особливо в умовах змін клімату. У дослідженнях порівняння удосконаленого біокліматичного методу В.П. Остапчика та біокліматичного методу Алпатьєвих визначаємо найбільш точний підхід потреби в зрошенні.

Розрахунки проведемо за допомогою програмного комплексу Water, що розроблений доцентом кафедри водогосподарської інженерії Доценко В.І.

Для обчислення режимів зрошення для характерних за природною зволоженістю років, визначених в п. 3.1. та порівняння їх значень з обчисленими режимами для років-моделей, визначених за рекомендаціями ДБН 2.4-1-99, результати проведених досліджень для проектних сухих і середньосухих умов зволоження наведено в таблиці 3.3.

Аналіз таблиці 3.3, що показує різницю між зрошуваними нормами, розрахованими за методом Остапчика і методом Алпатьєвих, дозволяє зробити висновок, що метод Алпатьєвих дає менші норми зрошення. Оскільки метод Остапчика передбачає більші норми зрошення. Метод Алпатьєвих є більш економічним і, ймовірно, точнішим для середньосухих умов зволоження, доцільно використати саме його для подальших розрахунків.

Таблиця 3.3 – Зрошувальні норми (мм) сільськогосподарських культур проектної сівозміни

Сільськогосподарська культура	Середньосухий рік (P=75%)		Сухий рік (P=95%)	
	Метод розрахунку		Метод розрахунку	
	Остапчик а	Алпатьєви х	Остапчик а	Алпатьєви х
Люцерна під покров ячменю ярого	475	280	560	440
Люцерна минулих років	450	390	600	570
Пшениця озима	210	170	290	210
Просо на зерно (пожнивно)	200	155	200	195
Соя	315	190	390	270
Кукурудза	355	160	465	270

Для оцінки доцільності запропонованого методу визначення року-моделі на основі 75% забезпеченості та порівняння його результатів з використанням методики, рекомендованої ДБН 2.4-1-99. Результати розрахунку наведені в додатку А.1.

Згідно аналізу, обчислений за методом Алпатьєвих для реального року-моделі для режиму зрошення 75%-ної забезпеченості, найменші зрошені

норми. Цей режим зрошення є оптимальним для дослідження і має бути використаний для подальших розрахунків. Відомість неуккомплектованого графіка поливу наведена в додатку А.2.

Важливо, що укомплектування режиму зрошення є необхідним для досягнення кількох важливих цілей, які сприятимуть більш ефективному використанню водних ресурсів та покращенню роботи зрошувальної системи. Правильно укомплектований режим поливу запобігає ситуаціям, коли насосна станція працює в режимі постійних стартів і зупинок.

Відомість укомплектованого графіку поливів наведена в таблиці 3.4.

Режим зрошення сільськогосподарських культур та сівозміни можна створити у вигляді графіка, який відображає ключові етапи поливу, його кількість і обсяг води, що подається протягом вегетаційного періоду.

Укомплектований графік поливів наведено на рисунку 3.1.

Таблиця 3.4 – Відомість укомплектованого графіка поливу зерно-кормової сівозміни розрахованої на 75 %-ну забезпеченість

№ поля	Сільськогосподарська культура	Площа поля, га	Норма, м ³ /га		№ поливу	Строки поливу		Тривалість поливу, діб	Витрата нетто, л/с
			зрошування льна	поливна		початок	кінець		
1	Люцерна під покров ячменю ярого	110,8	2800	400	1	03.06.	10.06.	8	90
				400	2	13.06.	20.06.	8	
				400	3	11.07.	18.07.	8	
				400	4	21.07.	28.07.	8	
				400	5	01.08.	08.08.	8	
				400	6	11.08.	18.08.	8	
				400	7	01.09.	08.09.	8	
2	Люцерна 2 року	110,8	3700	500	1	21.04.	29.04.	9	90
				300	2	05.06.	10.06.	6	
				500	3	17.06.	25.06.	9	
				300	4	01.07.	06.07.	6	
				500	5	08.07.	16.07.	9	
				300	6	01.08.	06.08.	6	
				500	7	07.08.	15.08.	9	
				300	8	21.08.	26.08.	6	
				500	9	06.09.	14.09.	9	
3	Люцерна 3 року	106,3	2900	500	1	21.04.	28.04.	8	100
				300	2	06.06.	10.06.	5	

Продовження таблиці 3.4

				500	3	21.06.	28.06.	8	
				300	4	29.06.	03.07.	5	
				500	5	04.07.	11.07.	8	
				300	6	01.08.	05.08.	5	
				500	7	11.08.	18.08.	8	
4	Пшениця озима	147,8	1700	500	1	26.08.	31.08.	6	180
				400	2	12.04.	16.04.	5	
				400	3	22.05.	26.05.	5	
				400	4	01.06.	05.06.	5	
4	Просо на зерно (поживно)	147,8	1550	400	5	10.07.	14.07.	5	180
				350	6	07.08.	10.08.	4	
				400	7	16.08.	20.08.	5	
				400	8	02.09.	06.09.	5	
5	Соя	147,0	1900	350	1	21.05.	24.05.	4	180
				350	2	01.06.	04.06.	4	
				400	3	04.07.	08.07.	5	
				400	4	15.07.	19.07.	5	
				400	5	14.08.	18.08.	5	
6	Кукурудза	128,2	1600	400	1	01.06.	09.06.	9	90
				400	2	01.07.	09.07.	9	
				400	3	12.07.	20.07.	9	
				400	4	01.08.	09.08.	9	
7	Соя	126,3	1900	350	1	24.05.	31.05.	8	90
				350	2	01.06.	08.06.	8	
				400	3	01.07.	09.07.	9	
				400	4	11.07.	19.07.	9	
				400	5	11.08.	19.08.	9	

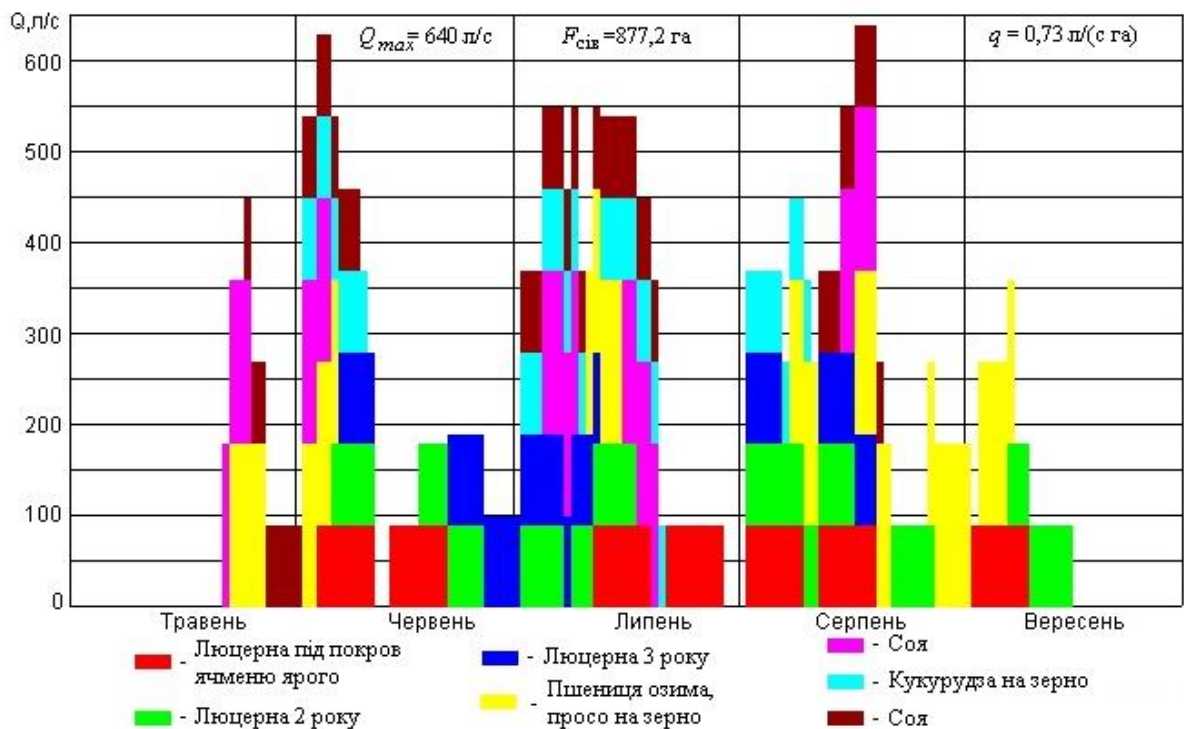


Рисунок 3.1 – Календарний графік поливу

При впровадженні планового водокористування для обліку необхідної кількості води для зрошення за даними календарного графіку поливів (табл. 3.4) складають водогосподарський розрахунок.

Методика укладання водогосподарського розрахунку передбачає виконання кількох обчислень [31].

Для кожної декади поливного періоду розраховуємо об'єм води за формулою:

$$W_{\text{нт}} = \omega_1 m_1 + \omega_2 m_2 + \dots + \omega_n m_n, \quad (3.1)$$

де ω_n - площа поля нетто, га; m_n - поливна норма, м/га;

Для кожної декади визначаємо секундну витрату води нетто, яку необхідно подати на поля:

$$Q_{\text{нт}} = W_{\text{нт}} / 3,6 \cdot t \cdot \tau, \quad (3.2)$$

де t - тривалість поливу; τ - тривалість роботи дощувальної машин протягом доби, год.

Визначаємо необхідну кількість одночасно працюючих машин:

$$n_d = Q_{\text{нт}} / q \cdot k, \quad (3.3)$$

де q - витрата однієї машини, л/с; k - коефіцієнт використання робочого часу машини.

Розраховуємо витрату нетто за наступною формулою:

$$Q_{\text{нт}} = n \cdot q \cdot k, \quad (3.4)$$

Тривалість поливу в залежності від витрати знаходимо за формулою:

$$t = W_{\text{нт}} / 3.6 \cdot Q_{\text{нт}} \cdot \tau, \quad (3.5)$$

В залежності від ККД зрошувальної мережі визначаємо витрату брутто:

$$Q_{\text{бр}} = Q_{\text{нт}} / \eta, \quad (3.6)$$

Для кожної черговості поливу обчислюємо об'єм води брутто в точці виділу:

$$W_{\text{бр}} = 3.6 \cdot Q_{\text{бр}} \cdot t \cdot \tau, \quad (3.7)$$

Далі підраховуємо об'єм води зростаючим підсумком. Всі розрахунки зводимо в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Водогосподарський розрахунок

Показник	Квітень		Травень			Червень			Липень			Серпень			Вересень	
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Черговість поливу	1	2			3	3	4	4	4	4	4	5	6	6	6	6
Тривалість поливу t, діб	5	9			11	10	7	10	10	10	8	9	10	11	10	4
Об'єм води нетто $W_{нт}$, тис м ³	59,12	108,6			154,8	315,5	68,9	96,7	289,8	295,8	44,3	237,1	296,7	107,1	134,2	24,6
Витрата води нетто Q, л/с	164,9	168,2			196,2	440,0	137,3	134,9	404,1	412,5	77,3	367,3	413,7	135,8	187,2	85,8
Прийняте розрахункове число дощувальних машин	2,0	3,0			3,0	6,0	2,0	2,0	5,0	6,0	1,0	5,0	6,0	2,0	3,0	1,0
	2,21	2,89			2,63	5,89	1,84	1,81	5,41	5,52	1,03	4,92	5,54	1,82	2,51	1,15
Розрахункова витрата нетто	149,4	175,4			175,4	350,7	116,9	116,9	292,3	350,7	58,5	292,3	350,7	116,9	175,4	58,5
Розрахункова тривалість поливу	5,52	8,63			12,31	12,55	8,22	11,54	13,83	11,76	10,57	11,31	11,80	12,78	10,67	5,87
ККД	0,98	0,98			0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	1,98
Витрата брутто	152,4	178,9			178,9	357,9	119,3	119,3	298,2	357,9	59,6	298,2	357,9	119,3	178,9	29,5
Об'єм води брутто $W_{нт, тис м^3}$	72,7	133,5			190,3	387,9	84,7	118,9	356,2	363,7	54,5	291,5	364,8	131,7	165,0	15,0
Об'єм води наростаючим підсумком	72,7	206,1	206,1	206,1	396,4	784,3	869,0	987,9	1344,2	1707,8	1762,3	2053,8	2418,5	2550,2	2715,3	2730,2
Площа полита за декаду	147,8	217,1			421,1	877,2	160,0	210,4	735,6	717,7	110,8	653,1	699,8	258,6	320,2	49,2
Полита площа наростаючим підсумком	147,8	364,9	364,9	364,9	786,0	1663,2	1823,2	2033,6	2769,2	3486,9	3597,7	4250,8	4950,6	5209,2	5529,4	5578,6

3.3. Складання календарного плану поливів

Для складання календарного плану поливів необхідно чітко визначити послідовність і тривалість поливів, а також обсяг і час подачі води на поля [31]:

1. Встановлення черговості поливів сільськогосподарських культур за календарним графіком (рис 3.1).

2. Визначення добової площі поливу за витратою однієї дощувальної машини та поливною нормою.

$$\omega_{\text{доп}} = 86,4 \cdot q \cdot K/m, \quad (3.8)$$

де q - сумарна витрата дощувальних машин, л/с; m - поливна норма, м³/га.

3. Встановлюємо тривалість поливу кожного поля, діб:

$$t = \omega_{\text{н}} / \omega_{\text{доп}}, \quad (3.9)$$

де $\omega_{\text{н}}$ - площа нетто одного поля, га.

4. завершення поливу достатньо додати тривалість поливу до початкового часу. Строки поливу, черговість та поливну норму беремо з табл. 3.4.

5. Площі, номери полів та шифр трубопроводів беремо з плану (лист 1)

6. Кількість операторів вибираємо виходячи з кількості працюючих машин та навантаження на одного оператора. В даному випадку приймаємо одного оператора на 4 машини.

5. Об'єм поливної води визначаємо для кожної культури

$$W_{\text{погр}} = m \cdot \omega_{\text{н}} / 100, \quad (3.10)$$

об'єм води, що подається в господарство

$$W = W_{\text{потр}} / \eta, \quad (3.11)$$

Всі розрахунки заносимо в таблицю 3.6.

Таблиця 3.6 – Календарний план поливів сільськогосподарських культур

№ поля	Сільськогосподарська культура	Площа поля, га	Черговість поливу	Номер поливу	Строки поливу	Тривалість поливу		Поливна норма, м ³ /га	Розрахункова витрата нетто, л/с	Добова площа поливу, га	Число операторів		Кількість дощувальних машин, шт.-	Об'єм поливної води, тис.м ³		Канал, трубопровід
						днів	годин				в зміну	на добу		потрібний	що подається в господарство	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
4	Озима пшениця	147,8	1	1	12.04-16.04	4	14	400	180	32,27	1	3	1	59,12	60,33	2-1Кр3
2	Люцерна другого року життя	110,8	2	1	21.04-29.04	8	14	500	90	12,91	1	3	1	55,40	56,53	2-1.Кр1
3	Люцерна третього року життя	106,3	2	1	21.04-28.04	7	10	500	100	14,34	1	3	2	53,15	54,23	2-1.Кр4
4	Пшениця озима	147,8	3	2	22.05-26.05	4	14	400	180	32,27	1	3	2	59,12	60,33	2-1Кр3
5	Соя	147,0	3	1	21.05-24.05	3	24	350	180	36,88	1	3	2	51,45	52,50	2-1Кр, 2-1Кр5
7	Соя	126,3	3	1	24.05-31.05	6	20	350	90	18,44	1	3	1	44,205	45,11	2-1.Кр, 2-1.Кр7
1	Люцерна під покров ячменю ярого	110,8	3	1	03.06-10.06	7	3	400	90	15,55	1	3	1	44,32	45,22	2-1.Кр2
2	Люцерна другого року життя	110,8	3	2	05.06-10.06	5	4	300	90	21,51	1	3	1	33,24	33,92	2-1.Кр1
3	Люцерна третього року життя	106,3	3	2	06.06-10.06	4	11	300	100	23,90	1	3	2	31,89	32,54	2-1.Кр4
4	Озима пшениця	147,8	3	3	01.06-05.06	4	14	400	180	32,27	1	3	2	59,12	60,33	2-1Кр3
5	Соя	147,0	3	2	01.06-04.06	3	24	350	180	36,88	1	3	2	51,45	52,50	2-1Кр, 2-1Кр5
6	Кукурудза	128,2	3	1	01.06-08.06	8	6	400	90	15,55	1	3	2	51,28	52,33	2-1.Кр, 2-1.Кр6
7	Соя	126,3	3	2	01.06-09.09	6	20	350	90	18,44	1	3	1	44,205	45,11	2-1.Кр, 2-1.Кр7

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Люцерна під покров ячменю ярого	110,8	4	2	13.06-20.06	7	3	400	90	15,55	1	3	1	44,32	45,22	2-1.Кр2
2	Люцерна другого року життя	110,8	4	3	17.06-25.06	8	14	500	90	12,91	1	3	1	55,4	56,53	2-1.Кр1
3	Люцерна третього року життя	106,3	4	3	21.06-28.06	7	10	500	100	14,34	1	3	2	53,15	54,23	2-1.Кр4
3	Люцерна третього року життя	106,3	4	4	29.06-03.07	7	10	500	100	14,34	1	3	2	53,15	54,23	2-1.Кр4
2	Люцерна другого року життя	110,8	4	4	01.07-06.07	5	4	300	90	21,51	1	3	1	33,24	33,92	2-1.Кр1
2	Люцерна другого року життя	110,8	4	5	08.07-16.07	8	14	500	90	12,91	1	3	1	55,4	56,53	2-1.Кр1
3	Люцерна третього року життя	106,3	4	5	10.07-14.07	7	10	500	100	14,34	1	3	2	53,15	54,23	2-1.Кр4
4	Просо на зерно (пожнивнo)	147,8	4	п	04.07-11.08	4	14	400	180	32,27	1	3	2	59,12	60,33	2-1Кр3
5	Соя	147,0	4	3	01.07-09.07	4	13	400	180	32,27	1	3	2	58,8	60,00	2-1Кр, 2-1Кр5
7	соя	126,3	4	3	04.07-08.08	7	20	400	90	16,14	1	3	1	50,52	51,55	2-1.Кр, 2-1.Кр7
6	кукурудза	128,2	4	2	01.07-09.07	8	6	400	90	15,55	1	3	2	51,28	52,33	2-1.Кр, 2-1.Кр6
1	Люцерна першого року життя	110,8	4	3	11.07-18.07	7	3	400	90	15,55	1	3	1	44,32	45,22	2-1.Кр2
5	Соя	147,0	4	4	15.07-19.07	4	13	400	180	32,27	1	3	2	58,8	60,00	2-1Кр, 2-1Кр5
6	кукурудза	128,2	4	3	12.07-20.07	8	6	400	90	15,55	1	3	2	51,28	52,33	2-1.Кр, 2-1.Кр6
7	соя	126,3	4	4	11.07-19.08	7	20	400	90	16,14	1	3	1	50,52	51,55	2-1.Кр, 2-1.Кр7
1	Люцерна першого року життя	110,8	4	4	21.07-28.07	7	3	400	90	15,55	1	3	1	44,32	45,22	2-1.Кр2
1	Люцерна першого року життя	110,8	5	5	01.08-06.08	7	3	400	90	15,55	1	3	1	44,32	45,22	2-1.Кр2
2	Люцерна другого року життя	110,8	5	6	01.08-06.08	5	4	300	90	21,51	1	3	1	33,24	33,92	2-1.Кр1
2	Люцерна другого року життя	110,8	5	6	07.08-15.08	8	14	500	90	12,91	1	3	1	55,4	56,53	2-1.Кр1
3	Люцерна третього року життя	106,3	5	5	01.08-05.08	4	11	300	100	23,90	1	3	2	31,89	32,54	2-1.Кр4
4	Просо на зерно (пожнивнo)	147,8	5	1	07.08-10.08	3	24	350	180	36,97	1	3	2	51,73	52,79	2-1Кр3
6	кукурудза	128,2	5	4	01.08-09.08	8	6	400	90	15,55	1	3	2	51,28	52,33	2-1.Кр, 2-1.Кр6
1	Люцерна першого року життя	110,8	6	6	11.08-18.08	7	3	400	90	15,55	1	3	1	44,32	45,22	2-1.Кр2

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
3	Люцерна третього року життя	106,3	6	5	11.08-18.08	7	10	500	100	14,34	1	3	2	53,15	54,23	2-1.Кр4
4	Просо на зерно (пожнивно)	147,8	6	2	16.08-20.08	4	14	400	180	32,27	1	3	2	59,12	60,33	2-1Кр3
5	Соя	147,0	6	5	14.08-18.08	4	13	400	180	32,27	1	3	2	58,8	60,00	2-1Кр, 2-1Кр5
7	соя	126,3	6	5	11.08-19.08	7	20	400	90	16,14	1	3	1	50,52	51,55	2-1.Кр, 2-1.Кр7
2	Люцерна другого року життя	110,8	6	8	21.08-26.08	5	4	300	90	21,51	1	3	1	33,24	33,92	2-1.Кр1
4	Озима пшениця	147,8	6	в	26.08-31.08	5	17	500	180	25,82	1	3	2	73,9	75,41	2-1Кр3
1	Люцерна першого року життя	110,8	6	7	01.09-08.09	7	3	400	90	15,55	1	3	1	44,32	45,22	2-1.Кр2
2	Люцерна другого року життя	110,8	6	9	06.08-14.08	8	14	500	90	12,91	1	3	1	55,4	56,53	2-1.Кр1
4	Просо на зерно (пожнивно)	147,8	6	3	02.09-06.09	4	14	400	180	32,27	1	3	2	59,12	60,33	2-1Кр3

3.4. Розробка оперативного плану проведення поливів та між поливного обробітку ґрунту

Складання календарного плану поливу на весь поливний період є основою для організації зрошення, що впливають на водоспоживання рослин. У зв'язку з цим оперативне планування є необхідним етапом для підвищення ефективності водокористування та адаптації до кліматичних і агротехнічних умов. Але через змінні кліматичні умови та нерівномірне водоспоживання рослин у різні фази їх розвитку. Тому в практиці водокористування вводяться оперативні план поливу. Оперативний план коригується на короткий період (1–1,5 декади) з урахуванням: актуального стану рослин, вологозапасів у ґрунті, визначених шляхом агрономічного моніторингу, прогнозів погоди.

Добова площа поливів для сівозміни визначається за даними календарного плану поливів.

Для забезпечення раціонального використання поливної техніки необхідно організувати полив таким чином, щоб добова площа поливу становила не менше 12 га.

Запізнення з проведенням поздовжньої культивації після поливу призводить до втрати вологи через випаровування та значного зниження врожайності. Щоб уникнути цих негативних наслідків, поздовжню культивацію необхідно виконувати своєчасно — через 2 доби після завершення поливу.

Розробку оперативного плану проведення поливів та між поливного обробітку ґрунту виконуємо в табл. 3.7.

3.5. Складання плану-замовлення на воду

План-замовлення на воду складається для забезпечення зрошення відповідно до потреб у воді для сільськогосподарських культур і включає інформацію про необхідний обсяг води для кожної декади [31]:

- визначення номера точки водо виділу;
- з календарного плану поливів виписуються: ККД (коефіцієнт корисної дії) зрошувальної системи;
- строки подачі води для кожної декади;
- визначення об'єму води по періодам;
- загальний об'єм подачі води в господарство.

План-замовлення на воду наведено в табл. 3.8.

Таблиця 3.8 – План-замовлення на воду

Номер точки виділу	Строки подачі води	ККД	Витрата, л/с		Об'єм води, тис.м ³	
			нетто	брутто	за декаду	наростаючим підсумком
1	12.04-16.04	0,98	180	183,7	59,1	59,12
2	21.04-29.04	0,98	90	91,8	108,6	167,67
3	21.05-31.05	0,98	450	459,2	154,8	322,45
4	01.06-10.06	0,98	460	469,4	315,5	637,95
5	13.06-20.06	0,98	180	183,7	68,9	706,87
6	21.06-30.06	0,98	190	193,9	96,7	803,58
7	01.07-10.07	0,98	460	469,4	289,8	1093,34
8	11.07-20.07	0,98	460	469,4	295,8	1389,14
9	21.07-28.07	0,98	90	91,8	44,3	1433,46
10	01.08-09.08	0,98	460	469,4	237,1	1670,54
11	11.08-20.08	0,98	460	469,4	296,7	1967,23
12	21.08-31.08	0,98	190	193,9	107,1	2074,37
13	01.09-10.09	0,98	280	285,7	134,2	2208,59
14	11.09-14.09	0,98	90	91,8	24,6	2233,21

Таблиця 3.7 – Оперативний план проведення поливів та міжполивного обробітку ґрунту

Культура	Поливна норма, м ³ /га	Площа поливу, га		тривалість поливу, днів	Роботи	Травень															
		всього	за добу			21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
Пшениця озима	400	147,8	32,27	4,6	полив		32,27	32,27	32,27	32,27	18,72										
Соя	350	147,0	36,88	4,0	полив	36,88	36,88	36,88	36,36												
					Позд. культивация				12,73	12,73	12,73	12,73	12,73	12,73	12,73	12,73	12,73				
Соя	350	126,3	18,44	6,8	полив				18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	15,66						
					Позд. культивация						12,73	12,73	12,73	12,73	12,73	12,73	12,73				
Поливна площа, га						36,88	69,15	69,15	87,07	50,71	37,16	18,44	18,44	18,44	15,66	0					
Число дощувальних машин, шт.						2	4	4	5	3	3	1	1	1	1						
Чисельність персоналу, чол.						2	2	2	2	2	2	2	2	2	2						
Площа поздовжньої культивация, га						0	0	0	12,73	12,73	25,46	25,46	25,46	25,46	25,46	25,46					
Площа тракторних робіт, га						0	0	0	12,73	12,73	25,46	25,46	25,46	25,46	25,46	25,46					
Число тракторів для культивация									1	1	2	2	2	2	2	2					
Витрата, л/с:						нетто						180	360	360	450	270	270	90	90	90	90
						брутто						183,7	367,3	367,3	459,2	275,5	275,5	91,8	91,8	91,8	91,8
Водоподача в точку виділу, тис.м ³						12,91	25,82	25,82	32,09	19,36	13,94	6,45	6,45	6,45	5,48						
Площа полита за добу, га						36,88	69,15	69,15	87,07	50,71	37,16	18,44	18,44	18,44	15,66						
Полита площа наростаючим підсумком, га						36,88	106	175,2	262,3	313	350,1	368,6	387	405,4	421,1	421,1					

3.6. Організація обліку води і поливної площі

Основою проведення планового водокористування є облік води на зрошувальних системах.

В господарстві облік води є важливим процесом, що забезпечує раціональне і ефективне використання водних ресурсів для зрошення сільськогосподарських культур. За облік води відповідають гідротехнік господарства разом з працівниками міжрайонного управління водного господарства. Їх завдання полягає в тому, щоб забезпечити точний контроль за подачею води та її ефективним використанням у господарстві.

Облік води на зрошувальних системах здійснюється на спеціально обладнаних гідротехнічних постах. Для цього використовуються лічильники-водоміри, які розташовуються на дощувальних машинах, наприклад, таких як «Фрегат».

Щоденно ведеться облік політої площі як по ланкам (групам ділянок), так і по кожному поливу та культурі, що зрошуються.

Бригадир фіксує дані про кожен полив (терміни, площу, культуру), порівнюючи ці дані з попереднім календарним планом поливу. Для забезпечення якості поливу використовується метод термостатно-вагового способу.

3.7. Звітність про виконання плану

При виконанні плану водокористування ведеться облік та контроль за використанням водних ресурсів: оперативна звітність, квартальна звітність та річна звітність.

При оперативній звітності важливим є надання даних про використання зрошувальної води, политої площі та фактичні поливні норми. Оперативна звітність є важливим інструментом для ефективного управління зрошенням, де гідромеханік та агроном господарства займаються збором і поданням даних про використання води, политої площі та фактичні поливні норми.

При кварталній та річній звітності господарство надає дані про виконання поливів та використання води для зрошення, зокрема до районного управління сільського господарства та управління зрошувальних систем. В них вказано фактичне виконання поливів, заплановані та фактичні обсяги води, що подавалася на поля, і відхилення від плану.

3.8. Проведення плану водокористування в господарстві

Раціональне використання води та своєчасне проведення поливів сільськогосподарських культур справді залежить від технічного стану закритої зрошувальної мережі та дощувальних машин в період пуску зрошувальної мережі в експлуатацію.

Якщо закрита зрошувальна мережа знаходиться в незадовільному робочому стані, необхідно провести ремонтні роботи для відновлення її ефективності та забезпечення безперебійного поливу сільськогосподарських культур. Обсяг ремонтних робіт визначається спеціально створеною комісією, яка оцінює технічний стан мережі та приймає рішення про необхідні заходи.

На початку вегетаційного періоду важливо провести планування поливних площ та дощувальну техніку до вегетаційних поливів.

Експлуатаційна оцінка способу поливу є важливим етапом у процесі планування та організації зрошення, оскільки вона дозволяє оцінити ефективність конкретного способу поливу та визначити його придатність для різних агротехнічних умов і культур.

Тому в кожному конкретному випадку необхідно організовувати і проводити запланований комплекс робіт [32].

Своєчасний ремонт та технічне обслуговування дощувальних машин є ключовими для забезпечення ефективної роботи зрошувальної системи протягом вегетаційного періоду.

Оперативні та календарні графіки поливів для планування та організації водокористування на сільськогосподарських підприємствах.

При організації зрошення, обслуговуючий персонал повинен дотримуватися основних вимог щодо безпеки праці, протипожежних заходів та санітарної гігієни праці.

Ефективність роботи дощувальної машини оцінюється з урахуванням факторів, серед яких кліматичні, ґрунтові, геоморфологічні та гідрологічні умови.

Залежно від типу дощувальної техніки та технологічних схем поливу, підготовка та організація виконання плану водокористування складається з кількох етапів [32, 33]:

- вивчають технічну характеристику машини (табл.1.3);
- на план сівозміни наносять схему закритої зрошувальної мережі, гідранти, вантузи, скидні колодязі;
- для дощувальної машини «Фрегат» визначають час одного оберту дощувальної машини при різних поливних нормах за формулою:

$$T_{об} = m_{потр} \cdot T / m, \quad (3.12)$$

де T - мінімальний час одного оберту машини, год;

$m_{потр}$ - необхідна поливна норма, $m^3/га$;

m - мінімальна поливна норма для заданої моделі.

Тож час одного оберту машини в залежності від модифікації такий:

ДМУ-А392-50 для поливної норми $m_{\text{потр}} = 400 \text{ м}^3/\text{га}$;

$$T_{\text{об}} = 400 \cdot 55,8 / 156 = 143 \text{ год} \approx 6 \text{ діб};$$

ДМУ-Б463-90 для поливної норми $m_{\text{потр}} = 400 \text{ м}^3/\text{га}$;

$$T_{\text{об}} = 400 \cdot 55,6 / 156 = 142,5 \text{ год.} \approx 4 \text{ доби};$$

ДМУ-Б434-90 для поливної норми $m_{\text{потр}} = 400 \text{ м}^3/\text{га}$;

$$T_{\text{об}} = 400 \cdot 55 / 156 = 141,0 \text{ год.} \approx 3 \text{ доби};$$

ДМУ-Б572-90 для поливної норми $m_{\text{потр}} = 400 \text{ м}^3/\text{га}$;

$$T_{\text{об}} = 400 \cdot 58,5 / 156 = 150 \text{ год.} \approx 4 \text{ доби};$$

- наводять технічні схеми поливу і дають їм характеристики.

В даній дипломній роботі приймемо такі схеми поливу [33, 34] :

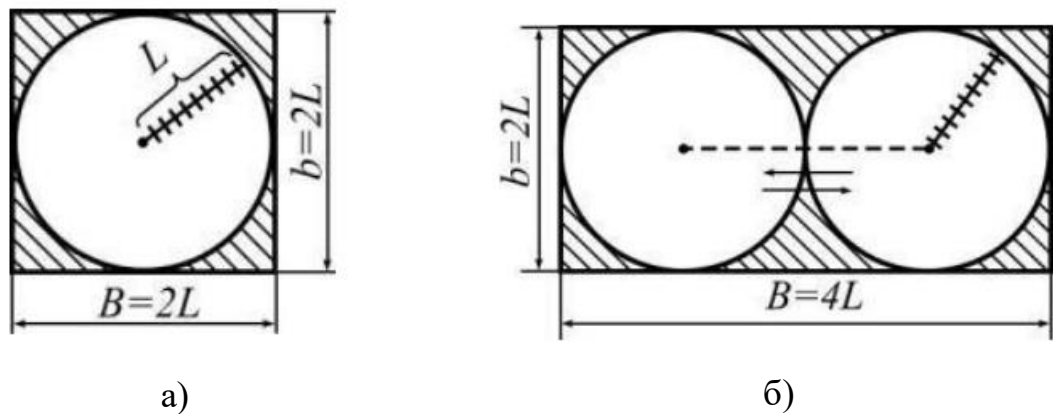


Рисунок 3.2 – Технологічні схеми поливів сільськогосподарських культур

а) дощувальна машина «Фрегат» є зрошувальним обладнанням, яке використовує кінцевий апарат для рівномірного розподілу води на оброблених площах. Параметри дощувальної машини «Фрегат», таких як не зрошувані кути та коефіцієнт зрошувальної витрати, дозволяє краще організувати поливні роботи, мінімізувати витрати води та забезпечити рівномірне покриття зрошуваних площ. . Кути що не зрошуються при роботі кінцевого апарата складають 16...18%, КЗВ – 0,82...0,84.

Перевага схеми поливу, де дощувальна машина «Фрегат» працює на одній позиції протягом вегетаційного періоду.

Незважаючи на переваги схеми поливу, існують і певні недоліки: низький коефіцієнт зрошувальної витрати (КЗВ), мінімальне сезонне навантаження на машину, великі капіталовкладення, довгий строк окупності.

б) дощувальна машина «Фрегат», яка працює на двох позиціях в межах одного поля. Розташування гідрантів на відстані, рівній конструктивній довжині машини, КЗВ – 0,91...0,93.

Схема поливу, за якою дощувальна машина «Фрегат» працює на двох позиціях, забезпечує значно кращу ефективність у порівнянні з роботою на одній позиції. Збільшення КЗВ до 0,91-0,93 дозволяє досягти більш рівномірного зрошення та зменшити витрати води. Збільшене сезонне навантаження.

У процесі поливу існують певні труднощі: перекриття частини поля, коли вода подається в два прийоми, виникає ризик нерівномірного зволоження та зміна швидкості руху машини.

4. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ ВНУТРІШНЬОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

4.1. Підготовка зрошувальної мережі до поливного сезону

У підготовчий період до початку поливу важливим етапом є відновлення працездатності зрошувальної мережі після зимового зберігання. Проводять гляд і перевірка інфраструктури (траси трубопроводів, запірно-регулюючої та запобіжної арматури, гідрантів і колодязів, стан насосних станцій та іншого обладнання, яке було знято на зимове зберігання). Очищення та перевірка герметичності трубопроводів (очищення від бруду та перевіряють на герметичність). Налагодження роботи арматури (запірно-регулюючої та запобіжної арматури). Відкриття гідрантів і вантузів. Подання інформації до насосної станції (передають інформацію на насосну станцію про готовність зрошувальної мережі до заповнення водою). Відповідальність за експлуатацію мережі (відповідає відповідальна особа, яка забезпечує належну організацію та контроль над усіма процесами).

Перший запуск насосної станції та заповнення водою зрошувальної мережі відбувається при наявності акту готовності мережі, ліміт на воду в господарстві або УЗС, сплата за електроенергію [35], заповнення водою та контроль за процесом заповнення, рівномірне витікання води з гідрантів. Цей момент фіксується і записується в спеціальному журналі для подальшого контролю та документування [32].

для ефективного заповнення зрошувальної мережі водою і уникнення утворення повітряних пробок, відкривають вантузи та відкривають гідранти на тупиках та підвищених ділянках.

Після того як господарський трубопровід заповнено водою, важливим етапом є підвищення тиску до робочого рівня для перевірки герметичності всієї системи. під час перевірки виявляються пошкодження або протікання,

заповнення системи водою припиняється, як ремонтні роботи завершені, система знову заповнюється водою, і процес перевірки герметичності та налаштування роботи мережі відновлюється.

Заповнення трубопроводів в зрошувальних мережах має бути поступовим і контрольованим. Відкриття засувки на 1/4 - 1/10. Закриття засувок на 7/10 – 9/10 на заповнених трубопроводах, щоб уникнути гідроудару.

Забезпечення повної готовності закритої зрошувальної мережі до підключення дощувальних машин та проведення поливів дає комісія, до складу якої входять фахівці з експлуатації та обслуговування зрошувальної мережі, здійснює комплексну перевірку всіх елементів системи. Після виконання всіх перевірок комісія складає акт готовності.

4.2. Робота зрошувальної мережі в поливний період

Основна задача експлуатації зрошувальної мережі в робочий (вегетаційний) період полягає в ефективному проведенні поливів, дотриманні правильного режиму роботи системи, а також забезпеченні її технічного обслуговування, контроль і облік усунення аварійних пошкоджень, підтримання пропускну здатності мережі та зниження втрат води через фасонні частини.

Підключення та відключення гідрантів дощувальних машин є критичним етапом при експлуатації закритої зрошувальної мережі, оскільки неправильне регулювання цього процесу може призвести до утворення гідравлічного удару. Заходи для запобігання гідравлічного удару: запобіжні протиударні пристрої, експлуатаційні заходи — закриття засувок зі сповільненням, плавний запуск і зупинка дощувальних машин, контроль за тиском у системі.

Для забезпечення безперебійної роботи закритої зрошувальної мережі протягом зрошувального сезону та попередження аварійних пошкоджень

важливо здійснювати: спостереження за роботою та регулювання запобіжної та запірно-регулюючої арматури, ремонтні роботи для ліквідації втрат води та аварійних пошкоджень, моніторинг і контроль системи.

У вегетаційний період важливо, щоб експлуатаційний штат постійно здійснював спостереження за режимом роботи трубопроводів, щоб забезпечити належну експлуатацію зрошувальної системи та уникнути технічних неполадок. : Всі результати перевірок, спостережень за тиском, витратою води, станом трубопроводів і обладнання повинні заноситись в спеціальний журнал обліку.

Робітники, які обслуговують зрошувальну мережу та поливну техніку, мають виконувати низку важливих завдань протягом всього поливного періоду [35]:

- візуальне обстеження трас трубопроводів зрошувальної мережі є важливою частиною моніторингу стану системи та виявлення можливих несправностей (наявність просадки ґрунту та виявлення підмокання ґрунту);
- огляд колодязів на зрошувальній мережі та їх обслуговування, очистку їх від мулу, води, скошування рослинності навколо колодязів;
- огляд, поточний ремонт та регулювання арматури на зрошувальній мережі;
- періодичний контроль за робочим тиском в закритій зрошувальній мережі є важливою частиною забезпечення належної експлуатації системи;
- переміщення, відключення і підключення поливної техніки;
- регулярне ведення журналу пересування дощувальних машин є важливим елементом контролю за роботою зрошувальної мережі.

4.3. Підготовка зрошувальної мережі та дощувальної техніки до зимового періоду

Необхідна перевірка гідравлічного опору трубопроводу в кінці поливного сезону для оцінки стану системи та визначення її замулення. Для цього використовуються контрольні манометри з ціною ділення не менше 10 кПа (0,1 кг/см²). Важливо, щоб центри манометрів були на однаковому рівні, що досягається шляхом нівелювання [35].

Промивка та очищення трубопроводів оросних систем від мулу та дрейсени є важливою частиною підтримки ефективності роботи зрошувальної мереж, яку необхідно проводити відповідно до стандартів та інструкцій, зокрема «Временной инструкции по эксплуатации закрытых оросительных систем с широкозахватными машинами», Киев, Минводхоз УССР, 1982.

Консервація дощувальних установок і насосних станцій на зимовий період є важливим етапом для забезпечення їхньої довготривалої служби і запобігання пошкодженням під час холодів. Масовою постановкою машин на зберігання, а також контролем за правильністю консервації, керує бригадир або механік.

Збереження дощувальної техніки в справному стані під час неполивного періоду, зокрема взимку, є важливим/ Оператори дощувальних машин і механіки повинні дотримуватись усіх правил консервації для запобігання пошкодженню обладнання в період зимового зберігання.

Правильна консервація техніки в зимовий період є важливою для запобігання серйозним пошкодженням, таким як розморожування, корозія та старіння гумових деталей. Недотримання правил консервації може призвести до значного зниження надійності та строку служби обладнання.

Підготовка до зимового зберігання і забезпечення довговічності обладнання [35]:

- машини та трубопроводи мають бути очищені від бруду, мулу та інших відкладень;

- промивання насосів, всмоктуючих і напірних ліній, гідроциліндрів та трубопроводів потрібно використовувати чисту воду. Промивка має тривати від 15 до 20 хвилин;
- для запобігання пошкодженням від замерзання важливо зливати всю воду з насосів, трубопроводів і гідравлічних підживлювачів;
- після того як вода була виведена, насоси потрібно заповнити 1–2 літрами автотракторної оливи. Потім необхідно кілька разів повернути вал насоса, щоб олива рівномірно розподілилася по внутрішніх частинах. Надлишок оливи зливається, а пробка закривається клоччям або промасленим дрантям;
- у всі заправні ємності техніки заливається свіжа олива;
- за допомогою шприца змащуються всі критичні точки змащення, різьбові кріплення, деталі, що не підлягають фарбуванню, а також наконечники тросів;
- всі фарбовані частини техніки бажано протерти м'якою тканиною та змазати поверхню автотракторним маслом;
- на фарбованих частинах є пошкодження, такі як подряпини, відколи або відшарування фарби, ці місця потрібно зачистити та пофарбувати;
- гумові деталі, такі як шланги, манжети, гумові зворотні клапани та інші, слід ретельно промити від бруду, пилу та інших забруднень, слід зберігати на складі при температурі не нижче 0°C. Не допускаючи впливу на них бензину, оливи та хімічних речовин.

Після завершення всіх підготовчих робіт до зимового зберігання важливо здійснити фінальний огляд техніки. Перевірити стан усіх вузлів і механізмів дощувальних машин, насосних станцій та інших установок.

У зимовий та ранньовесняний період важливо приділити увагу технічному обслуговуванню дощувальних машин для забезпечення їх готовності до нового поливного сезону.

Зберігання пересувних трубопроводів дощувальної машини «Фрегат» має бути організоване так, щоб мінімізувати ризики пошкоджень від погодних умов, особливо сильних зимових вітрів, і забезпечити безпеку обладнання. Розташовувати пересувні трубопроводи та обладнання в місці, яке захищене від пануючих зимових вітрів. Надійно застопорити колеса візків пересувного трубопроводу. Для стабільності візок розчальють дротом, який закріплюють на анкерних кільцях, встановлених у землю.

Обробка та зберігання компонентів дощувальної машини «Фрегат»:

- зняти всі дощувальні апарати з муфтовими кранами, манометри, зливальні клапани та іншу легкодоступну арматуру;
- штуцери машини закрити дерев'яними пробками або паклею, покрити консервуючим мастилом;
- кожен дощувальний апарат забезпечити биркою, на якій вказати його порядковий номер, рахуючи від нерухомої опори;
- зняти та здати на склад електропроводку, деталі електричної системи захисту та гідрореле, акумулятори демонтувати, перевірити їх стан, підзарядити та зберігати у спеціально відведеному місці з дотриманням правил зберігання;
- послабити натяг пружин силових важелів візків, щоб уникнути їх пошкодження через перенапруження під час зберігання, розхитати і послабити кріплення нерухомої опори до фундаменту.

Для забезпечення захисту механізмів і продовження терміну їх експлуатації, необхідно нанести захисне мастило на зовнішні різьбові з'єднання. Обробити наконечники тросів, пружини силових важелів, зрівняльних тросів, а також механічні гальма та привід регулюючого крана останнього візка. Зняти ролики регуляторів швидкості руху візків та регулюючого крана із приводом. Ретельно очистити ролики від іржі, нанести захисне мастило для попередження корозії та забезпечення плавної роботи та встановлюють їх на свої місця.

Особливу увагу при консервації дощувальної машини слід приділити повному зливу води з усіх вузлів і елементів, щоб уникнути ушкоджень від замерзання. Відкрити всі крани та зливальні отвори, передбачені в конструкції машини, для забезпечення повного зливу води з системи, кожен зливальний отвір ретельно прочистити дротом [34]:

- водопровідний трубопровід – через зливальні клапани;
- гідроциліндри – через крани біля клапанів розподільників (для перевірки зливу води потрібно 2...3 рази підняти і опустити гідроциліндр);
- діафрагмового клапана на трубопроводі перед кінцевим апаратом, для чого знімають кришку з деталями ущільнюючого вузла;
- триходового клапана – через зливальний отвір при кількох натисканнях на важіль клапана;
- зворотних клапанів візків з низькошвидкісними клапанами-розподільниками – через отвори з гвинтами-заглушками;
- регулювальних клапанів, крана, косинців зливних магістралей.

Після того як повністю злито воду з усіх вузлів і систем дощувальної машини, необхідно закрити гідро засувку машини.

Завершальна операція консервації дощувальної машини передбачає обробку вузлів і компонентів для захисту їх від корозії та забезпечення збереження у робочому стані. Використовуючи шприц, наноситься універсальне мастило (солідол) на: підшипники поворотного коліна нерухомої опори, з'єднання силового важеля з гідроциліндром, ось важеля та пружину важеля перемикача, осі тяги, силового важеля, переднього і заднього штовхальників, у маточини переднього і заднього коліс заливається автотракторне масло.

Регулярна перевірка стану дощувальної машини в зимовий період допоможе уникнути пошкоджень і забезпечить її готовність до початку поливного сезону.

4.4. Експлуатація дощувальної техніки

Технічне обслуговування дощувальної машини «Фрегат» здійснюється оператором і включає наступні регламентні операції для забезпечення її ефективної роботи [33].

Щоденне технічне обслуговування (ЩТО) дощувальної машини «Фрегат» є важливим етапом забезпечення її надійної роботи. Оператор та механік повинні переконатися в надійності закріплення рухливої опори на фундаменті. Оцінити положення загальної лінії трубопроводу у вертикальній та горизонтальній площинах. Перевірити, чи немає перекосів чи прогинів трубопроводу, які можуть негативно впливати на роботу машини. Оглянути роботу гідроциліндра в зборі з клапаном-розподільником, перевірити його функціональність. Перевірити роботу всіх дощувальних апаратів і систему відключення кінцевого апарата, щоб забезпечити належне зрошення. Перевірити герметичність з'єднань трубопроводів і зливальних клапанів для уникнення витоків води. Перевірити збіг колії задніх коліс візків з колією передніх коліс при найбільшій швидкості руху останнього візка. Перевірити фактичний робочий тиск води в трубопроводі за допомогою манометра. Оператор повинен звернути особливу увагу на підтримку необхідного робочого тиску води залежно від модифікації машини. Якщо тиск занадто високий, вода розпилюється у вигляді туману, що знижує ефективність машини і підвищує витрату електроенергії. Щодня візуально оглядати машину і перевіряти всі системи. Збирати інформацію про стан машини і записувати її в журнал технічного обслуговування. У разі виявлення будь-яких проблем, швидко вжити заходів для їх усунення.

Перше технічне обслуговування (ТО-1) дощувальної машини «Фрегат» проводиться після кожного оберту машини. Змащування візків, які знаходяться на другій половині трубопроводу, рахуючи від нерухомої опори. Змащення (солідол) за допомогою шприца для змащування підшипників, які знаходяться на осях важеля перемикача також пружини, щоб запобігти їх корозії і зменшити

тертя. Осі тяги, осі переднього і заднього штовхальників для забезпечення плавного руху візків. У двох місцях, де силовий важіль з'єднується з гідроциліндром, також наноситься змащення для запобігання зносу та забезпечення безперебійної роботи цієї частини.

Друге технічне обслуговування (ТО-2) проводиться після кожних 3-х обертів машини. Перевіряють роботу всіх елементів електричної системи захисту. Перевіряють зазор між торцем штока клапана-розподільника та регулювальним гвинтом важеля-перемикача.

Третє технічне обслуговування (ТО-3) дощувальної машини «Фрегат» проводиться після кожних 6-ти обертів машини. Оглядають усі гвинтові з'єднання на машині, перевіряючи їх на наявність ослаблених або нещільно закручених елементів. Перевіряють натяг всіх тросів на машині. Оглядають автоматичну систему регулювання швидкості руху візків. Перевіряють стан втулок підшипників в штовхальниках коліс для забезпечення їх нормального функціонування. Зазори на важелях-перемикачах клапанів-розподільників на всіх візках. Перевіряють кількість ходів циліндра останнього візка за хвилину при максимальній швидкості. Стан сіток фільтрів на наявність забруднень, водопровідну трубу на наявність пошкоджень, опір ізоляції дротів.

Проведення технічного обслуговування при використанні дощувальної машини на двох позиціях має бути узгоджено з підготовкою її до поливу на новій позиції.

Профілактичний огляд усіх рухомих частин дощувальної машини проводиться через кожні 1500...2000 годин роботи, оскільки останній візок зазнає найбільших навантажень, особлива увага до нього.

Об'єм робіт по планово-попереджувальному ремонту (ППР) дощувальних машин визначається на основі факторів, що впливають на експлуатаційний режим і стан техніки.

Трудомісткість робіт по технічному обґрунтуванню визначаємо за формулою:

$$T=t_o+t_{nt}+t_{tn}+t_b, \quad (4.1)$$

де t_o , t_b – трудомісткість сезонних технічних обслуговувань відповідно восени і весною, год; t_{tn} – трудомісткість ліквідації технічних несправностей, год; t_n – трудомісткість номерних технічних обслуговувань, год.

Загальну трудомісткість сезонних технічних обслуговувань визначаємо за формулою:

$$t_{o(b)}= T_i \cdot n, \quad (4.2)$$

де T_i -трудомісткість сезонного технічного обслуговування.

Трудомісткість періодичного обслуговування визначаємо за формулою:

$$t_n=\sum t_1 \cdot K_1+\sum t_2 \cdot K_2+\dots+\sum t_i \cdot K_i, \quad (4.3)$$

де t_1 , t_2 , t_i – трудомісткість періодичних технічних обслуговувань; n – кількість дощувальних машин на масиві зрошення; K_1, K_2, K_i – число планових технічних обслуговувань.

Трудомісткість робіт по ліквідації несправностей складає 20% від робіт по технічному обслуговуванню. Розподіл трудомісткості технічного обслуговування (ТО) протягом зрошувального сезону для ефективного планування і організації робіт (див. табл. 3.6 і рис.3.1). Для цього використовуються план-графік та календарний план проведення поливів. Календарний план дозволяє узгодити технічне обслуговування з інтенсивністю зрошення та специфікою сільськогосподарських робіт. План-графік дає змогу розподілити трудомісткість ТО залежно від фактичного використання машин.

Розрахунок трудомісткості обслуговування дощувальних машин зведених в табл. 4.1.

За даними табл. 3.1 обчислюємо загальну трудомісткість виконання робіт

$$T = 474,4 + 679,7 + 369,74 + 73,9 = 1597,74 \text{ люд./год.}$$

Таблиця 4.1 - Загальна трудомісткість технічного обслуговування ДМУ «Фрегат» на ділянці зрошення

Місяць	Декада	Вид технічного обслуговування						Всього
		ЩТО	ТО-1	ТО-2	ТО-3	ТО-В	ТО-О	
Квітень	II						183,6	183,6
	III	22,2	5,7					27,9
Травень	I	7,2						7,2
	II	12	3,2					15,2
	III	3	2,5					5,5
Червень	I	10,2				355,8		366
	II	18	8,2	10,5		118,6		155,3
	III	22,8	10					32,8
Липень	I	16,8	5,7					22,5
	II	11	10					21
	III	30,3	15,7	9,8			87,5	143,3
Серпень	I	21,8	5	9,8			87,5	124,1
	II	17	10,7	20,3	7,84		87,5	143,34
	III	15,6	4,1				116,8	136,5
Вересень	I	13,8	4,1	4,9			116,8	139,6
Разом		221,7	84,9	55,3	7,84	474,4	679,7	1523,8

5. ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ВИКОНАННЯ ПЛАНУ ВОДОКОРИСТУВАННЯ

Ефективність планового водокористування в системах зрошення оцінюється через різні техніко-економічні показники, які можуть бути розділені на оперативні і підсумкові. Оперативні показники дозволяють системно оцінити ефективність зрошення в короткі проміжки часу, як-от за добу, декаду чи місяць. До них відносять: фізичну площу поливу ($F_{\text{нт}}$), гектарополив ($\Gamma\text{п}$), водоподача на зрошення ($Q\text{в}$), ККД зрошувальної мережі (ККДз), коефіцієнт забезпечення водою сільськогосподарських культур ($K\text{з}$), коефіцієнт використання води на полі ($K\text{в}$).

Підсумкові показники оцінюють ефективність водокористування на більш довготривалій основі, зазвичай за рік, з урахуванням результатів сільськогосподарського виробництва.

До основних критеріїв та показників плану водокористування відносяться [32]:

1. Площу зрошення нетто $F_{\text{нт}} = 877,7$ га;

2. Сумарне виконання гектарополивів $\sum F_{\text{нт}} = 5578,6$ га-пол;

3. Водоподачу за вегетаційний період:

- на поля $\sum V_{\text{us}} = 2233,21$ тис.м³;

- в точці виділу $\sum V_{\text{us}}^{\text{T.B}} = 2730,2$ тис.м³;

4. Середньозважену зрошувальну норму брутто $M_{\text{сер.зв}}$, яку визначаємо за формулою:

$$M_{\text{сер.зв}} = V_{\text{us}}^{\text{T.B}} / F_{\text{нт}}, \quad (5.1)$$

$$M_{\text{сер.зв}} = 2730,2 / 877,7 = 3110,63 \text{ м}^3/\text{га};$$

5. Середньозважену поливну норму, яку знаходимо за формулою:

$$M_{\text{сер}} = V_{\text{us}}^{\text{T.B}} / \sum F_{\text{нт}}, \quad (5.2)$$

$$M_{\text{сер}} = 2730,2 / 5578,6 = 489 \text{ м}^3/\text{га};$$

6. Кратність поливів знаходимо за формулою:

$$n = \sum F_{\text{нт}} / F_{\text{нт}}, \quad (5.3)$$

$$n = 5578,6 / 877,7 = 6,4;$$

7. Сезонне навантаження на одну дощувальну машину за фізичною площею:

$$F_{\text{фiз}} = F_{\text{нт}} / N_{\text{max}}, \quad (5.4)$$

де – N_{max} максимальна кількість дощувальних машин, які працюють на масиві протягом декади, шт., в нашому випадку $N_{\text{max}}=7$;

$$F_{\text{фiз}} = 877,7 / 7 = 125,4 \text{ га};$$

8. Сезонне навантаження на одну дощувальну машину за гектарополивами:

$$F_{\text{га-пол}} = \sum F_{\text{нт}} / N_{\text{max}}, \quad (5.5)$$

$$F_{\text{га-пол}} = 5578,6 / 7 = 797 \text{ га};$$

9. Загальний коефіцієнт корисної дії внутрішньогосподарської мережі:

$$\eta_{\text{ВГМ}} = \sum V_{\text{us}} / \sum V_{\text{us}}^{\text{T.B}}, \quad (5.6)$$

$$\eta_{\text{ВГМ}} = 2233,21 / 2730,2 = 0,98$$

Планові оперативні та підсумкові показники для водокористування в зрошувальних системах обчислюються за певний проміжок часу, що дозволяє ефективно планувати виробничо-фінансову діяльність аграрного господарства.

Фактичні дані про водокористування отримуються за результатами виробничої діяльності господарства, окремих водокористувачів і зрошувальних систем на підставі підсумків року.

6. ОЦІНКА ВПЛИВУ ВОДОКОРИСТУВАННЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Зрошення земель в товаристві з обмеженою відповідальністю Агрофірма «Геоцентр», Дніпровського району, Дніпропетровської області має вплив на ґрунтове і водне середовище.

6.1. Оцінка впливу на ґрунтовий покрив

Ґрунтовий покрив ділянки зрошення, представлений чорноземами звичайними, малогумусними і важкосуглинковими, має певні особливості, які впливають на ефективність зрошення і загальний стан ґрунтів. Вміст гумусу в цих ґрунтах знаходиться в межах 4,0 – 4,5 %, потужність гумусового горизонту (68–80 см). Ґрунтоутворюючі породи є еолово-елювіальні лесовидні важкі суглинки.

На ґрунтовий покрив ділянки зрошення можуть здійснювати вплив такі види господарської діяльності [36]:

- штучне зрошення ґрунтів дощувальними машинами «Фрегат»;
- можливість виникнення іригаційної ерозії;
- ущільнення поверхні ґрунту та виникнення ґрунтової кірки на всій площі зрошення;
- прискорений винос корисних біогенних органічних та мінеральних речовин шляхом більш інтенсивного ведення сільськогосподарського виробництва на ділянці зрошення з площею 877,7 га;

- вірогідність вторинного засолення, осолонцювання ґрунтів, і їх заболочування на площі 877,7 га внаслідок підйому під впливом зрошення мінералізованих ґрунтових вод в понижених місцях рельєфу до поверхні землі.

З метою захисту ґрунтового покриву на ділянці зрошення необхідно дотримуватись наступних правил [36]:

1. Для захисту від іригаційної ерозії та ерозійного розмиву при використанні дощувальних машин, таких як ДМУ «Фрегат», інтенсивність штучного дощу повинна становити не більше 0,31 мм/хв, всмоктуюча здатність ґрунту зазвичай не перевищує 0,5 мм/хв. Для просапних культур (наприклад, кукурудзи, соняшнику) норма поливу не повинна перевищувати 400 м³/га. Для багаторічних трав та культур суцільного сіву (наприклад, люцерни, клеверу) норма поливу може становити 500 м³/га.

Масштаб впливу – на всій площі зрошення 877,7 га;

Інтенсивність впливу – 0,31 мм/хв. При нормі поливу 500 м³/га;

Динамічність впливу – в теплий період року;

Тривалість поливу – постійно протягом періоду експлуатації.

2. Для компенсації виносу біогенних речовин із ґрунту разом із врожаєм важливо проводити систематичне внесення мінеральних і органічних добрив. Орієнтовні норми наведені в таблиці 6.1.

Масштаб впливу – на всій площі зрошення 877,7 га;

Інтенсивність впливу N – 60 кг/га; K – 32 кг/га; P – 51 кг/га; перегній 7,8 т/га.

Динамічність впливу добрив — під зяблеву оранку, під посів та вегетаційне підживлення — важливо забезпечити максимальний ефект від добрив. Тривалість впливу добрив на ділянці зрошення є постійною протягом періоду експлуатації.

3. Глибина залягання рівнів ґрунтових вод на ділянці зрошення складає 7 – 10 м, а у пониженнях на східній межі до 5 м. Мінералізація ґрунтових вод складає 2,3 – 3,1 г/л, а середня інтенсивність підйому їх під впливом зрошення складає 0,3 м/рік. За прогнозом на ділянці зрошення де ґрунтові води залягають на глибині 5 м від поверхні ґрунту в найближчі 12 років можливий підйом їх до критичної глибини, а це в свою чергу призводить до вторинного засолення і осолонцювання. Тому на всій площі ділянки зрошення необхідно підтримувати роботу дренажу.

Масштаб впливу – 877,7 га.

Інтенсивність впливу – максимальна витрата дренажних вод до 5 л/с.

Динамічність впливу – максимум у весняний період.

тривалість впливу – постійно протягом періоду експлуатації.

Таблиця 6.1 – Внесення підвищених норм мінеральних добрив

№ поля	Назва сільськогосподарської культури	Норми внесення добрив у діючій речовині, кг/га			Перегній, т/га
		N	P	K	
1	Люцерна під покров ячменю ярого	90	45	80	30
2	Люцерна 2-го року	-	-	-	-
3	Люцерна 3-го року	-	-	-	-
4	Озима пшениця + просо на зерно	60	45	40	-
5	Соя	90	30	45	-
6	Кукурудза на зерно	80	60	45	-
7	Соя	90	30	45	-
	Всього	440	285	295	30

6.2. Оцінка впливу на поверхневі води

Дніпровське водосховище є джерелом водопостачання для масиву зрошення. Загальна площа водосховища: 412 км², повний об'єм води: 3,33 км³. Основне джерело живлення: поверхневі снігові та дощові води, що складають 65-85% загального об'єму води, що наповнює водосховище та джерельне живлення.

Забір води для зрошення з руслового водосховища має регулюючий об'єм водосховища: 333 млрд м³ на рік, об'єм забору води на зрошення: 2730,2 тис. м³ на рік., максимальна витрата насосної станції: 640 л/с, річний об'єм стоку річки Дніпро в створі водосховища: 53 млрд м³, ширина водного дзеркала: 1,9 км, середня глибина: 11 м, швидкість течії: 0,06 м/с.

Масштаб впливу на поверхневі води Дніпровського водосховища на відстані 53 км від розрахункового створу греблі Запорізької ГЕС.

Інтенсивність впливу на водні ресурси від забору води для зрошення можна оцінити за такими параметрами максимальна витрата зрошувальної насосної станції – 640 л/с. Об'єм забору води для зрошення становить 2730,2 тис. м³ на рік.

Динамічність та тривалість впливу на водні ресурси та екосистему – максимум у літній період. Тривалість впливу – на весь період експлуатації.

Річка Тритузна, яка є водоприймачем стоку поверхневих і дренажних вод з ділянки зрошення, відіграє важливу роль у водному балансі цієї території. Вона належить до басейну Дніпровського водосховища, є правою притокою річки Мокра Сура. Довжина річки – 30 км, площа басейну – 289 км², в наявності два ставки сільськогосподарського призначення.

Стік поверхневих снігових і дощових вод з ділянки зрошення, забруднених продуктами ерозії, хімічними добривами, отрутохімікатами і пестицидами, що потрапляють до річки Тритузна, є серйозним екологічним викликом.

Скид дренажних вод, забруднених хімічними добривами, отрутохімікатами та пестицидами, з масиву зрошення в ставок на річці Тритузна.

Розрахунок виносу, а також концентрації біогенних речовин в поверхневому стоці виконується на основі даних про геоморфологічні, гідрологічні особливості масиву забруднення, водно-фізичні особливості ґрунтів, структуру посівних площ та агро меліоративних заходах, види, форми, строки та способи внесення мінеральних та органічних добрив, режим зрошення сільськогосподарських культур (див. п. 3.1.), об'єм поверхневого стоку з масиву зрошення [36].

Норми внесення мінеральних та органічних добрив для зрошення сівозміни наведені в таблиці 6.1.

Річний об'єм поверхневого стоку визначається в залежності від типу механічного складу ґрунту та норми річного стоку даної території. В даному випадку об'єм поверхневого стоку складає 518 мм.

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

$$B_B^{nc} = w(K_2 N_y + 0,002 N_0 + 0,66 N_n + N_b) + \gamma(K_1 N_y + 0,0002 N_0 + 0,07 N_n), \quad (6.1)$$

де B_B^{nc} - річний винос азоту поверхневим стоком, кг/га; w - коефіцієнт, що характеризує винос азоту сорбованого частинами ґрунту з поверхневого шару ґрунту; K_2 - коефіцієнт, що характеризує кількість азоту у ґрунтовому шарі фіксованого ґрунтом та ґрунтовими мікроорганізмами з азотних добрив; N_y - норма внесення мінерального добрива під відповідну культуру, кг/га; N_0 - норма внесення органічного добрива, кг/га; N_n - валовий вміст азоту в орному шарі, кг/га; N_b - вміст мінерального азоту в орному шарі ґрунту, кг/га; γ - коефіцієнт, що характеризує частку виносу азоту в з об'єму ґрунтового розчину в поверхневому шарі ґрунту; K_1 - коефіцієнт, що характеризує кількість

рухомих форм азоту добрив після фіксації ґрунтовими мікроорганізмами, втрат в атмосферу, виносом сільськогосподарською культурою.

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

$$B_p^{nc} = w(n_2 p_y + n_3 p_0 + n_4 p_n + p_b), \quad (6.2)$$

де w - коефіцієнт, що характеризує частку виносу сорбованого фосфору поверхневим стоком з поверхневого шару ґрунту; n_2 - коефіцієнт, що характеризує залишкову кількість фосфору після виносу його сільськогосподарськими культурами; p_y - норма внесення мінерального добрива, кг/га, діючої речовини; n_3 - коефіцієнт, що характеризує залишкову кількість фосфору після його виносу з органічного добрива сільськогосподарськими культурами; p_0 - норма внесення органічного добрива, кг/га; n_4 - коефіцієнт, що характеризує залишкову кількість рухомого фосфору після виносу його сільськогосподарськими культурами; p_n - вміст мінерального фосфору в поверхневому шарі ґрунту, кг/га; p_b - валовий вміст фосфору в поверхневому шарі ґрунту, кг/га.

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

$$B_k^{nc} = w(0.2K_y + 0.0012K_0 = 0.008K_b + K_b) + \gamma((0.2K_y + 0.0012K_0 = 0.008K_b) * 0.018) \quad (6.3)$$

де w - коефіцієнт, що характеризує частку виносу сорбованого калію поверхневим стоком з поверхневого шару ґрунту; K_y - норма внесення

калійного добрива, кг/га, діючої речовини; K_0 - норма внесення органічного добрива, кг/га; K_b - валовий вміст калію в поверхневому шарі ґрунту, кг/га; γ - коефіцієнт, що характеризує частку виносу розчиненого калію поверхневим стоком в з об'єму ґрунтового розчину в поверхневому шарі ґрунту.

Вміст мінеральних речовин та валовий їх вміст в орному шарі ґрунту визначається в залежності від типу ґрунту за даними геоморфологічних досліджень [36].

Значення показників K_1 та K_2 залежать від виду та форми внесення азотних добрив. Так для нашого випадку при використанні аміачної селітри $K_1 = 0.02$ і $K_2 = 0.05$ [36].

Показники w та γ залежать від типу ґрунту та об'єму річного стоку. Так для нашого випадку: чорноземи звичайні і шар стоку дощового паводку 10%-ї забезпеченості рівний 518мм $w = 4 * 10^{-5}$, $\gamma = 2.4 * 10^{-3}$ [36].

Значення коефіцієнтів n_2 , n_3 , n_4 залежить від типу механічного складу ґрунту. Так для ґрунтів важкого механічного складу $n_2 = 0.2$, $n_3 = 0.0004$, $n_4 = 0.28$ [36].

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

$$C_{NO_3}^{nc} = \frac{4.5 * 10^3 * B_N^{nc} \alpha \phi}{W^{nc}}, \quad (6.4)$$

$$C_{NH_4}^{nc} = \frac{1.28 * 10^3 * B_N^{nc} \beta \phi}{W^{nc}}, \quad (6.5)$$

де $C_{NO_3}^{nc}$, $C_{NH_4}^{nc}$ - відповідно, концентрації нітратів і амонійного азоту, мг/л; B_N^{nc} - річний винос азоту поверхневим стоком, кг/га; α , β - коефіцієнти, що

характеризують вміст нітратів та амонійного азоту в поверхневому стоці; W^{nc} - об'єм поверхневого стоку за розрахунковий період, м³/га.

Величини коефіцієнтів α і β визначаються в залежності від типу ґрунту. Для чорноземів звичайних $\alpha = 0.86$, $\beta = 0.24$ [36].

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

$$C_P^{nc} = \frac{B_P^{nc} * 10^3 \phi}{W^{nc}}, \quad (6.6)$$

де B_P^{nc} - річний винос сорбованого фосфору поверхневим стоком, кг/га; ϕ - модульний коефіцієнт для переходу від середньорічних концентрацій до максимальних для розрахункового періоду і розрахункової забезпеченості; W^{nc} - об'єм поверхневого стоку за розрахунковий період, м³/га.

Концентрація калія в поверхневому стоці (C_K^{nc}) визначається за формулою:

$$C_K^{nc} = \frac{B_K^{nc} * 10^3 \phi}{W^{nc}}, \quad (6.7)$$

де B_K^{nc} - річний винос калію поверхневим стоком, кг/га; ϕ - модульний коефіцієнт для переходу від середньорічних концентрацій до максимальних для розрахункового періоду і розрахункової забезпеченості; W^{nc} - об'єм поверхневого стоку за розрахунковий період, м³/га.

Величина модульного коефіцієнта для літньо-осінніх паводків при 10%-ї забезпеченості складає 1,8 [36].

Значення виносу та концентрації біогенних речовин в поверхневому стоці масиву зрошення, а також ГДК даних речовин в стоці для річки Тритузна приведені в табл. 6.2.

Таким, чином, при призначеній системі внесення мінеральних та органічних добрив, концентрація в поверхневому стоці суперфосфату перевищує ГДК (див. табл. 6.2). У зв'язку з цим необхідно вжити відповідні заходи для зменшення виносу біогенних речовин поверхневим стоком [17].

Для захисту водних ресурсів річки Тритузна від забруднення продуктами ерозії, хімічними добривами, отрутохімікатами і пестицидами, які можуть надходити разом із поверхневим та дренажним стоком з ділянки зрошення, необхідно здійснити комплекс організаційно-господарських, агротехнічних, гідромеліоративних та лісомеліоративних заходів.

До основних заходів, що попереджують заболочування та засолення ґрунтів належать [36]:

- ведення господарського водокористування, дотримання правильної техніки поливу та поливного режиму;
- підвищення коефіцієнта корисної дії внутрішньогосподарської зрошувальної мережі і боротьби з втратами води на полях;
- застосування нової агротехніки;
- утримання в робочому стані зрошувальної та дренажної мереж;
- припинення подачі води в зрошувальну мережу у неполивний період.
- До основних організаційно-господарських заходів належать [36]:
- дотримання правил транспортування, зберігання та внесення добрив та пестицидів;
- виключення внесення мінеральних добрив в роздріб;
- заборона використання будь-яких видів добрив по сніговому покриву;

- дотримання норм застосування добрив та пестицидів і їх рівномірний розподіл по площі сільськогосподарських угідь;
- поєднання хімічних обробок посівів з агротехнічними біологічними методами боротьби із шкідниками, хворобами та бур'янами;
- застосування пестицидів згідно «Списку хімічних і біологічних засобів боротьби із шкідниками, хворобами рослин та бур'янами, дозволених до використання у сільському господарстві»;
- виключення авіаобробки посівів у випадках відсутності умов для її безпечного застосування;
- використання авіації для обробки посівів пестицидами повинні в кожному окремому випадку погоджуватися з відповідними органами.

До основних агротехнічних заходів належать [36]:

- внесення оптимальних доз мінеральних добрив з урахуванням запланованого урожаю сільськогосподарських культур;
- утримання поживних речовин в ґрунті, а також використання їх рослинами із добрив і ґрунту;
- внесення азотних добрив з закладанням їх на глибину оранки;
- внесення фосфорно-калійних добрив під зяблеву оранку в повній або не менше ніж 65% від повної норми;
- збільшення густоти посівів з метою створення умов для підвищення вологозабезпеченості та максимального використання рослинами поживних речовин з добрив і ґрунту;
- проведення міжрядного обробітку просапних культур з метою інтенсивного використання біогенних елементів та збільшення акумулюючої ємності орного шару ґрунту.

Таблиця 6.2 – Об'єм виносу біогенних речовин, їх концентрація та ГДК в поверхневому стоці

Культура	Річний винос речовини, кг/га			Концентрація речовин в поверхневому стоці, мг/л				ГДК, мг/л			
	N	P	K	NO_3	NH_4	P	K	NO_3	NH_4	P	K
Люцерна під покров ячменю ярого	0,468	0,218	1,216	0,89	0,08	1,08	15,21	40,0	0,5	0,1	50,0
Озима пшениця + просо на зерно	0,468	0,216	1,218	0,88	0,08	1,07	15,19				
Кукурудза на зерно	0,466	0,218	1,216	0,89	0,07	1,08	15,21				
Люцерна минулих років	0,379	0,181	-	4,32	0,343	0,533	-				
Соя	0,468	0,218	1,216	0,88	0,07	1,07	15,19				

У випадку застосування на масиві зрошення пестицидів необхідно:

- визначити необхідність хімічних обробок;
- встановити мінімальні дози витрат пестицидів та оптимальні строки обробітку посівів;
- застосовувати пестициди короткочасної дії;
- чергувати використання різних груп пестицидів у сівозміні не частіше одного разу на три роки;
- практикувати смугове внесення пестицидів разом з посівом або ж міжрядковим обробітком з метою зниження небезпеки накопичення пестицидів та зменшення кори витрат.

Меліоративні заходи включають улаштування масиву зрошення не ближче 30 м від урізу середньорічного горизонту води в русловій водоймі.

6.3. Оцінка впливу на підземні води

Найближчий до поверхні ґрунту горизонт ґрунтових вод, утворений еолово-делювіальними четвертинними відкладеннями має повсюдне розповсюдження. Ґрунтові води розташовані на глибині 10–15 метрів, рівень мінералізації становить 0,8 г/л. Хімічний склад води має переважно гідрокарбонатно-сульфатно-кальцієво-магнієвий.

Водотривкий горизонт представлений червоно-бурими глинами. Глибина залягання варіює від 12 до 15 метрів від поверхні. Джерела живлення ґрунтових вод є інфільтрація атмосферних опадів та зрошувальна вода.

За результатами розрахунків виявили закономірність у розповсюдженні підняття рівня ґрунтових вод у різних частинах масиву зрошення при прийнятих вихідних гідрогеологічних та меліоративних даних. Середній рівень підняття через 12 років після початку зрошення рівень ґрунтових вод у межах

масиву досягне критичної глибини 1,5 м. Для стабілізації водного режиму ґрунтів і запобігання досягненню критичної глибини підняття ґрунтових вод проектом передбачено колекторно-дренажна мережа на площі 480,3 га, загальною протяжністю 19,7 км із труб ПВХ.

Масштаб впливу на ґрунтові води зрошення – 877,7 га.

Інтенсивність впливу – підйом з інтенсивністю 0,3 м/рік.

Динамічність впливу – максимум у весінній період.

Тривалість впливу – постійно на період експлуатації.

З метою моніторингу рівня і хімічного складу ґрунтових вод на ділянці зрошення влаштовано 5 режимно-спостережних свердловин глибиною 11м, та 2 – глибиною 6м. Моніторинг ґрунтових вод здійснює Солонянське міжрайонне управління водного господарства.

7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1. Організація охорони праці в господарстві

Організація роботи з охорони праці має вирішальне значення для створення безпечного робочого середовища Крім цього це сприяє зниженню травматизму та профілактиці професійних захворювань, поліпшує умов праці.

У ТОВ Агрофірма «Геоцентр» інженер з охорони праці планує та проводить заходи для покращення безпеки, умов праці та ефективної роботи санітарно-побутових служб. Забезпечує своєчасне постачання спеціального одягу, взуття, засобів індивідуального захисту та інших необхідних засобів. ефективної роботи санітарно-побутових служб. Аналізує причини виробничого травматизму з метою запобігання подібним випадкам у майбутньому. Веде статистику нещасних випадків, їх систематизація.

Вступний інструктаж з техніки безпеки для робітників, які влаштувались на роботу в господарство в обов'язковому порядку проходять підготовку. Це дозволяє знизити ризики травматизму та забезпечує працівників необхідними знаннями для безпечного виконання своїх обов'язків. Загалом ознайомлюються з характером роботи господарства, основними напрямками діяльності та специфікою виробничих процесів. Правилами внутрішнього розпорядку це графік роботи, поведінкові норми та вимоги. Техніка безпеки та електробезпека, основні правила безпечної роботи з обладнанням, запобіжні заходи при роботі з електроболаднанням. Особиста гігієна, причин нещасних випадків, надання першої медичної допомоги.

Журнал інструктажу з охорони праці є обов'язковим елементом документообігу, в якому робітники господарства які пройшли інструктаж розписуються в ньому.

Керівник підприємства, як головна посадова особа, несе відповідальність за організацію та стан охорони праці на всьому підприємстві. Він приказом покладає відповідальність на головних спеціалістів по галузям. На керівника підприємства покладаються такі завдання [37]:

- 1) організація розробки та затвердження заходів, щодо покращення умов праці та затверджувати їх;
- 2) організація навчання з питань охорони праці;
- 3) контроль за санітарно-гігієнічними умовами праці;
- 4) правильна організація праці працівників;
- 5) перевірка забезпеченості працівників засобами індивідуального захисту і спеціальним одягом;
- 6) контроль за дотриманням правил техніки безпеки працівниками;
- 7) організація днів охорони праці на підприємстві.

Головні спеціалісти підприємства зобов'язані виконувати [37]:

- 1) повинні брати активну участь у навчанні працівників з питань охорони праці;
- 2) впровадити у виробництво механізації чи автоматизацію з метою полегшення трудової діяльності працівників та підвищення безпеки;
- 3) організація своєчасних випробувань піднімальних установок та апаратів.

Зобов'язання керівника галузі [37]:

- 1) розробка та застосування більш сучасних засобів захисту, сигналізації, огорожень і запобіжних пристроїв;
- 2) не допущення експлуатації несправного обладнання та машин;
- 3) забезпечення здоров'я та безпеки працівників, забороняти роботу на ділянках, де створюється загроза здоров'ю людини;

- 4) недопускати до роботи осіб, які не мають посвідчення на право управління машинами і механізмами;
- 5) усувати від праці осіб в нетверезому стані;
- 6) контроль за правильністю експлуатації технічних засобів та знаннями техніки безпеки;
- 7) припиняти роботу, що виконуються з порушенням правил техніки безпеки;
- 8) контроль за використанням засобів індивідуального захисту;
- 9) аналізувати причини травматизму і розробити заходи для його попередження.

Керівник виробничої ділянки зобов'язаний [37]:

- 1) слідкувати за дотриманням правил техніки безпеки, виконанням норм охорони праці, виробничої санітарії та протипожежного захисту;
- 2) слідкувати і перевіряти безпеку застосування техніки;
- 3) проводити навчання (інструктажі) на робочому місці;
- 4) слідкувати за справністю техніки;
- 5) контролювати наявність і справність запобіжних засобів;
- 6) слідкувати за застосуванням працюючими засобів індивідуального захисту;
- 7) вимагати постійного виконання правил техніки безпеки працюючими;
- 8) зупиняти роботи у випадку виникнення загрози здоров'ю людини;
- 9) не допускати до роботи осіб у нетверезому стані;
- 10) приймати участь у розробці паспортизації і заходів з покращення умов праці.

7.2. Спеціальне розслідування нещасних випадків

У разі нещасного випадку на виробництві, керівник організації зобов'язаний негайно повідомити відповідні органи для проведення розслідування та вжиття необхідних заходів: технічного інспектора профспілки, керівника вищезазначеної організації, обласного (міського) комітету профспілки, ради профспілки, прокуратуру та Держгірпромнагляд (якщо організація підконтрольна цьому органу).

Керівник вищезазначеної організації, отримавши повідомлення про нещасний випадок, зобов'язаний негайно виїхати на місце нещасного випадку та забезпечити проведення розслідування.

Технічний інспектор профспілки разом з іншими представниками, такими як керівник організації, представник профспілкового комітету та представник господарського органу, негайно приступають до розслідування нещасного випадку. Внаслідок нещасного випадку, якщо загинули 2-4 особи, до розслідування повинні долучитися перші керівники організації. Якщо кількість загиблих становить 5 і більше осіб, то розслідування проводиться спеціальною комісією, що призначається: міністром, керівником відомства, Кабінетом Міністрів України. У ході розслідування виникає необхідність технічний інспектор профспілки має право вимагати від організації запросити спеціалістів-експертів для участі в розслідуванні та приведені технічних розрахунків, лабораторних випробувань, досліджень і т. д [37].

Акт спеціального розслідування форми Н-1 протягом 1-2 днів після інциденту складаються комісією, яка має на меті виявити всі обставини та причини нещасного випадку. Висновок технічного інспектора, плани і схеми, фотознімки місця випадку і т.д.

Технічний інспектор профспілки передає всі зібрані документи для подальшого аналізу та прийняття заходів до відповідних органів: керівнику підприємства, до вищезазначеної організації, обласному комітету та раді профспілок, прокуратурі по місцю розташування організації.

Керівник підприємства та керівник Держгірпромнагляду зобов'язані розглянути всі матеріали спеціального розслідування нещасного випадку та видати накази щодо виконання рекомендованих комісією заходів, у тому числі щодо покарання винних осіб. Про прийняте рішення повинні письмово повідомити технічного інспектора праці [37].

7.3. Безпека при монтажних роботах

Оскільки монтажники часто працюють у складних умовах, таких як обмежений простір, високі або небезпечні місця, а також у незручних позах, це створює додаткове навантаження на організм і нервово-психічне напруження. Тому до монтажних робіт можуть допускатися лише особи не молодше 18 років, що має необхідні професійні навички для виконання монтажних робіт, навчені безпечним прийомам робіт та мають відповідні посвідчення.

Верхолазні роботи — це роботи, які виконуються на висоті понад 5 метрів від поверхні землі. Допущеними до самостійних робіт верхолазів повинні бути не молодше 18 років, працівник повинен пройти медичний огляд перед допуском до роботи. Також повинен мати стаж роботи не менше одного року і тарифний розряд не нижче III [38].

Перед початком робіт на висоті важливо провести підготовчий інструктаж, щоб забезпечити безпеку. Треба ознайомити з характером майбутньої роботи, зокрема з усіма специфічними ризиками: стан робочого місця, з безпечними способами підйому, із запобіжними засобами та звернути увагу на методи захисту від падіння з висоти.

У місцях, де проводяться монтажні роботи і є небезпека для людей, необхідно вивішувати попереджувальні знаки, які повинні бути добре видимими. Вхід у приміщення та проходи в нижніх поверхах, де проводяться монтажні роботи, повинні бути закриті для доступу людей.

На ділянках, де проводяться монтажні роботи, не дозволяється виконувати інші види робіт та перебувати стороннім особам. Пересування робітників по навісних сходах під час монтажу великорозмірних елементів дозволяється лише в межах двох поверхів. Під'їм робітників по навісних сходах на висоту більше 10 м допускається, якщо на кожні 10 м сходів обладнано майданчики для відпочинку. Якщо навісні сходи мають висоту більше 5 м, вони повинні відповідати вимогам ДБН [38].

Для забезпечення безпеки монтажників при переході з однієї конструкції на іншу використовуються інвентарні сходи, містки, трапи та майданчики, які забезпечують зручний та безпечний прохід. Якщо використання сходів, містків чи інших стандартних засобів неможливе, необхідно застосовувати спеціально розроблені пристосування для кріплення карабіна монтажного поясу.

Виконання монтажних операцій без підмосток допускається лише коли неможливо встановити підмостки, тому необхідно застосовувати запобіжні пояси. Майстер або керівник робіт зобов'язаний чітко вказати, де саме на конструкції буде перебувати монтажник та місця для кріплення запобіжних поясів.

Для забезпечення безпеки під час виконання монтажних робіт необхідно чітко організувати систему обміну умовними сигналами між монтажником, керівним монтажем та машиністом. Всі сигнали подаються однією особою, Сигнал «Стоп» є винятковим випадком і може бути поданий будь-яким працівником, який помітив небезпеку або ситуацію, що загрожує здоров'ю або життю працівників.

Стропування повинно проводитися з використанням інвентарних стропів і вантажозахватних пристроїв. Якщо висота до замку вантажозахватного засобу перевищує 2 метри, необхідно застосовувати дистанційне розстропування вантажу. Способи стропування повинно виключити можливість падіння або ковзання вантажу та забезпечити подачу вантажу до місця установки в такому положенні, яке максимально наближене до проектного [38].

Елементи конструкцій, такі як балки, плити, профілі, повинні бути очищені від бруду і пилу до їх підйому. Прокладки необхідно встановлювати між гострими ребрами елементів конструкцій та стропами. Прокладки повинні бути надійно закріплені до стропів, щоб виключити їх падіння в момент установки елементів конструкцій.

Якщо вага конструкції близька до максимальної вантажопідйомності крану на даному вильоті стріли, підйом виконують у два етапи. Спочатку вантаж піднімають на висоту 20-30 см, після цього конструкція піднімається на необхідну висоту. Коли вантаж піднято на необхідну висоту, його опускають не більше ніж на 30 см від місця встановлення, після чого підводять конструкцію до місця її установки.

Не можна допускати перенесення конструкцій кранами над робочими місцями монтажників. Відстань між конструкціями або устаткуванням при переміщенні повинна бути не менше 0,5 м по вертикалі і 1 м по горизонталі. Конструкції, які переміщуються кранами, стримуються від розгойдування за допомогою відтяжок з каната. При підйомі довгих елементів, які встановлюються в горизонтальному положенні, обов'язково використовуються парні відтяжки, прикріплені до їх кінців. Не допускається залишати підняті конструкції або устаткування на вазі під час перерв в роботі. Знаходження людей на конструкціях або устаткуванні під час їх підйому, переміщення і установки забороняється. Розструпування конструкцій і устаткування можна виконувати лише після їх надійного постійного або тимчасового закріплення в проектному положенні. Перехід монтажників від однієї конструкції до іншої по нижньому поясу ферм або балок допускається лише за наявності спеціально натягнутого каната для зачеплення карабіна монтажного поясу.

7.4. Розрахунок захисного заземлення

Експлуатація більшості машин і механізмів зв'язана з застосуванням електричної енергії. Електричний струм смертельно небезпечний для людини. Діючи безпосередньо (в результаті прямого проходження), а також іншими видами енергії, в які він перетворюється при розрядах, електричний струм чинить біологічну, термічну та електролітичну дію.

В розрахунках, опір тіла людини приймається рівним 1000 Ом. Людина починає відчувати струм силою 0,6...1,5 мА. Струм силою 10...15 мА (при $f = 50$ Гц) визиває судому м'язів, які людина сама подолати не може, а при силі струму 100 мА та тривалості його дії більше 0,5 с струм може призвести до фібриляції або зупинки серця [39].

Основні засоби захисту від враження електричним струмом: ізоляція; недоступність струмопровідних частин; електричне розділення електромережі за допомогою спеціальних поділяючих трансформаторів; мала напруга (не вище 42 В, а в особливо небезпечних приміщеннях – 12В); подвійна ізоляція; захисне заземлення та занулення; захисне відключення; застосування індивідуальних засобів захисту. Серед перерахованих засобів важливе значення має улаштування захисного заземлення корпусів електроустановок, які можуть виявитися під напругою при пошкодженні електроізоляції. Якщо при цьому корпус електроустановки не заземлено, то доторкання до нього так же небезпечно, як і до фази.

Якщо корпус заземлено, він опиниться під напругою рівною

$$U_3 = I_3 * R_3, \quad (7.1)$$

де U_3 – напруга на заземленому обладнанні; I_3 – струм однофазного заземлення, який стікає з заземлювача на землю; R_3 – опір заземлювача.

Людина, яка доторкується до цього корпусу, попадає під напругу дотику

$U_d = U_z * a_1 * a_2$, (в) де a_1 – коефіцієнт напруги дотику, який залежить від відстані між точкою, на якій стоїть людина і заземлювачем; a_2 – коефіцієнт, який враховує падіння напруги, за рахунок додаткового опору (опір взуття, підлоги, тощо) [39].

Струм, який проходить через людину:

$$I_h = I_z (R_z / R_h) a_1 * a_2, \quad (7.2)$$

З рівняння виходить, що чим менше величини a_1 , R_z тим меншим буде струм що проходить через людину, яка стоїть на землі і доторкується до корпусу електроустановки, що є під напругою.

Захисне заземлення електроустановок слід виконувати в усіх випадках, коли номінальна напруга перемінного струму 380 В і більше, а номінальна напруга постійного струму 440 В і більше. В приміщеннях з підвищеною небезпекою та в особливо небезпечних приміщеннях заземлення є обов'язковим при напрузі від 42 до 380 В перемінного і від 110 до 440 В постійного струму.

Захисним заземленням називають з'єднання з землею (грунтом) або з її еквівалентом металевих частин електроустановки, які не є під напругою, але можуть бути під напругою через пошкодження ізоляції.

Захисне заземлення складається з заземлювача (металевих провідників, які знаходяться в землі і мають хороший контакт з грунтом) та заземлюючого провідника, що з'єднує металевий корпус електроустановки з заземлювачем. Сукупність заземлювача та заземлюючих провідників називають заземлюючим пристроєм [38].

Для улаштування захисного заземлення застосовують природні та штучні заземлювачі. До природних заземлювачів відносяться споруди та пристрої, що знаходяться в землі, які одночасно за своїм прямим призначенням використовуються як заземлювач (металеві трубопроводи, якщо вони не містять горючих речовин, металеві конструкції і арматура залізобетонних

конструкцій споруд, металеві оболонки кабелів, прокладених в землі та ін.). Штучні заземлювачі це спеціально закладені в землю (забиті вертикально чи укладені горизонтально) металеві електроди з кутової сталі, відрізків сталевих труб і стержнів, сталеві полоси, тощо.

Для здійснення заземлюючих функцій та забезпечення нормативної величини опору заземлюючого пристрою в електроустановках з напругою до 1000 В у мережі з ізольованою нейтраллю його опір повинен бути не більше 4 Ом. При потужності генераторів та трансформаторів, які живлять мережу, 100 кВА та менше допускається опір заземлювачів не більше 10 Ом. Для досягнення необхідного опору заземлювача встановлюють відповідну кількість його електродів. Між собою вертикальні електроди з'єднують (зварюють) перемичкою (шиною) з аналогічних матеріалів та таких же розрізів, як і самі електроди [39].

При появі напруги на корпусі надійно з'єднаної з землею електроустановки земля навколо заземлювача отримує відповідний потенціал U , який на заземлювачі буде найбільшим і дорівнює потенціалу на корпусі установки, а на землі – зменшується в міру віддалення від заземлювача. В результаті, при незмінному потенціалі U_k на корпусі установки зростає напруга дотику U_g . В точці б (далі 20м від заземлювача) потенціал землі буде дорівнювати нулю, і як наслідок, напруга дотику буде максимальною, тобто найбільш небезпечною.

Значення питомого опору різних ґрунтів можна приблизно визначити за рекомендаціями ГОСТ 12.1.030-81.

Слід відмітити, що опір розтікання залежить від вологості ґрунту, через висихання його влітку і промерзання взимку за розрахунковий питомий опір ґрунту приймають його максимальне значення протягом року:

$$r_{роз} = r_{гр} * K_c, (Ом*м), \quad (7.3)$$

де $p_{гр}$ – значення опору ґрунту (табл.7.1), Ом*м; K_c – сезонний коефіцієнт, приймаємо за ГОСТ 12.1.030-81.

Таблиця 7.1 – Наближене значення питомого опору різних ґрунтів ($p_{гр}$)

Ґрунт								Вода	
гравій, щебінь	пісок	супісок	чорнозем	суглинок	вапняк	глина	торф	річкова	морська
2000	700	300	200	100	60	40	20	50	1

Отже, маємо:

$$h = \frac{R_{pm}}{R_0} \cdot R_{pm} = 0.366 * \frac{2000}{200} * \lg \frac{4 * l}{0.076} = 5895 \cdot h = \frac{5895}{4} = 1473,75 \cdot$$

8. ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВОДОКОРИСТУВАННЯ НА ДІЛЯНЦІ ЗРОШЕННЯ

8.1. Визначення сумарних щорічних витрат на експлуатацію ділянки зрошення

Оцінка економічної ефективності водокористування на прикладі ТОВ "Агрофірма Геоцентр" проводиться шляхом порівняння двох варіантів режимів зрошення, розрахованих методом Алпатьєвих:

- Перший варіант: Режим зрошення, обчислений на основі року-моделі, визначеного відповідно до рекомендацій ДБН [27].
- Другий варіант: Режим зрошення, обчислений за методикою, наведеною у пункті 3.1 дослідження.

Основними показниками для порівняння є:

- Продуктивність сільськогосподарських культур (вихід продукції з одиниці площі, ц/га);
- Об'єм використаної води ($\text{м}^3/\text{га}$);
- Енергетичні витрати на полив ($\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{га}$);
- Сумарні витрати на водокористування (грн/га);
- Економічна ефективність (відношення додаткового прибутку до витрат, грн/ м^3).

Сумарні щорічні витрати на експлуатацію зрошувальної ділянки включають різні складові, пов'язані з функціонуванням зрошувальної системи та агротехнічними заходами. Основними елементами витрат є:

- витрати на подачу та транспортування води (витрати на електроенергію для роботи насосних станцій та обладнання, амортизація внутрішньогосподарської зрошувальної мережі);
- агротехнічні витрати (використання паливно-мастильних матеріалів);
- експлуатація та технічне обслуговування інфраструктури (поточний ремонт і обслуговування внутрішньогосподарської зрошувальної мережі);
- заробітна плата персоналу (інженера-гідротехніка, операторів дощувальних машин, витрати на соціальні внески);
- адміністративні витрати (організація роботи, планування водокористування, моніторинг та облік подачі води);
- витрати на інші адміністративні послуги, пов'язані із забезпеченням роботи ділянки.

Сумарні щорічні витрати визначаються як сума всіх перерахованих компонентів:

$$S_{\text{заг}} = A + W + E + F + AH + CR + PR + I, \quad (8.1)$$

Де A – амортизаційні відрахування, грн; W – річна заробітна плата штату, грн; E — вартість електроенергії, грн; F — вартість паливно-мастильних матеріалів, грн; AH — адміністративно-господарські витрати, грн; CR – витрати на капітальний ремонт, грн; PR – витрати на поточний ремонт, грн; I – інші витрати, грн.

Розрахунок проводиться на основі даних підприємства, зокрема:

- тарифів на воду та електроенергію;
- площі поливної ділянки та кількості поливів. Площа 877,7 га;
- фактичних витрат на матеріали та обслуговування обладнання;
- зарплатного фонду та витрат на охорону праці.

Отримані результати аналізуються для визначення ключових факторів, що впливають на загальні витрати, та обґрунтування шляхів їх оптимізації.

Амортизаційні відрахування (A) розраховуються за формулою:

$$A = \sum \frac{C_i}{T}, \quad (8.2)$$

де C_i – початкова вартість частин зрошувальної системи, грн. За даними проекту зрошувальної системи вартість із урахуванням індексу цін складає 1052880 грн; T – термін експлуатації, років. Приймаємо нормативний термін експлуатації 25 років.

Витрати на поточний ремонт (PR) визначаються за формулою:

$$PR = \frac{\sum_{i=1}^n C_{пi} \cdot k}{100}, \quad (8.3)$$

де $C_{пi}$ – вартість складової зрошувальної системи на 1 га зрошеної площі, грн; k – відсоток від вартості частин зрошувальної системи (для поточного ремонту).

Відрахування на амортизацію поточний і капітальний ремонти наведено у табл.8.1.

Таблиця 8.1 – Відрахування на амортизацію поточний і капітальний ремонти

Елемент зрошувальної мережі	Амортизаційні відрахування, грн	Поточний ремонт, грн	Капітальний ремонт, грн
Внутрішньогосподарська мережа	42 129,6	21 064,8	24 224,5
Колекторно-дренажна мережа	10 005,8	5 266,2	8 162,6
Дороги	2 808,6	2 808,6	7 021,6
Лісосмуги	438,9	351,1	263,3
Разом	55 382,9	29 490,7	39 672,0

Річна заробітна плата штату (W) розраховується за формулою:

$$W = N \cdot Z, \quad (8.4)$$

де N — кількість працівників у штаті; Z — середня заробітна плата одного працівника, грн/рік.

В таблиці 8.2 наведені розрахунки заробітної плати штату.

Таблиця 8.2 – Заробітна плата експлуатаційного штату, грн.

Посада	Кількість одиниць	Заробітна плата за місяць, грн.	Міс.	Заробітна плата за рік, грн.
Інженер-гідротехнік	1	15000	9	135000
Оператор ДМ	3	10500	5	157500
Всього:	4			292500
Відрахування (22 %):				64350
Разом:				356850

Вартість електроенергії визначається за формулою:

$$E = 0,004 \cdot M \cdot H \cdot F \cdot C_e, \quad (8.5)$$

M - середньовиважена зрошувальна норма бруто, м³/га; H - напір насосної станції, м; F - площа зрошення, га; C_e - ціна 1кВт·год електроенергії, грн. За даними Регіонального офісу водних ресурсів у Дніпропетровській області вартість електроенергії у 2024 році склала для другої (лінія в 10 кВ) - 6,368 грн/кВт·год. Враховуючи, що до НСП, яка забезпечує подачу води на ділянку зрошення товариства з обмеженою відповідальністю Агрофірма

"Геоцентр" електроенергію подає лінія в 10 кВ приймаємо ціну електроенергії 6,368 грн/кВт·год.

Отже, вартість електроенергії отримаємо:

За першим варіантом

$$E = 0,004 \cdot 3029,3 \cdot 84 \cdot 877,7 \cdot 6,368 = 5688949,59 \text{ грн.}$$

За другим варіантом

$$E = 0,004 \cdot 2632,4 \cdot 84 \cdot 877,7 \cdot 6,368 = 4943592,51 \text{ грн.}$$

Вартість паливно-мастильних матеріалів складає 10% від вартості електроенергії, тобто 568894,96 і 494359,25 гривень відповідно [3, 10, 27].

Адміністративно-господарські витрати визначають з розрахунку 50 грн/га

$$AH = 50 \cdot 877,7 = 43885 \text{ грн.}$$

Інші витрати складають 10% від суми всіх витрат.

Після визначення даних величин підставляємо в формулу (8.1) і визначаємо сумарні витрати по водокористуванню в ТОВ Агрофірма "Геоцентр".

За першим варіантом

$$S_{\text{заг}} = 55382,87 + 356850 + 5688949,59 + 568894,96 + 43885,0 + 39672,0 \\ + 29490,72 + 678312,52 = 7461437,70 \text{ грн.}$$

За другим варіантом

$$S_{\text{заг}} = 55382,9 + 356850 + 4943592,51 + 494359,25 + 43885,0 + 39672,0 \\ + 29490,72 + 596323,24 = 6559555,64 \text{ грн.}$$

Після визначення сумарних витрат на утримання систем визначаємо питомі витрати на 1га зрошуваної площі:

$$C_{\text{мел}}^{\text{пит}} = \frac{S_{\text{заг}}}{F_{\text{нетто}}}, \quad (8.6)$$

В нашому випадку:

За першим варіантом

$$C_{\text{мел}}^{\text{пит}} = \frac{7461437,70}{877,7} = 8501,12 \text{ грн/га.}$$

За другим варіантом

$$C_{\text{мел}}^{\text{пит}} = \frac{6559555,64}{877,7} = 7473,57 \text{ грн/га.}$$

Визначають питомі витрати на 1 м³ зрошувальної води, поданої в господарство

$$C_{\text{мел}}^{\text{пит}} = \frac{S_{\text{заг}}}{W_{\text{нетто}}}, \quad (8.7)$$

За першим варіантом

$$C_{\text{мел}}^{\text{пит}} = \frac{7461437,70}{2658825} = 2,80 \text{ грн} / \text{м}^3.$$

За другим варіантом

$$C_{\text{мел}}^{\text{пит}} = \frac{6559555,64}{2233210} = 2,93 \text{ грн} / \text{м}^3.$$

8.2. Економічна ефективність водокористування на ділянці зрошення

Оцінка економічної ефективності впровадження зрошувальної сівозміни базується на прирості валової продукції та отриманні додаткового чистого прибутку.

Удосконалення системи водокористування на зрошуваних землях сприяє інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. Це дозволяє зменшити обсяги води, необхідної для поливу, що, у свою чергу, веде до підвищення чистого прибутку від зрошення завдяки оптимізації витрат. Для оцінки економічної ефективності впроваджуваних заходів необхідно порівняти витрати на виробництво сільськогосподарської продукції за різних підходів до водокористування.

Ефективність сільськогосподарського виробництва на зрошуваних землях зростає за таких умов: експлуатаційні витрати сприяють зниженню собівартості продукції; досягається вищий рівень чистого прибутку; забезпечується висока рентабельність зрошуваного землеробства.

Методика розрахунку економічної ефективності включає визначення валового збору та вартості продукції на зрошуваних ділянках. У межах цієї роботи передбачається, що врожайність сільськогосподарських культур за різних варіантів водокористування залишається однаковою, відповідно, і валова продукція та її вартість будуть однаковими (див. табл. 8.3).

Цінові показники базуються на закупівельних цінах зерна в Україні станом на 26.11.2024 року [40].

Витрати на виробництво продукції визначаються з урахуванням фактичної собівартості, що відповідає проектному рівню врожайності, а також витрат на експлуатацію зрошувальної мережі та додаткових трудових ресурсів.

Оптимізація водокористування на зрошуваних землях дозволяє зменшити витрати та підвищити економічну ефективність, сприяючи розвитку рентабельного сільськогосподарського виробництва.

Таблиця 8.3 – Валова продукція і її вартість

Сільськогосподарська культура	Площа, га	Урожайність, ц/га	Валова продукція, ц	Ціна за 1 ц, грн.	Вартість валової продукції	
					грн.	на 1 га
Ярий ячмінь	110,8	50	5540	776	4299040	6580,5
Люцерна 1 року	110,8	50	5540	100	554000	848,0
Люцерна 2 року	110,8	90	9972	100	997200	1526,4
Люцерна 3 року	106,3	70	7441	100	744100	1139,0
Озима пшениця	147,8	65	9607	880	8454160	12940,7
Просо на зерно	147,8	25	3695	780	2882100	4411,6
Кукурудза на зерно	128,2	120	15384	836	12861024	19686,2
Соя	273,3	45	12298,5	1764	21694554	33207,6
Всього	877,7	x	x	x	52486178	80340,1

Враховуючи, що валовий збір і відповідно валова вартість сільськогосподарської продукції є однаковою, то і продуктивність праці буде однаковою. Розрахунок продуктивності праці зведено в таблицю 8.4.

Таблиця 8.4 – Продуктивність праці на ділянці зрошення

Сільськогосподарська культура	Площа, га	Затрати праці, люд-дн		Продуктивність праці	
		на 1га	всього	ц на 1 люд- дн	грн на 1 люд- дн
Ярий ячмінь	110,8	11,5	1 270	4,36	3 383,9
Люцерна 1 року	110,8	16,9	1 876	2,95	295,3
Люцерна 2 року	110,8	18,7	2 072	4,81	481,3
Люцерна 3 року	106,3	17,3	1 838	4,05	404,9
Озима пшениця	147,8	15,5	2 294	4,19	3 684,8
Просо на зерно	147,8	12,3	1 825	2,02	1 579,2
Кукурудза на зерно	128,2	33,5	4 297	3,58	2 993,2
Соя	273,3	35,3	9 642	1,28	2 250,0
Всього	877,7	х	15 472	х	12 822,6

Доцільність проведення запропонованих заходів визначають шляхом розрахунку додаткового чистого доходу від проведення різних планів водокористування на ділянці зрошення. Меліоративні витрати розподіляються між сільськогосподарськими культурами в залежності від площі під культурою, зрошувальної норми та загальному об'єму споживання зрошувальної води.

Розрахунок меліоративних витрат наведено в таблицях 8.5 і 8.6.

Таблиця 8.5 – Розрахунок меліоративних витрат за першим варіантом

Сільськогосподарська культура	Площа, га	Зрошувальна норма, м ³ /га	Споживання води		Меліоративні витрати, грн	
			м ³	%	всього	на 1га
Ярий ячмінь	110,8	750	83100	3,1	233 415,70	2106,6
Люцерна 1 року	110,8	2800	310240	11,7	871 418,62	7864,8
Люцерна 2 року	110,8	4850	537380	20,2	1 509 421,54	13622,9
Люцерна 3 року	106,3	4350	462405	17,4	1 298 827,77	12218,5
Озима пшениця	147,8	1800	266040	10,0	747 267,31	5055,9
Просо на зерно	147,8	1450	214310	8,1	601 965,33	4072,8
Кукурудза на зерно	128,2	1950	249990	9,4	702 185,22	5477,3
Соя	273,3	1950	532935	20,1	1 496 936,19	5477,3
Всього	877,7		2656400	100	7 461 437,70	8501,1

Таблиця 8.6 – Розрахунок меліоративних витрат за другим варіантом

Сільськогосподарська культура	Площа, га	Зрошуваль на норма, м ³ /га	Споживання води		Меліоративні витрати, грн	
			м ³	%	всього	на 1га
Ярий ячмінь	110,8	800	88640	4,0	260 360,20	2349,8
Люцерна 1 року	110,8	2000	221600	9,9	650 900,51	5874,6
Люцерна 2 року	110,8	3700	409960	18,4	1 204 165,94	10867,9
Люцерна 3 року	106,3	2900	308270	13,8	905 474,28	8518,1
Озима пшениця	147,8	1700	251260	11,3	738 020,14	4993,4
Просо на зерно	147,8	1550	229090	10,3	672 900,71	4552,8
Кукурудза на зерно	128,2	1600	205120	9,2	602 494,19	4699,6
Соя	273,3	1900	519270	23,3	1 525 239,66	5580,8
Всього	877,7		2233210	100	6 559 555,64	7473,6

Загальні сільськогосподарські витрати на вирощування продукції і чистий прибуток за визначаємо в табл. 8.7 та 8,8.

Для визначення економічної ефективності обчислюють техніко-економічні показники. Всі розрахунки зводимо в табл. 8.9.

Таблиця 8.9 – Загальна економічна ефективність вирощування сільськогосподарських культур

ПОКАЗНИК	Варіант 1	Варіант 2
Площа зрошення, га	877,70	877,70
Об'єм поданої води, тис.м ³	2 656,40	2 233,21
Сумарні сільськогосподарські витрати, тис.грн.	12 596,77	10 077,42
Сумарні меліоративні витрати, тис.грн	7 461,44	6 559,56
в т.ч. - амортизаційні	55,38	55,38
- поточний ремонт	29,49	29,49
- заробітна платня	356,85	356,85
- капітальний ремонт	39,67	39,67
- електроенергія	5 688,95	4 943,59
- паливно-мастильні матеріали	568,89	494,36
- адміністративно-господарчі	43,89	43,89
- інші	678,31	596,32
Всього витрат, тис.грн.	20 058,21	16 636,97
Собівартість 1 м ³ води, коп	7,55	7,45
Чистий дохід, тис.грн.	32 428	35 849
Рентабельність сільськогосподарського виробництва,%	161,67	215,48

Таблиця 8.7 – Загальні сільськогосподарські витрати і чистий прибуток за варіантом 1

Сільськогосподарська культура	Площа, га	Вартість валової продукції, грн.	Меліоративні витрати, грн.		Сільськогосподарські витрати, грн.		Загальні витрати, грн.		Чистий прибуток, грн.	
			всього	на 1га	на 1га	всього	всього	на 1 га	всього	на 1 га
Ярий ячмінь	110,8	4299040	233415,7	2106,6	12136	1344712,8	1578128,5	14243,0	2 720 911,5	24557,0
Люцерна 1 року	110,8	554000	871418,6	7864,8	10888	1206427,2	2077845,8	18753,1	- 1 523 845,8	-13753,1
Люцерна 2 року	110,8	997200	1509421,5	13622,9	13638	1511048,7	3020470,3	27260,6	- 2 023 270,3	-18260,6
Люцерна 3 року	106,3	744100	1298827,8	12218,5	13287	1412456,6	2711284,3	25506,0	- 1 967 184,3	-18506,0
Озима пшениця	147,8	8454160	747267,3	5055,9	13638	2015640,8	2762908,1	18693,6	5 691 251,9	38506,4
Просо на зерно	147,8	2882100	601965,3	4072,8	8120	1200152,6	1802117,9	12192,9	1 079 982,1	7307,1
Кукурудза на зерно	128,2	12861024	702185,2	5477,3	23792	3050198,0	3752383,2	29269,8	9 108 640,8	71050,2
Соя	273,3	21694554	1496936,2	5477,3	3133	856135,2	2353071,4	8609,8	19 341 482,6	70770,2
Всього	877,7	52 486 178,0	7461437,7	8 501,1	14 352,0	12 596 771,86	20058209,6	22 853,15	32 427 968,4	36 946,5

Таблиця 8.8 – Загальні сільськогосподарські витрати і чистий прибуток за варіантом 2

Сільськогосподарська культура	Площа, га	Вартість валової продукції, грн.	Меліоративні витрати, грн		Сільськогосподарські витрати, грн.		Загальні витрати, грн.		Чистий прибуток, грн.	
			всього	на 1га	на 1га	всього	всього	на 1 га	всього	на 1 га
Ярий ячмінь	110,8	4 299 040	260360,2	2349,8	9709	1075770,2	1336130,4	12058,9	2 962 909,6	26741,1
Люцерна 1 року	110,8	554 000	650900,5	5874,6	8711	965141,7	1616042,3	14585,2	- 1 062 042,3	-9585,2
Люцерна 2 року	110,8	997 200	1204165,9	10867,9	10910	1208839,0	2413004,9	21778,0	- 1 415 804,9	-12778,0
Люцерна 3 року	106,3	744 100	905474,3	8518,1	10630	1129965,3	2035439,5	19148,1	- 1 291 339,5	-12148,1
Озима пшениця	147,8	8 454 160	738020,1	4993,4	10910	1612512,7	2350532,8	15903,5	6 103 627,2	41296,5
Просо на зерно	147,8	2 882 100	672900,7	4552,8	6496	960122,0	1633022,8	11048,9	1 249 077,2	8451,1
Кукурудза на зерно	128,2	12 861 024	602494,2	4699,6	19034	2440158,4	3042652,6	23733,6	9 818 371,4	76586,4
Соя	273,3	21 694 554	1525239,7	5580,8	2506	684908,2	2210147,8	8086,9	19 484 406,2	71293,1
Всього	877,7	52 486 178	6559555,6	7 473,57	11 481,6	10077417,5	16 636 973,1	18 955,2	35 849 204,9	40844,5

ВИСНОВКИ

У результаті виконаних досліджень сформовано комплексні рекомендації щодо раціонального управління водними і земельними ресурсами Дніпровського району Дніпропетровської області:

1. Природно-кліматичні умови: район відноситься до дуже теплого, помірно посушливого регіону з чорноземами звичайними малогумусними важкосуглинковими, що визначає необхідність оптимального зрошення для стабільного агровиробництва.

2. Розглянуто методи визначення режимів зрошення та років заданої забезпеченості, зокрема: за сумою опадів; за дефіцитом водоспоживання рослин; за комплексним кліматичним показником. Недостатню точність цих методів було компенсовано спільною статистичною обробкою даних із використанням кластерного аналізу на основі штучних нейронних мереж. Це дозволило виділити роки-моделі, що відповідають різним рівням природного зволоження:

- Дуже вологий рік: 1992;
- Вологий рік: 1997;
- Середній рік: 1982;
- Сухий рік: 2006;
- Дуже сухий рік: 1972.

Використання таких моделей дає змогу прогнозувати водні потреби господарств і знижувати ризики надмірного чи недостатнього зрошення.

3. Режимы зрошення: розроблено науково обґрунтовані режими зрошення, які враховують характеристики середньосухого року ($P = 75\%$):

- Сумарний обсяг гектарополівів: 5578,6 га-пол.;
- Подача води за вегетаційний період на поля: 2233,21 тис. м³;
- Середньозважена зрошувальна норма бруто: 3110,63 м³/га;
- Середньозважена поливна норма: 489 м³/га;
- Кратність поливів: 6,4 рази;

- Сезонне навантаження на дощувальну машину: 125,4 га за фізичною площею і 797 га за гектарополивами.

4. Економічна ефективність: результати аналізу свідчать про значну економічну доцільність впровадження розроблених методів:

- Собівартість 1 м³ води: 7,45 грн;
- Загальні витрати на водокористування: 10 077 420 грн;
- Чистий дохід: 35 849 тис. грн;
- Рентабельність виробництва: 215,48 %.

5. Екологічні аспекти: скорочення надлишкового забору води та раціональне зрошення дозволяє зменшити негативний вплив на довкілля, включаючи скорочення обсягів скидання води.

Отже, комплексний підхід до оцінки природних умов зволоження, з урахуванням кліматичних і ґрунтових характеристик, дозволяє ефективно планувати режими зрошення. Це забезпечує оптимальне використання ресурсів, зменшує витрати на вирощування продукції, підвищує рентабельність господарської діяльності та сприяє екологічній стабільності. Такий підхід є особливо важливим для адаптації до змін клімату та забезпечення сталого розвитку аграрного виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ТОВ АФ Геоцентр: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/25523578/.
2. Дніпровська районна військова адміністрація: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://dprda.dp.gov.ua/> (дата звернення: 01.11.2024).
3. Гідрохімія України: Підручник / Л.М. Горєв, В.Г. Пелешенко, В.К. Хільчевський. – К.: Вища школа, 1995. – 307с.
4. Геологічна будова України: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: http://geografica.net.ua/publ/galuzi_geografiji/fizichna_geografija_ukrajini/geologichna_budova_ukrajini/39-1-0-516.
5. Географічна енциклопедія України: В 3-х т. / Редкол.: О.М.Маринич та ін. – К.: Українська радянська енциклопедія ім. М.П. Бажана, 1989-1993. Т. 3: П-Я. – 480с.
6. Агрокліматичний довідник по Дніпропетровській області (1986 - 2005 рр.) / За редакцією О.Т. Прохоренко, Т.І. Адаменко. – Дніпропетровськ: Поліграфічний центр ППВКФ „Поліграф-Медіа”, 2011. – 231 с.
7. Справочник по климату СССР. Выпуск 10.ч.II. Температура воздуха и почвы. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 608с.
8. Характеристика природних умов та ресурсів Дніпропетровської області: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.geograf.com.ua/library/geoinfocentre/21-physical-geography-ukraine-world/282-natural-resources-dniepropetrovsk>.
9. Справочник по климату СССР. Выпуск 10.ч.III. Ветер. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 708с.
10. Справочник по климату СССР. Выпуск 10.ч.IV. Влажность воздуха, атмосферные осадки и снежный покров. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 696 с.
11. Крупинский Н.К. Атлас почв Украинской ССР / Крупинский Н.К., Полупан Н.И. – К.: Урожай, 1979. – 226 с.

12. Водне господарство в Україні / За ред. А.В. Яцик, В.М. Хорєва. – К.: Генеза, 2000. – 456 с.
13. Литовченко А.Ф. Агрогидрометеорологический метод расчета влажности почвы и водосберегающих режимов увлажнения орошаемых культур в Степи и Лесостепи Украины: монография / А.Ф. Литовченко. – Днепропетровск: Изд-во "Свідлер А.Л.", 2011. – 244 с.
14. Костяков, А. Н. Основы мелиорации: учеб. пособие / А. Н. Костяков. – 3-е изд., испр. и доп. – М.; Л.: Гос. изд-во колхоз. и совхоз. лит., 1933. – 887 с.
15. Костяков А.Н. Основы мелиорации / А.Н. Костяков. – М., 1960 – 660 с.
16. Алпатыев А. М. Влагообороты в природе и их преобразования / А. М. Алпатыев. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 323 с.
17. Алпатыев С. М. Методика расчета режимов орошения сельскохозяйственных культур на основе биоклиматического метода для Европейской части СССР с применением ЭВМ / С. М. Алпатыев. – Киев: ММВХ СССР, 1973. – 9 с.
18. Водоспоживання, режими зрошення сільськогосподарських культур і техніко-економічне обґрунтування водозабезпеченості меліоративних систем (Посібник до ДБН В.2.4.1 – 99). – К.: Державний комітет по водному господарству України, 2001. – 54 с.
19. Остапчик, В. П. Информационно-советующая система управления орошением / В. П. Остапчик. – Киев: Урожай, 1989. – 248 с.
20. Харченко, С. И. Гидрология орошаемых земель / С. И. Харченко. – Л.: Гидрометеиздат, 1975 – 374 с.
21. Писаренко В.А. Особливості планування режимів зрошення сільськогосподарських культур в умовах дефіциту водноенергетичних ресурсів / В.А. Писаренко // Зб. наукових праць Інституту зрошувального землеробства УААН. - Херсон: Айлант, 1999. - №2 с. 8-12.
22. Штойко, Д. А. Нормативы проектирования режимов орошения сельскохозяйственных культур и гидромодуля в условиях интенсивного использования орошаемых земель / Д. А. Штойко // Орошаемое земледелие в ЕЧ СССР. – М.: Колос, 1965. – С. 171–185.

23. Розрахункові методи визначення сумарного випаровування і строків поливу сільськогосподарських культур/Д.А. Штойко, В.А. Писаренко, О.С. Бичко, Л.І. Єлаженко // Зрошуване землеробство. – К.: Урожай, 1977. – Вип.22. – С. 3–11.
24. Методичні вказівки з визначення типового розподілу метеофакторів в характерні по умовах зволоження періоди вегетації для виконання водобалансових розрахунків та агрометеорологічних прогнозів: НТД 33-04-03-93 / Лазарчук М.О., Рокочинський А.М., Окопний О.І. й ін. – К.: Укрдніпроводгосп, 1993.-37с.
25. Багров Н.А. О метеорологическом индексе урожайности// Метеорология и гидрология. - 1983.- №11.- С.92-99.
26. Ромащенко М.І., Балюк С.А. Зрошення земель в Україні. Стан та шлях поліпшення. - К.: Видавництво „Світ”, 2000. - 114с.
27. Методика планування оптимальних екологічно безпечних режимів зрошення / Ромащенко М.І., Жовтоног О.І., Філіпенко Л.А. й ін.- К.: ІГіМ УААН, 1997. –43 с.
28. Агрометеорологические ежегодники по территории Украинской ССР за 1966–1987 гг.- Обнинск ВНИИГМИ – МЦД.
29. Hartigan J. A. Clustering Algorithms / J. A. Hartigan. – New York : Wiley, 1975. – 351 p.
30. Кластери в економіці України: монографія / за ред. М. П. Войнаренка. Хмельницький: ХНУ, 2014. 1085 с.
31. Рокочинський А.М. Проектування закритих зрошувальних систем: навчальний посібник / А.М. Рокочинський, Ю.І. Гринь, В.І. Доценко, П.І. Мендусь, В.В. Коваленко, С.М. Кропивко, Л.М. Рудаков, А.В. Ткачук //за редакцією проф. А.М. Рокочинського та проф. Ю.І. Гриня. – Рівне: НУВГП – Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2015. – 374 с.
32. Эксплуатация гидромелиоративных систем / Под редакцией Орловой Н.А. - К.: Вища школа, 1985. – 368 с.

33. ШИРОКОЗАХВАТНІ ДОЩУВАЛЬНІ МАШИНИ ДМФ. *Дощувальні машини уніфіковані ДМУ «ФРЕГАТ»*. URL: https://fregat.mk.ua/wp-content/uploads/2021/02/ukr-dmf_2020.pdf (дата звернення: 01.11.2024).
34. Мелиорация и водное хозяйство. 6. Орошение: Справочник / Под ред. Б. Б.Шумакова. – М.: Агропромиздат, 1990. – 415 с.
35. Відомчі нормативні документи. ВНД 33-2.3-02-2000. П Р А В И Л А проектування й експлуатації внутрішньогосподарської зрошувальної мережі з використанням низьконапірних і низькоінтенсивних машин ДМУ "Фрегат". – К.: Державний комітет по водному господарству України, 2000. – 48 с.
36. ДБН А.2.2-1:2021 Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) - Офіц. вид. – К.: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 23 с.
37. Беликов А.С., Касьян А.И, Дмитрюк С.П., Устимович Л. Д., Годяев С.Г., Голендер В.А., Основы охраны труда: Учебник для студентов высших учебных заведений Украины III-IV уровня аккредитации / Под ред. д.т.н., профессора А. С. Беликова. – Днепропетровск.: «Журфонд», 2007. – 494 с.
38. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення / - К.: Мінрегіон України, 2012. – 94с.
39. ДСТУ 7237:2011. Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту. На заміну ГОСТ 12.1.019-79 ; чинний від 2011-08-01. Вид. офіц. Київ : ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2011. 31 с.
40. Електронна зернова біржа України: [Електрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://graintrade.com.ua/indeksCen>.

ДОДАТКИ

Додаток А.1

Розрахунок дефіциту водоспоживання за даними МС Нікополь
Розрахунок року-моделі обчислений за рекомендаціями ДБН

Пшениця озима

Декада	Е, мм	Р, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм	d, м3/га
1 квітень	19	21	37	0	-30	-30	75	0.5	35			
2 квітень	30	14	4	0	17	-13	80	0.7	40			
3 квітень	28	16	6	0	12	-1	80	0.8	45			15
1 травень	38	6	6	0	28	28	80	0.9	50	1	40	20
2 травень	35	21	0	0	23	51	80	0.9	50	1	40	26
3 травень	33	24	13	0	5	57	75	0.9	65			14
1 червень	30	9	0	0	24	81	75	0.9	65	1	40	15
2 червень	27	15	13	0	4	85	70	0.9	80			14

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
В	1.09	60
1	10.05	40
2	15.05	40
3	01.06	40
M=180 мм		
SE=241 мм		
dmax=26 м3/га		

Соя

Декада	Е, мм	Р, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм	d, м3/га
2 травень	18	21	22	0	-19	-19	75	0.5	35			
3 травень	21	24	0	0	4	-15	75	0.5	35			
1 червень	23	9	0	0	17	2	75	0.5	35	1	35	10
2 червень	32	15	0	0	22	24	75	0.5	35			19
3 червень	43	5	4	0	36	59	75	0.6	40	1	40	29
1 липень	51	1	-6	0	56	116	80	0.7	40	2	40	46
2 липень	44	4	3	0	39	154	80	0.8	45			48
3 липень	28	3	12	0	15	169	75	0.8	55	1	40	27
1 серпень	24	5	0	0	21	190	75	0.8	55			18
2 серпень	18	15	12	0	-4	185	70	0.8	70			8

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
1	1.06	35
2	27.06	40
3	0.07	40
4	7.07	40
5	30.07	40
M=200 мм		
SE=304 мм		
dmax=48 м3/га		

Просо (пожнивно)

Декада	Е, мм	Р, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм	d, м3/га
1 серпень	27	5	18	0	6	6	75	0.4	25	1	25	1
2 серпень	32	15	9	0	14	21	75	0.6	40			10
3 серпень	25	24	4	0	6	27	75	0.7	50	1	40	10
1 вересень	35	14	4	0	23	50	75	0.8	55			15
2 вересень	27	5	-12	0	36	85	80	0.8	45	1	40	29
3 вересень	17	13	12	0	-2	84	75	0.8	55			17
1 жовтень	16	2	12	0	2	86	70	0.8	70			0
2 жовтень	9	5	0	0	6	92	70	0.8	70			4
3 жовтень	5	12	0	0	-2	90	70	0.8	70			2

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
П	15.07	40
1	10.08	25
2	23.08	40
3	16.09	40
M=160 мм		
SE=193 мм		
dmax=29 м3/га		

Кукурудза на зерно (середньостигла)

Декада	E, мм	P, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм	d, м3/га
2 травень	15	21	27	0	-26	-26	75	0.6	40			
3 травень	16	24	0	0	-1	-27	75	0.6	40			
1 червень	17	9	0	0	11	-16	75	0.6	40			5
2 червень	22	15	-9	0	21	5	80	0.6	35	1	35	16
3 червень	33	5	3	0	27	31	80	0.7	40			24
1 липень	46	1	6	0	39	70	80	0.9	50	1	40	33
2 липень	54	4	0	0	51	121	80	0.9	50	2	40	45
3 липень	46	3	18	0	26	147	75	1.0	70			39
1 серпень	40	5	0	0	36	184	75	1.0	70	1	40	31
2 серпень	26	15	15	0	0	184	70	1.0	85			18
3 серпень	14	24	0	0	-3	181	70	1.0	85			

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
1	12.06	35
2	9.07	40
3	11.07	40
4	19.07	40
5	8.08	40
M=200 мм		
SE=328 мм		
dmax=45 м3/га		

Люцерна минулих років на з/к (сіно)

Декада	E, мм	P, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм	d, м3/га
1 квітень	14	21	50	0	-49	-49	75	1.0	45			
2 квітень	21	14	0	0	13	-36	75	1.0	45			
3 квітень	21	16	0	0	11	-24	75	1.0	45			12
1 травень	31	6	0	0	27	3	75	1.0	45	1	60	19
2 травень	35	21	-10	0	33	36	80	1.0	35			30
3 травень	27	24	10	0	2	38	75	1.0	45			18
1 червень	35	9	-10	0	39	78	80	1.0	35	1	35	21
2 червень	39	15	0	0	30	108	80	1.0	35	1	35	35
3 червень	40	5	10	0	27	135	75	1.0	45	1	60	29
1 липень	52	1	-10	0	62	197	80	1.0	35	1	35	44
2 липень	62	4	0	0	60	257	80	1.0	35	1	35	61
3 липень	49	3	10	0	37	294	75	1.0	45	1	60	48
1 серпень	54	5	-10	0	62	355	80	1.0	35	2	35	49
2 серпень	36	15	10	0	17	372	75	1.0	45			39
3 серпень	26	24	-10	0	22	394	80	1.0	35	1	35	19
1 вересень	38	14	0	0	30	423	80	1.0	35			26
2 вересень	33	5	10	0	20	444	75	1.0	45	1	60	25
3 вересень	25	13	0	0	18	462	75	1.0	45			19
1 жовтень	0	2	-50	0	49	510	0	0.0	0	3	0	33

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
1	1.05	60
2	5.06	35
3	14.06	35

4	22.06	60
5	1.07	35
6	15.07	35
7	29.07	60
8	0.08	35
9	6.08	35
10	22.08	35
11	19.09	60
13	5.0*	0
14	5.0*	0
M= 0 мм		
SE=639 мм		
dmax=61 м3/га		

Люцерна під покров ярого ячменю

Декада	E, мм	P, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм	d, м3/га
2 квітень	10	14	24	0	-22	-22	75	0.4	25			13
3 квітень	11	16	6	0	-5	-27	75	0.5	35			
1 травень	19	6	0	0	16	-11	75	0.5	35			6
2 травень	23	21	-3	0	14	2	80	0.6	35	1	35	15
3 травень	28	24	4	0	9	11	80	0.7	40			11
1 червень	32	9	16	0	10	21	75	0.8	55			9
2 червень	30	15	0	0	20	41	75	0.8	55	1	40	15
3 червень	32	5	0	0	29	70	75	0.8	55			25
1 липень	41	1	0	0	40	111	75	0.8	55	1	40	35
2 липень	56	4	6	0	48	159	75	0.9	65	2	40	44
3 липень	53	3	6	0	45	204	75	1.0	70	1	40	47
1 серпень	37	5	-15	0	49	252	80	1.0	55	1	40	47
2 серпень	34	15	15	0	10	263	75	1.0	70			29
3 серпень	25	24	0	0	11	273	75	1.0	70			10
1 вересень	33	14	-15	0	40	313	80	1.0	55	1	40	25
2 вересень	30	5	0	0	27	340	80	1.0	55	1	40	34

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
1	12.05	35
2	13.06	40
3	9.07	40
4	11.07	40
5	19.07	40
6	22.07	40
7	4.08	40
8	10.09	40
9	19.09	40
M=360 мм		
SE=492 мм		
dmax=47 м3/га		

Средньозважена зрошувальна норма 183 мм

Среднє сумарне випаровування за вегетацію 366 мм

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

Додаток А.2

Метеостанція - Нікополь
Розрахунок за реальним роком-моделлю визначений в п3.1.

Розрахунок дефіциту водоспоживання

Пшениця озима

Декада	Е, мм	Р, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм	d, м3/га
3 березень	13	6	37	0	-28	-28	75	0.5	35			
1 квітень	18	3	7	0	9	-18	75	0.6	40			
2 квітень	22	6	-3	0	22	3	80	0.7	40	1	40	15
3 квітень	34	2	6	0	27	30	80	0.8	45			24
1 травень	21	57	6	0	-19	10	80	0.9	50			4
2 травень	27	11	0	0	21	31	80	0.9	50			1
3 травень	38	3	13	0	22	54	75	0.9	65	1	40	22
1 червень	38	3	0	0	36	90	75	0.9	65	1	40	29

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
В	01.09	50
1	12.04	40
2	26.05	40
3	3.06	40

M=180 мм

SE=211 мм

dmax=29 м3/га

Соя

Декада	Е, мм	Р, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм	d, м3/га
2 травень	14	11	22	0	-16	-16	75	0.5	35			10
3 травень	26	3	0	0	23	7	75	0.5	35	1	35	3
1 червень	33	3	0	0	30	37	75	0.5	35	1	35	27
2 червень	22	45	0	0	-10	28	75	0.5	35			10
3 червень	43	7	4	0	34	62	75	0.6	40			12
1 липень	40	0	-6	0	46	108	80	0.7	40	1	40	40
2 липень	35	18	3	0	20	127	80	0.8	45	1	40	33
3 липень	23	19	12	0	-2	125	75	0.8	55			9
1 серпень	22	0	0	0	22	147	75	0.8	55			10
2 серпень	26	1	12	0	14	161	70	0.8	70	1	40	18

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
1	23.05	35
2	1.06	35
3	8.07	40
4	19.07	40
5	18.08	40

M=190 мм

SE=283 мм

dmax=40 м3/га

Просо (поживно)

Декада	Е, мм	Р, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм	d, м3/га
1 серпень	30	0	22	0	8	8	75	0.5	35	1	35	11
2 серпень	50	1	4	0	45	53	75	0.6	40	1	40	26
3 серпень	35	26	4	0	15	68	75	0.7	50			30
1 вересень	20	16	-7	0	17	85	80	0.8	45	1	40	16
2 вересень	23	0	0	0	23	108	80	0.8	45			20
3 вересень	27	12	24	0	-3	105	70	0.8	70			10
1 жовтень	13	0	0	0	13	117	70	0.8	70	1	40	5
2 жовтень	6	3	0	0	4	121	70	0.8	70			8
3 жовтень	3	24	0	0	-12	109	70	0.8	70			

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
П	15.07	40
1	10.08	35
2	14.08	40
3	6.09	40

M=160 мм
SE=206 мм
dmax=30 м3/га

Кукурудза на зерно (середньостигла)

Декада	E, мм	P, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм	d, м3/га
2 травень	12	11	27	0	-23	-23	75	0.6	40			
3 травень	19	3	0	0	17	-6	75	0.6	40			
1 червень	23	3	0	0	21	15	75	0.6	40	1	40	19
2 червень	15	45	-9	0	-7	8	80	0.6	35			7
3 червень	33	7	3	0	25	33	80	0.7	40			9
1 липень	36	0	6	0	30	63	80	0.9	50	1	40	27
2 липень	42	18	0	0	30	93	80	0.9	50	1	40	30
3 липень	37	19	18	0	6	99	75	1.0	70			18
1 серпень	36	0	0	0	36	135	75	1.0	70	1	40	21
2 серпень	35	1	15	0	20	154	70	1.0	85			28
3 серпень	18	26	0	0	0	154	70	1.0	85			10

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
1	7.06	40
2	8.07	40
3	14.07	40
4	4.08	40

M=160 мм
SE=306 мм
dmax=30 м3/га

Люцерна минулих років на з/к (сіно)

Декада	E, мм	P, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм	d, м3/га
3 березень	10	6	50	0	-44	-44	75	1.0	45			
1 квітень	13	3	0	0	11	-33	75	1.0	45			
2 квітень	16	6	0	0	12	-21	75	1.0	45			12
3 квітень	26	2	0	0	25	4	75	1.0	45	1	60	19
1 травень	17	57	0	0	-17	-13	75	1.0	45			4
2 травень	27	11	-10	0	31	18	80	1.0	35			7
3 травень	34	3	10	0	22	40	75	1.0	45			26
1 червень	45	3	-10	0	53	92	80	1.0	35	1	35	37
2 червень	27	45	0	0	0	93	80	1.0	35			26
3 червень	42	7	10	0	28	121	75	1.0	45	1	60	14
1 липень	42	0	-10	0	52	172	80	1.0	35	1	35	40
2 липень	39	18	10	0	18	190	75	1.0	45	1	60	35
3 липень	40	19	0	0	28	219	75	1.0	45			23
1 серпень	49	0	-10	0	59	278	80	1.0	35	1	35	44
2 серпень	53	1	10	0	43	321	75	1.0	45	1	60	51
3 серпень	35	26	-10	0	29	350	80	1.0	35	1	35	36
1 вересень	22	16	10	0	2	352	75	1.0	45			16
2 вересень	31	0	0	0	31	383	75	1.0	45	1	60	16
3 вересень	29	12	0	0	22	405	75	1.0	45			26

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
1	22.04	50

2	6.06	30
3	29.06	50
4	3.07	30
5	10.07	50
6	5.08	30
7	18.08	50
8	22.08	30
9	11.09	50

M= 370 мм

SE=395 мм

dmax=51 м3/га

Люцерна під покров ярого ячменю

Декада	E, мм	P, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм	d, м3/га
2 квітень	7	6	24	0	-20	-20	75	0.4	25			1
3 квітень	13	2	6	0	6	-14	75	0.5	35			
1 травень	9	57	0	0	-25	-40	75	0.5	35			
2 травень	18	11	-3	0	14	-26	80	0.6	35			
3 травень	31	3	4	0	25	-1	80	0.7	40			19
1 червень	40	3	16	0	22	21	75	0.8	55	1	40	23
2 червень	22	45	0	0	-5	16	75	0.8	55			8
3 червень	32	7	0	0	28	44	75	0.8	55	1	40	11
1 липень	32	0	0	0	32	76	75	0.8	55			30
2 липень	43	18	6	0	27	102	75	0.9	65	1	40	29
3 липень	43	19	6	0	26	128	75	1.0	70	1	40	26
1 серпень	33	0	-15	0	48	176	80	1.0	55	1	40	37
2 серпень	50	1	15	0	34	211	75	1.0	70	1	40	41
3 серпень	33	26	0	0	17	228	75	1.0	70			26
1 вересень	18	16	-15	0	24	251	80	1.0	55	1	40	20
2 вересень	27	0	0	0	27	279	80	1.0	55			25

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
1	10.06	40
2	21.06	40
3	18.07	40
4	23.07	40
5	3.08	40
6	13.08	40
7	5.09	40

M=280 мм

SE=451 мм

dmax=41 м3/га

Средньозважена зрошувальна норма 253 мм

Среднє сумарне випаровування за вегетацію 342 мм

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