

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології

Кафедра цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри цивільної інженерії,

технологій будівництва і захисту довкілля

професор _____ Вікторія ВОЛКОВА

«__» _____ 2025 р.

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
освітній ступінь «Бакалавр»

на тему: «Технології захисту ґрунтів від деградаційних процесів приватного підприємства «Перемога АВК» Дніпровського району Дніпропетровської області»

Виконав: здобувачка вищої освіти групи ТЗНС-1-21
спеціальності - 183 «Технології захисту навколишнього
середовища»
освітньої програми - «Технології захисту навколишнього
середовища»

Анна МАЛОВІЧКО

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник Тетяна МАКАРОВА

(прізвище та ініціали)



(підпис)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Дніпро – 2025

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
 Факультет господарської інженерії та екології
 Кафедра цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля
 Освітній ступінь «Бакалавр»
 Спеціальність - «Технології захисту навколишнього середовища»
 Освітня програма 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою цивільної інженерії,
 технологій будівництва і захисту довкілля

_____ Вікторія ВОЛКОВА

«_____» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу...

Маловічко Анні Ігорівні

на тему: «Технології захисту ґрунтів від деградаційних процесів приватного підприємства «Перемога АВК» Дніпровського району Дніпропетровської області»

керівник роботи: Макарова Тетяна Костянтинівна, к.с.-г.н. доц. ...
 (прізвище ім'я по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

..

затверджена наказом по університету від «_____» _____ 2025 р. №_____

..

..

1. Термін здачі студентом закінченого роботи «14» червня 2025 р.
 2. Вихідні дані до роботи: 1. Аналіз хімічного складу зрошуваної води МК1 Кільчинської зрошувальної системи
 3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань що потрібно робити). Перелік графічного матеріалу (з точним значенням обов'язкових креслень): вступ. 1. Деградаційні процеси зрошуваних ґрунтів. 2. Природні умови. 3. Характеристика об'єкту дослідження. 4. Заходи з попередження деградації ґрунтів у господарстві. 5. Охорона праці. Висновок.
-

4. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
5.			

5. Дата видачі завдання «10» березня 2025

Керівник роботи


 (підпис)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів дипломної роботи	Примітка..
1.	Актуальність та аналіз літературних джерел з обраної тематики роботи	28/03/2025	
2.	Природні умови району проведення дослідження	11/04/2025	
3.	Характеристика об'єкту дослідження	25/04/2025	
4.	Хімічна меліорація, як захід з попередження деградаційних процесів у господарстві	16/05/2025	
5.	Охорона праці	23/05/2025	
6.	Висновки	12/06/2025	

Здобувач вищої освіти _____ (Анна МАЛОВІЧКО)

(підпис)

Керівник роботи



(Тетяна МАКАРОВА)

(підпис)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	5
ВСТУП.....	6
1 АКТУАЛЬНІСТЬ ТА АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕЛЕР З ОБРАНОЇ ТЕМАТИКИ РОБОТИ.....	8
1.1 Екологічна значущість ґрунтового покриву.....	8
1.2 Огляд основних деградаційних процесів та методів їх оцінки.....	12
1.3 Проблема деградації ґрунтів: глобальний та регіональний аспекти.....	16
1.4 Аналіз заходів захисту ґрунтів.....	20
2 ПРИРОДИ УМОВИ РАЙОНУ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	27
2.1 Рельєф.....	27
2.2 Клімат	28
2.3 Ґрунтовий покрив	31
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	33
3.1 Господарська діяльність та виробничі показники	33
3.2 Забезпечення екологічної безпеки при зрошенні полів	35
3.3 Аналіз стану ґрунтів та води на території ПП «Перемога АВК».....	37
3.3.1 Визначення якості природної води для зрошення.....	37
3.3.2 Характеристика зрошуваних ґрунтів	43
4 ХІМІЧНА МЕЛІОРАЦІЯ, ЯК ЗАХІД З ПОПЕРЕДЖЕННЯ ДЕГРАДАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У ГОСПОДАРСТВА.....	46
4.1 Принципи та механізми дії хімічної меліорації.....	46
4.2 Методи діагностики деградованих ґрунтів.....	49
4.3 Обґрунтування доцільності застосування хімічної меліорації для ґрунтів ПП «Перемога АВК»	53
4.4 Технології внесення хімічних меліорантів.....	57
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	60
ВИСНОВОК.....	62
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	64

РЕФЕРАТ

Загальний обсяг дипломної роботи становить 72 сторінок друкованого тексту, що містить 6 рисунків, 12 таблиць. Перелік посилань на наукову літературу складається 75 з джерел.

Мета дослідження - розробити та обґрунтувати заходи хімічної меліорації для попередження деградаційних процесів ґрунтів на території ПП «Перемога АВК».

Об'єкт дослідження - ґрунти ПП «Перемога АВК» Дніпровського району Дніпропетровської області.

Предмет дослідження - зміна хімічних показників ґрунтів, що спричинені зрошенням водою незадовільної якості в умовах ПП «Перемога АВК».

Для досягнення поставленої мети у процесі виконання роботи було вирішено наступні завдання:

1. Проведення огляду літератури по темі досліджень.
2. Природні умови району проведення дослідження.
3. Характеристика об'єкту дослідження.
4. Хімічна меліорація, як захід з попередження деградаційних процесів у господарстві.

Методи дослідження включали аналітичний, лабораторний, порівняльний, розрахунковий, статистичний аналіз отриманих даних.

Ключові слова: ґрунтові деградаційні процеси, зрошення, вода II класу, засолені ґрунти, хімічна меліорація

ВСТУП

Деградація ґрунтів є однією з найгостріших екологічних проблем сучасності, що загрожує не лише сільськогосподарському виробництву, але й загальній екологічній безпеці планети. В Україні, з її багатими чорноземами, проблема збереження ґрунтового покриву набуває особливої актуальності. Інтенсивне сільське господарство, недосконалі агротехнічні методи, зміна клімату, а також нераціональне водокористування призводять до посилення деградаційних процесів.

Водний фактор має вирішальне значення у формуванні ґрунтового середовища та значною мірою впливає на процеси деградації. Надмірне зволоження або затоплення ґрунтів можуть призвести до вимивання поживних речовин, закислення, заболочення, порушення повітряного режиму. Натомість дефіцит вологи, особливо в умовах посушливого клімату, спричиняє виснаження рослинності, погіршення структури ґрунту, підвищення ризику вітрової та водної ерозії. Неякісна поливна вода також сприяє засоленню ґрунтів, знижуючи їхню родючість і порушуючи мікробіологічну рівновагу.

Дніпропетровська область, з її розвиненим аграрним сектором, не є винятком. Ґрунти цього регіону зазнають значного антропогенного навантаження, включаючи неправильне водокористування, що призводить до погіршення фізико-хімічних властивостей ґрунтів, засолення, ущільнення та зниження врожайності сільськогосподарських культур.

У зв'язку з цим, розробка та впровадження ефективних заходів захисту ґрунтів від деградаційних процесів є надзвичайно важливим завданням. Особливе значення в цьому контексті має хімічна меліорація, яка дозволяє коригувати хімічні властивості ґрунтів, нейтралізувати негативний вплив надлишкової або забрудненої вологи, відновлювати їхню родючість. Проведення хімічної меліорації на території ПП «Перемога АВК» Дніпровського району Дніпропетровської

області дозволить покращити стан ґрунтів, підвищити врожайність сільськогосподарських культур та забезпечити сталий розвиток підприємства.

Мета дослідження - розробити та обґрунтувати заходи хімічної меліорації для попередження деградаційних процесів ґрунтів на території ПП «Перемога АВК».

Об'єкт дослідження - ґрунти ПП «Перемога АВК» Дніпровського району Дніпропетровської області.

Предмет дослідження - зміна хімічних показників ґрунтів, що спричинені зрошенням водою незадовільної якості в умовах ПП «Перемога АВК».

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні завдання:

1. Проведення огляду літератури по темі досліджень.
2. Природні умови району проведення дослідження.
3. Характеристика об'єкту дослідження.
4. Хімічна меліорація, як захід з попередження деградаційних процесів у господарстві.

Ключові слова: ґрунтові деградаційні процеси, зрошення, вода II класу, засолені ґрунти, хімічна меліорація

АКТУАЛЬНІСТЬ ТА АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ З ОБРАНОЇ ТЕМАТИКИ РОБОТИ

1.1 Екологічна значущість ґрунтового покриву

Слід зазначити, що визначення поняття «ґрунт» може варіюватися залежно від наукової дисципліни та контексту. У різних літературних джерелах можна зустріти дещо відмінні трактування цього терміну.

Так, відомий ґрунтознавець В.В. Докучаєв, якого вважають засновником сучасного ґрунтознавства, визначав ґрунт як «самостійне природно-історичне тіло, що утворилося в результаті сукупної діяльності материнської породи, клімату, рослинних і тваринних організмів та рельєфу за певний проміжок часу». Це визначення акцентує увагу на походженні ґрунту та впливі природних умов на його формування [1].

У геологічному контексті, як зазначає Я.В. Кузьменко у праці «Основи геології», «верхній пухкий шар земної кори, що утворився внаслідок вивітрювання гірських порід та накопичення органічних решток» Фокус робиться на фізичному складі й походженні ґрунту, який утворюється внаслідок руйнування гірських порід [2].

З екологічної точки зору, О.Л. Соколовський у своїй праці «Екологія ґрунтів» наголошує, що ґрунт є «складною поліфункціональною системою, яка включає тверду, рідку та газоподібну фази, а також живу біоту, що перебувають у тісній взаємодії». Це визначення акцентує на важливості ґрунту як живого середовища та його внеску в екосистемні процеси [3].

У сільськогосподарській літературі, наприклад, у підручнику П.А. Ларинова «Агрохімія», ґрунт часто визначається як «верхній родючий шар землі, здатний забезпечувати ріст і розвиток рослин, постачаючи їх водою, поживними

речовинами та повітрям». Тут на перший план виходить практична цінність ґрунту як засобу виробництва [4].

Натомість, у законодавчому полі, зокрема в Законі України «Про охорону земель» № 962-IV від 19.06.2003, встановлено «природно-історичне органомінеральне тіло, що є осередком найбільшої концентрації поживних речовин, основою життя та розвитку людства завдяки найціннішій своїй властивості - родючості;» Це визначення акцентує не лише на походженні та складі, але й на його функціональному значенні для екосистеми та господарської діяльності [5].

Навіть у міжнародних документах можна знайти різні формулювання. Так, Продовольча та сільськогосподарська організація ООН (ФАО) у своїх матеріалах часто описує ґрунт як «життєво важливий природний ресурс, який є основою для виробництва продовольства, підтримки біорізноманіття та регулювання екосистемних послуг» [6].

Різноманітність визначень ґрунту свідчить про його багатогранність як об'єкта дослідження та акцентує його значущість для численних галузей науки і практики. При цьому, незалежно від підходів до його інтерпретації, науковці одностайні в тому, що ґрунт відіграє ключову роль, виконуючи низку важливих функцій. Зокрема, можна виділити такі функції ґрунту, як виробництво біомаси, зберігання та фільтрація води, зберігання та переробка поживних речовин, зберігання вуглецю, забезпечення середовища існування для біологічної активності, а також забезпечення фізичної стабільності та опори. Далі детальніше розглянемо ці ключові функції.

Виробництво біомаси ґрунту підкреслює його фундаментальну роль у підтримці життєдіяльності рослин, які отримують необхідні компоненти для фотосинтезу та розвитку з цього природного ресурсу, а саме вологу, кисень і мінеральні поживні речовини. Завдяки цим властивостям ґрунт підтримує природні й агроєкосистеми. Вирощена на ґрунтах, є основою для аграрного виробництва та економіки [7], забезпечуючи людство продуктами харчування,

кормами для тварин, біоенергією, деревиною та технічною сировиною, що є критично важливим для аграрного сектору і загалом для сталого розвитку.

Ґрунт також виконує функцію зберігання і фільтрації води, виступаючи як природний резервуар. Він затримує опади та поступово передає вологу рослинам або до підземних водоносних горизонтів. Пориста структура ґрунту дозволяє йому фільтрувати воду, зменшуючи вміст домішок, включаючи важкі метали та патогенні мікроорганізми. Таким чином, ґрунт сприяє очищенню прісної води, регуляції водообігу і запобіганню повеням [8].

Накопичення і переробка поживних речовин у ґрунті забезпечує збереження ключових хімічних елементів: азоту, фосфору, калію та кальцію. Мікроорганізми та гриби перетворюють поживні елементи на доступні для рослин форми [8]. Такий механізм гарантує безперервний цикл речовин у природі, відновлюючи родючість і підтримуючи екосистемну рівновагу.

У сфері зберігання вуглецю ґрунти демонструють значну роль. Ґрунти утримують органічний вуглець у гумусі, рослинних залишках та органічних речовинах, зменшуючи викиди CO_2 [6] в атмосфері, оскільки вуглець залишається зв'язаним протягом сотень років. Цей механізм є надзвичайно важливим у контексті глобального потепління та змін клімату, виступаючи як буфер і регулятор клімату.

«Біота ґрунту включає тисячі видів, що взаємодіють у межах цього середовища» [9]. Включаючи бактерії, археї, черв'яків, комах і мікроскопічні гриби, ці організми підтримують динаміку ґрунтового життя. Вони розкладають органічну матерію, фіксують азот, вступають у симбіоз із корінням рослин і сприяють формуванню структури ґрунту. Таке біорізноманіття має ключове значення для екологічної стабільності та сталого розвитку сільського господарства.

Говорячи про фізичну стабільність та опору. «Структура ґрунту безпосередньо впливає на його здатність витримувати навантаження, що є критичним для закріплення рослин і стабільності споруд» [10]. Його структура визначає механічну міцність, стійкість до ерозії, викликаній водою чи вітром, а також здатність протидіяти зсувам. Міцна структура ґрунту є ключовим фактором

у запобіганні деградаційним процесам, таким як ущільнення чи змивання, що сприяє збереженню та тривалій експлуатації земельних ресурсів.

Ґрунт, часто недооцінений, є надзвичайно чутливим «дзеркалом» екологічного стану, Миттєво реагуючи на найменші зміни у навколишньому середовищі, ґрунт демонструє унікальні властивості, які дозволяють відстежувати вплив як природних факторів, так і антропогенної діяльності. Комплексний аналіз фізичних (кислотність, електропровідність), хімічних (вміст важких металів, пестицидів, нафтопродуктів, нітратів, органічних речовин) та біологічних характеристик ґрунту є ключовим інструментом для виявлення динаміки змін в екосистемах на різних рівнях. Особливе значення в цьому процесі має біоіндикація, яка спирається на реакції живих організмів - мікроорганізмів, грибів, дощових черв'яків і рослин - для оперативної та ефективної оцінки екологічної якості середовища. Падіння мікробіологічної активності або зменшення видового різноманіття ґрунтової фауни слугують чіткими сигналами про порушення природних процесів, що дозволяє робити висновки не лише про стан ґрунту, а й про загальний стан екологічного балансу.

Антропогенний вплив на ґрунтовий покрив за останні десятиліття досяг критичного рівня. Інтенсивне сільське господарство, зокрема надмірне використання мінеральних добрив і застосування засолених вод для зрошення, спричиняє вторинне засолення. Цей процес, разом із урбанізацією, хімічним забрудненням і ерозією, є основним чинником деградації ґрунтів. Надмірна кількість солей негативно впливає на фізико-хімічні властивості ґрунту (його структуру, проникність), порушує водносольовий баланс, пригнічує мікробну активність і знижує родючість. Усе це створює серйозну загрозу для сталого землекористування і продовольчої безпеки.

1.2 Огляд основних деградаційних процесів та методів їх оцінки

Знайомство з різними підходами до розуміння визначення ґрунтів, від законодавчих визначень до наукових поглядів та позицій ООН, підкреслює значну важливість ґрунту в житті планети. Тому варто детальніше розглянути проблеми їх забруднення, особливо деградацію. У Законі України «Про охорону земель» № 962-IV від 19.06.2003 встановлено два визначення:

«деградація ґрунтів - погіршення корисних властивостей та родючості ґрунту внаслідок впливу природних чи антропогенних факторів;

деградація земель - природне або антропогенне спрощення ландшафту, погіршення стану, складу, корисних властивостей і функцій земель та інших органічно пов'язаних із землею природних компонентів» [5].

Ці визначення мають загальні риси, проте відрізняються за обсягом покриття. Поняття «деградація ґрунтів» зосереджено на трансформаціях властивостей ґрунтового покриву, в той час як «деградація земель» охоплює ширший спектр факторів, включаючи зміни рельєфу, стан водних ресурсів, рослинного покриву та загальний стан екосистемного ландшафту. Таким чином, деградація ґрунтів може розглядатися як складова частина ширшого процесу деградації земель.

У цьому контексті важливо розуміти основні чинники, що спричиняють деградацію ґрунтів. За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), основними загрозами для ґрунтів на глобальному рівні є такі явища: ерозія, що зумовлюється водними та вітровими чинниками; втрата органічної речовини; ущільнення ґрунтового покриву; засолення; токсичне забруднення; кислотність ґрунтів; а також виснаження їхнього поживного потенціалу [6].

Як зазначає *FAO*, ключові причини деградації ґрунтів пов'язані із застосуванням нераціональних аграрних практик, таких як надмірна оранка,

відсутність системи сівозміни та недосконалий підхід до зрошення. Додатковими факторами є надмірний випас худоби, масова вирубка лісових масивів, активна урбанізація, що супроводжується забудовою земель, а також промислове забруднення [6].

У залежності від природи, специфіки та характеру впливу на ґрунт, причини його деградації поділяють на декілька ключових категорій, а саме: біологічні, хімічні, фізичні та інші. Кожна з цих категорій об'єднує фактори, які впливають на зниження родючості, зміну структури та інших властивостей ґрунту. З метою систематизації цього процесу в таблиці (табл.1,1) нижче представлено основні типи деградаційних явищ із описом відповідних чинників, що сприяють цьому, а також наслідки, до яких вони призводять. Такий підхід дозволяє глибше зрозуміти природу проблем.

Таблиця 1.1 - Класифікація причин деградації ґрунту

Тип	Основні чинники	Наслідки
Ерозія ґрунтів	Вирубка лісів, неправильна оранка, надмірне випасання худоби	Зниження родючості ґрунтів, замулення водойм, втрата врожаїв
Засолення ґрунтів	Надмірне зрошення, поганий дренаж, підняття ґрунтових вод	Зниження продуктивності сільського господарства, загибель рослин
Опустелювання	Зміна клімату, вирубка рослинності, перевипасання	Зменшення біорізноманіття, втрата орних земель
Забруднення водних ресурсів	Промислові скиди, сільськогосподарські добрива, побутові відходи	Загибель водної фауни, загроза здоров'ю людей
Забруднення повітря	Викиди транспорту та промисловості, спалювання відходів	Погіршення здоров'я населення, кислотні дощі, зміна клімату
Вирубка лісів	Розширення сільгоспугідь, лісозаготівля, інфраструктурні проєкти	Втрата біорізноманіття, ерозія, зміни мікроклімату
Біологічна деградація	Впровадження інвазивних видів, знищення середовищ існування	Вимирання місцевих видів, порушення екосистем

Для ефективного управління ґрунтовими ресурсами важливо своєчасно виявляти ознаки деградації. Існує кілька основних методів, які дозволяють отримати цінну інформацію про стан ґрунтів:

1. Моніторинг стану рослинного покриву, як це, передбачає детальний та систематичний аналіз змін, які стосуються густоти рослинності, її структурних особливостей, а також видової різноманітності. Такий методичний підхід є ключовим для виявлення ранніх ознак деградаційних процесів у ґрунтах. Наприклад, перші тривожні сигнали можуть проявлятися у зменшенні продуктивності рослинного покриву або істотних змінах у видовому складі, що свідчать про втрату органічної речовини у ґрунті, яка є основою його родючості. [11].

2. Вивчення фізичних характеристика ґрунту: Проведення вимірювань ключових фізичних показників, таких як щільність, пористість і структура ґрунтів, допомагає виявити проблеми, пов'язані з ущільненням або іншими змінами ґрунтових властивостей. Наприклад, підвищена щільність може обмежувати проникнення води в глибокі шари ґрунту та знижувати рівень аерації, створюючи несприятливі умови для росту кореневих систем та рослинності загалом.

3. Хімічний аналіз ґрунту: Вивчення хімічних параметрів, таких як рівень кислотності (pH), вміст органічних речовин, концентрація солей і поживних елементів, дозволяє ідентифікувати потенційну хімічну деградацію. Наприклад, високий рівень кислотності або надмірне засолення значно знижують родючість ґрунтів і, створюють проблеми для вирощування здорових і повноцінних культур.

4. Аналіз біологічних індикаторів стану ґрунту є важливою складовою комплексного моніторингу. Він включає дослідження біологічної активності ґрунту, зокрема оцінку кількості органічної речовини та мікробної життєдіяльності, що є показниками його екологічного здоров'я. Зниження концентрації органічної речовини у поєднанні зі зменшенням активності мікроорганізмів свідчить про зниження екосистемної функціональності ґрунтів. Це

сигналізує про прогресуючу втрату їхнього природного потенціалу, що загрожує стабільності всієї екосистеми.

5. Використання можливостей супутникового зондування: Технології супутникового моніторингу відкривають доступ до масштабного спостереження за динамікою змін землекористування, щільності рослинного покриву та інших факторів. Такі дані є особливо ефективними для оцінки стану великих територій і дозволяють оперативно відстежувати негативні процеси, сприяючи своєчасному реагуванню.

Для оцінки деградації ґрунтів використовується комплексний підхід, що поєднує фізичні, хімічні та біологічні методи. Як зазначено у звіті Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (*FAO*), фізичні методи включають аналіз гранулометричного складу, визначення щільності, пористості, водопроникності та структури ґрунту, що є важливими показниками фізичного стану ґрунтового покриву [6].

Фізична деградація охоплює також ущільнення ґрунтів, руйнування структури та зниження водоутримувальної здатності. Визначення цих показників дозволяє виявити ступінь деградації ґрунтів у польових умовах, як це рекомендовано у вітчизняних наукових дослідженнях [12].

Хімічні показники - такі як *pH*, вміст органічної речовини, наявність поживних елементів (азоту, фосфору, калію), а також рівень засоленості та забруднення - дозволяють оцінити родючість ґрунтів і їхню придатність до сільськогосподарського використання. Ці параметри є основними у національному моніторингу ґрунтів в Україні [13].

Біологічні методи включають оцінку біологічної активності ґрунтів, аналіз мікробного складу та вмісту ґрунтових організмів. За даними Ковди В.А., біологічна активність є критерієм здатності ґрунту до самоочищення та самовідновлення [14].

Особливу увагу привертає оцінка водної ерозії - одного з найбільш поширених проявів деградації. Її визначають за допомогою вимірювання змиву

грунту на контрольованих ділянках, картографування ярів і балок, а також використанням моделей, таких як *WEPP* [15].

Для оцінки стану ґрунтів у великих масштабах застосовується дистанційне зондування - супутниковий моніторинг стану рослинного покриву, ерозійних форм рельєфу та засолених ділянок, що підтверджується рекомендаціями *FAO* [6].

Окрім того, для оцінки деградації ґрунтів використовується дистанційне зондування, що дозволяє отримувати інформацію про стан ґрунтового покриву на великих площах за допомогою супутникових знімків. Це особливо корисно для оцінки ерозії, засолення та інших процесів, що впливають на стан ґрунтів.

Усе наведене підкреслює складність та багатовимірність проблеми, яка має як глобальне, так і регіональне значення. Саме тому важливо розглянути питання деградації ґрунтів у ширшому контексті - з урахуванням як світових тенденцій, так і особливостей, характерних для окремих регіонів.

1.3 Проблема деградації ґрунтів: глобальний та регіональний аспекти

Глобальна деградація ґрунтів є однією з найбільш серйозних екологічних проблем сучасності. Вона охоплює близько 15% всієї суші та впливає на 38% сільськогосподарських угідь, що ставить під загрозу продовольчу безпеку, екосистеми та економічний розвиток [16].

Водна ерозія - охоплює близько 1,1 млрд га (56% усіх деградованих земель). Найпоширеніша форма - втрата верхнього шару ґрунту (920 млн га), а також формування ярів і балок (175 млн га). Головними причинами є вирубка лісів (43%), надмірний випас худоби (29%) і неефективне ведення сільського господарства (24%) [16].

Вітрова ерозія - поширена в посушливих і напівпосушливих регіонах, охоплює 550 млн га (28% деградованих земель). Основною причиною є надмірний

випас худоби (60%), неправильне ведення сільського господарства (16%) та експлуатація рослинного покриву для побутових потреб (16%) [16].

Хімічна деградація - включає втрату поживних речовин, засолення, підкислення та забруднення ґрунтів. Загалом уражено близько 240 млн га (12% деградованих земель). Найбільше потерпають Південна Америка (30% деградованих ґрунтів), Африка та Азія (по 12%). Головними причинами є неправильне ведення сільського господарства (56%) та вирубка лісів (28%)[16]. Особливо поширеним проявом цієї деградації є засолення, що суттєво обмежує придатність земель для сільськогосподарського використання, зокрема в посушливих та напівпосушливих регіонах. За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН, у світі засоленню піддаються понад 830 млн га земель, з яких понад 397 млн га - сільськогосподарські угіддя [17].

Фізична деградація - виявлена на 83 млн га (4% усіх деградованих земель). Основні форми включають ущільнення ґрунту (68 млн га), підтоплення та осідання органічних ґрунтів. Найбільше уражені Європа (33 млн га), Африка (18 млн га) та Азія (10 млн га) [16].

На рисунку 1.1 представлено загальну картину деградації ґрунтів, яка демонструє масштаби та географічний розподіл різних типів деградації на континентах.



Рисунок 1.1 – Глобальна деградація ґрунтів

В Україні проблема деградації ґрунтів є надзвичайно актуальною. За даними Міністерства екології та природних ресурсів України, значна частина сільськогосподарських угідь зазнає різних форм деградації, включаючи ерозію, засолення, втрату гумусу та забруднення важкими металами. Зокрема, ерозійні процеси охоплюють понад 13 млн га, що становить близько 32% від загальної площі сільськогосподарських угідь країни. Втрата гумусу досягає 0,6-1,0% за останні десятиліття, що негативно впливає на родючість ґрунтів та врожайність сільськогосподарських культур [18]. За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, приблизно 10% сільськогосподарських угідь країни піддаються засоленню, що негативно впливає на їхню продуктивність [19].

Як показано на рисунку 1.2 проблема деградації ґрунтів охоплює майже всю територію України, при цьому найбільший рівень ерозійної загрози фіксується в південних, центральних та східних областях.

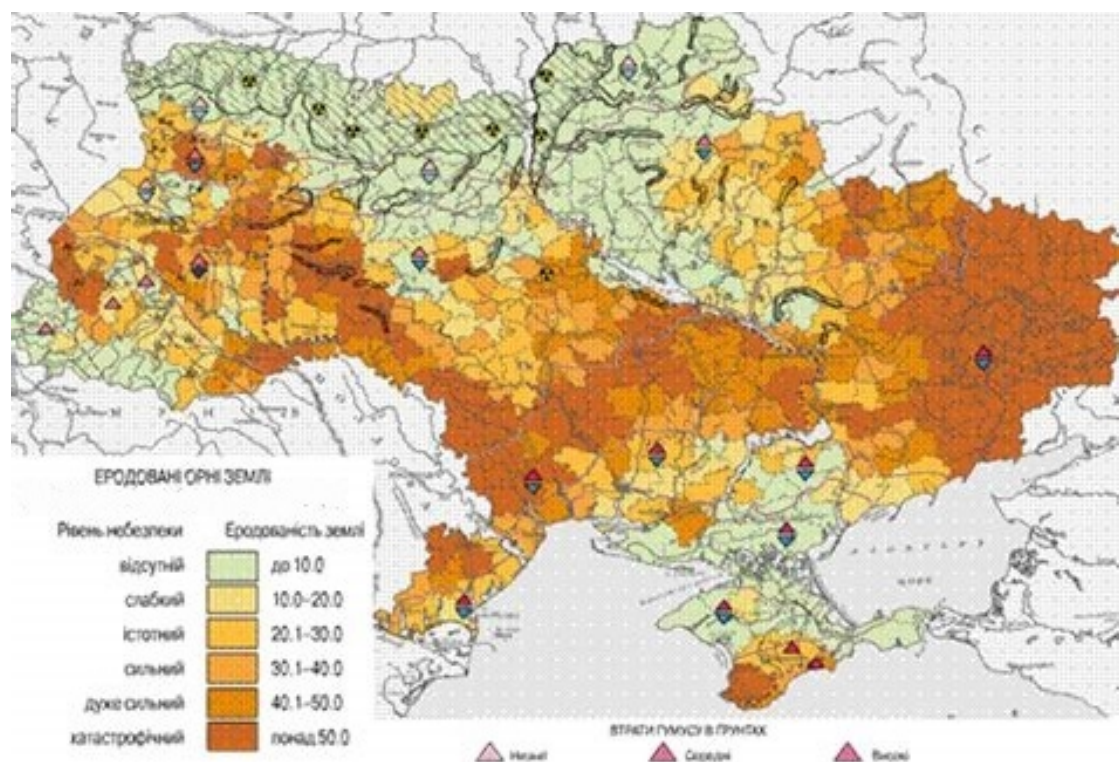


Рисунок 1.2 - Карта деградації ґрунтів в Україні [74]

Дніпропетровська область є однією з найбільш промислово розвинених в Україні, що значною мірою впливає на стан її ґрунтів. За даними

Дніпропетровської обласної військової адміністрації, процесів деградації ґрунту, таких як ерозія, засолення, солонцюватість та втрата гумусу, в області не спостерігається [18]. Однак інші дослідження вказують на наявність проблем, пов'язаних із забрудненням ґрунтів важкими металами та іншими токсичними речовинами внаслідок діяльності підприємств гірничодобувної та металургійної промисловості [20]. Крім того, інтенсивне сільськогосподарське використання земель може сприяти розвитку ерозійних процесів та зниженню рівня гумусу[20].

Як показано на рисунку 1.3, деградаційні процеси в межах Дніпропетровської області є досить поширеними. Вони охоплюють водну й вітрову ерозію, забруднення важкими металами та іригаційну деградацію. Це наочно відображено за допомогою відповідних кольорових і графічних позначень



Рисунок 1.3 - Карта деградації ґрунтів в Дніпропетровській області [75]

Водна ерозія - згідно з даними Дніпропетровської ОДА, площа еродованих земель у регіоні становить понад 1,2 млн га, що є значною часткою всіх сільськогосподарських угідь. Основними причинами цього є: недостатня лісистість

регіону (менше 5% площі області покрито лісами), нераціональне ведення агротехнічних заходів, високий рівень розораності земель (до 80%) [18].

Вітрова ерозія - посушливий клімат та нераціональне використання земель сприяють розвитку ерозії, особливо у південних районах області. Найбільш уразливі території: Криворізький, Нікопольський, Павлоградський райони [18].

Засолення ґрунтів - приблизно 7% території області зазнає засолення, що пов'язано з використанням мінералізованої води для зрошення, недостатньою дренажною системою, впливом промислових викидів [18].

Деградація ґрунтів є складним процесом, що формується під впливом багатьох чинників і набуває особливої актуальності для Дніпропетровської області. Причини таких процесів пов'язані як із природними умовами, такими як рельєф, клімат і ґрунтовий тип, так і зі значним впливом людської діяльності, передусім інтенсивним використанням земель для сільського господарства. У таких умовах необхідне впровадження дієвих систем захисту ґрунтів, які враховуватимуть екологічні особливості регіону та сучасні наукові підходи до сталого управління земельними ресурсами. Детальний аналіз цих заходів, як з теоретичної, так і з практичної точки зору, буде розглянутий у наступному розділі.

1.4 Аналіз заходів захисту ґрунтів

Для уповільнення процесів деградації передбачають використання широкого спектра заходів для захисту ґрунтів. Це включає як практичні технології у сфері землеробства, так і правові та організаційні інструменти, які спрямовані на забезпечення сталого використання земельних ресурсів.

Основними цілями заходів захисту ґрунтів:

- збереження родючості: Запобігання втраті гумусу і мінеральних речовин [6].

- зниження ерозії: Мінімізація водної та вітрової ерозії через стабілізацію ґрунтового покриву [21].
- адаптація до клімату: Підвищення вологитривалості ґрунтів та зменшення емісій CO_2 [22].

Ефективна реалізація подібних заходів вимагає синтезу наукових знань, технологічних інновацій і управлінських рішень. Тільки комплексний підхід, який гармонійно об'єднує природоохоронні та агровиробничі методи, може гарантувати тривале збереження продуктивного потенціалу ґрунтів. Ці заходи можна систематизувати за характером їхнього впливу та напрямками використання. У науковій і практичній літературі виділяють кілька основних груп таких рішень.

До першої категорії належать правові та нормативні механізми, які слугують фундаментом державної політики в галузі збереження та охорони ґрунтів. Йдеться про «Система законодавчих, нормативних та організаційних інструментів, спрямованих на запобігання деградації земель, їх раціональне використання та відновлення» [23]. Ці заходи включають впровадження чітких правил використання земельних ресурсів, контроль за дотриманням екологічних норм, а також юридичну відповідальність за їх порушення.

До іншої групи належать організаційногосподарські заходи, що охоплюють «Планування сівозмін, зонування земель, ведення обліку деградованих ділянок та інші управлінські рішення» [23]. Ці дії сприяють упорядкованому землекористуванню, забезпечують більш раціональне використання ресурсів і дають змогу своєчасно реагувати на загрози деградації ґрунтів.

Наступною важливою категорією є меліорація земель «Комплекс технічних, організаційних та господарських заходів, спрямованих на поліпшення ґрунтових, гідрологічних та кліматичних умов для підвищення продуктивності земель» [24].

Залежно від поставлених цілей та характеристик ґрунтового середовища, меліорація може реалізовуватися у різноманітних формах. Далі буде розглянуто основні типи меліоративних заходів, що спрямовані на покращення якості земельних ресурсів та забезпечення їх ефективного і раціонального використання.

Агротехнічна меліорація це - «Заходи, що включають сівозміну, мінімальний обробіток, внесення органічних добрив та інші агроприйоми для збереження родючості ґрунту» [25]. Метою є не лише забезпечення підвищення врожайності, але й сприяння збереженню структурних властивостей ґрунту та стимулювання його біологічної активності.

Лісотехнічна меліорація передбачає «Створення лісосмуг, захисних насаджень та інших лісових угруповань для запобігання ерозії, регулювання водного режиму та захисту сільгоспугідь» [26]. Такі заходи виявляються особливо дієвими на деградованих, схилових і піщаних ґрунтах.

Гідротехнічна меліорація, або гідромеліорація, реалізується через «Створення дренажних систем, зрошувальних каналів, ставків тощо для регулювання водного режиму ґрунтів» [24]. Ця проблема набуває особливої актуальності на територіях із перезволоженими, заболоченими чи навпаки - надмірно посушливими умовами, де природний водний баланс зазнав значних порушень.

Культуротехнічна меліорація передбачає підготовку «Видалення каміння, коренів, вирівнювання поверхні землі та інші заходи для підготовки угідь до сільськогосподарського використання» [27]. Такі заходи сприяють відновленню або створенню нових угідь на ділянках, які раніше не підходили для обробітку.

Протиерозійна меліорація це - «Запобігання водній та вітровій ерозії через терасування, створення захисних смуг, укріплення схилів» [28]. Її головна ціль - зберегти родючий шар ґрунту, мінімізувати втрати вологи та знизити ймовірність деградаційних процесів, особливо на схилах і відкритих територіях.

Хімічна меліорація - «Внесення хімічних речовин (вапна, гіпсу) для корекції кислотності, солонцюватості або інших хімічних властивостей ґрунту» [28]. Ці дії мають велике значення для відновлення хімічного балансу ґрунту та посилення його біологічної активності.

Однією з найважливіших і найпоширеніших форм практичного захисту ґрунтів є агротехнічні заходи, які передбачають використання науково

обґрунтованих агрономічних прийомів, спрямованих на збереження родючості та запобігання деградаційним процесам. До цих заходів відносяться впровадження сівозміни, застосування мінімального обробітку ґрунту, використання органічних добрив, проведення сидерації, мульчування, а також інтеграція принципів точного землеробства.

Ключовим елементом цих заходів є «сівозміна - науково обґрунтоване чергування сільськогосподарських культур і парів у часі та на площі з метою підвищення родючості ґрунту, зменшення забур'яненості, поширення шкідників і хвороб, а також для забезпечення стабільної врожайності» [29]. На прикладі якої на рисунку 1.18, на якій зображено послідовність вирощування культур протягом чотирьох років.

Мінімальний обробіток ґрунту «уважають такий обробіток ґрунту, який забезпечує зниження енергетичних затрат шляхом зменшення кількості й глибини обробітку, поєднання операцій в одному робочому процесі або зменшення оброблюваної поверхні поля [30]. Такий метод обробітку сприяє збереженню й накопиченню вологи у верхньому орному шарі, оптимізує структуру ґрунту та стимулює його біологічну активність.

Органічне добриво - це добриво, яке складається переважно з вуглецевих матеріалів рослинного та/чи тваринного походження [31]. Воно містить елементи живлення рослин у формі органічних сполук, зокрема азот, фосфор, калій, кальцій та інші поживні речовини. До органічних добрив належать: гній, компост, торф, сидерати (зелені добрива), біогумус, сапропель, пташиний послід тощо.

Сидерація є методом зеленого удобрення, який полягає у вирощуванні рослинсидератів (наприклад, бобових, злакових або капустяних культур) з подальшим внесенням їх зеленої маси в ґрунт для підвищення його родючості. Цей підхід сприяє збагаченню ґрунту органічною речовиною, азотом та іншими поживними елементами [32]. Найбільш поширеним вибором для сидерації є бобові культури, такі як люпин, серадела, буркун, лядвенець, чина, конюшина чи вика,

оскільки вони здатні поглинати атмосферний азот завдяки симбіозу з клубеньковими бактеріями.

Мульчування - це агротехнічний метод, що передбачає накриття поверхні ґрунту органічними або неорганічними матеріалами (такими як солома, листя, кора, агроволокно, плівка тощо). Основна мета цього прийому — збереження вологи, запобігання ерозії ґрунту, стримування росту бур'янів, регулювання температурного режиму та підвищення родючості ґрунту завдяки поступовому розкладу органіки [33]. Мульча також оберігає корені рослин від значних коливань температури та сприяє поліпшенню структури ґрунту, роблячи його більш пухким і проникним для повітря та води.

Інтеграція принципів точного землеробства представляє собою багатогранний підхід, що передбачає поєднання інноваційних технологій, таких як GPS-навігація, сенсорні системи, дрони та аналіз даних, із традиційними методами аграрного господарювання. Основною метою цього підходу є ефективне управління ресурсами, зокрема водою, добривами, насінням і пестицидами, з урахуванням індивідуальних характеристик кожної окремої ділянки поля. Головними завданнями точного землеробства виступають підвищення рівня врожайності, зменшення виробничих витрат і мінімізація негативного впливу на довкілля через врахування специфічних агроекологічних умов [34].

Ефективність зазначених заходів значною мірою визначається не лише застосуванням наукових методів та накопиченим практичним досвідом, але й наявністю належної нормативноправової бази, яка регулює питання охорони ґрунтів на державному рівні. Згідно з Законом України «Про охорону земель» № 962-IV від 19.06.2003, охорона ґрунтів - це «система правових, організаційних, технологічних та інших заходів, спрямованих на збереження і відтворення родючості та цілісності ґрунтів, їх захист від деградації, ведення сільськогосподарського виробництва з дотриманням ґрунтозахисних технологій та забезпеченням екологічної безпеки довкілля» [5]. Саме правові механізми слугують основою для систематичного впровадження ґрунтозахисних технологій,

забезпечуючи відповідний контроль, стимулювання та підзвітність у дотриманні принципів сталого землекористування.

Ключові принципи державної політики в галузв охорони земель також закріплені в цьому законі, включають:

- визнання землі стратегічним національним ресурсом, що потребує спеціального захисту;
- пріоритет екологічної безпеки над економічною вигодою при використанні земель;
- компенсацію шкоди, заподіяної порушенням земельного законодавства;
- встановлення нормативів для мінімізації антропогенного впливу на ґрунти;
- поєднання економічних стимулів для землекористувачів із механізмами юридичної відповідальності [5].

Методика визначення деградованих земель охоплює ідентифікацію територій, які втратили економічну продуктивність або екологічну стійкість через ерозію, забруднення, засолення, перезволоження чи інші руйнівні процеси.

Методика ідентифікації деградованих земель за допомогою аналізу регуляторного впливу передбачає наступні етапи:

Першочергово визначають малопродуктивні та деградовані землі. До цієї категорії належать сільськогосподарські угіддя, які мають низький рівень родючості, несприятливі природні властивості або стали економічно нерентабельними та екологічно загрозливими внаслідок людської діяльності. Для детального вивчення цих земель спеціальні комісії організовують виїзди для оцінки стану ґрунтів, ступеня їх ерозії, забруднення, засолення, перезволоження тощо. Дані, зібрані під час обстеження, доповнюються лабораторними і геодезичними дослідженнями, що дозволяє визначити рівень деградації ґрунтів та потенціал їхнього відновлення [35].

На основі отриманих результатів формується експертний висновок щодо необхідності консервації або відновлення таких земель. Підсумковий звіт із

висновками передається до компетентних виконавчих органів для затвердження подальших дій [35].

Розробка проєкту землеустрою включає визначення меж деградованих територій, термінів виконання, відповідних методів і технологій відновлення. До них можуть належати заходи, якот сидерація, десалінація або водовідведення.

Після встановлення меж деградованих територій та розробки детального плану дій з визначенням конкретних методів відновлення, необхідно здійснити важливий наступний крок - забезпечити відповідну документаційну підтримку всіх заходів. Ведення необхідної документації є ключовим елементом для успішного впровадження проєкту та подальшого моніторингу стану земель.

Ведення документації з охорони земель є обов'язковою вимогою для всіх суб'єктів господарювання, що здійснюють діяльність у сфері використання земель, особливо для сільськогосподарських підприємств. До документації у сфері охорони земель належать схеми землеустрою, техніко-економічні обґрунтування використання та охорони земель адміністративно-територіальних одиниць, а також робочі проєкти землеустрою.

Склад та порядок погодження й затвердження такої документації регулюються Земельним кодексом України та Законом України «Про землеустрій» [5]. Вся документація повинна зберігатися у Державному фонді документації із землеустрою в електронному форматі, що забезпечує прозорість, підзвітність і доступ до інформації. Подібний підхід дає змогу не лише фіксувати актуальний стан земельних ресурсів, але й прогнозувати можливі зміни, запобігаючи процесам їхньої подальшої деградації.

2 ПРИРОДИ УМОВИ РАЙОНУ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Рельєф

Дніпропетровська область розташована в межах Східноєвропейської рівнини, охоплюючи територію Придніпровської низовини. Рельєф (рис. 2.1) регіону здебільшого рівнинний, із хвилястими формами та помірними перепадами висот. Середні абсолютні відмітки складають 50,200 метрів над рівнем моря. Поверхня характеризується значним розчленуванням широкими річковими долинами, які включають басейн Дніпра, а також ярами та балками, що формують різноманітний мікрорельєф. На правобережній частині переважає рельєф Придніпровської височини, тоді як лівобережжя займає рівнинна Придніпровська низовина. Основними елементами рельєфу є широкі тераси річкових долин, які утворюють хвилясті плато з пологими схилами [20].

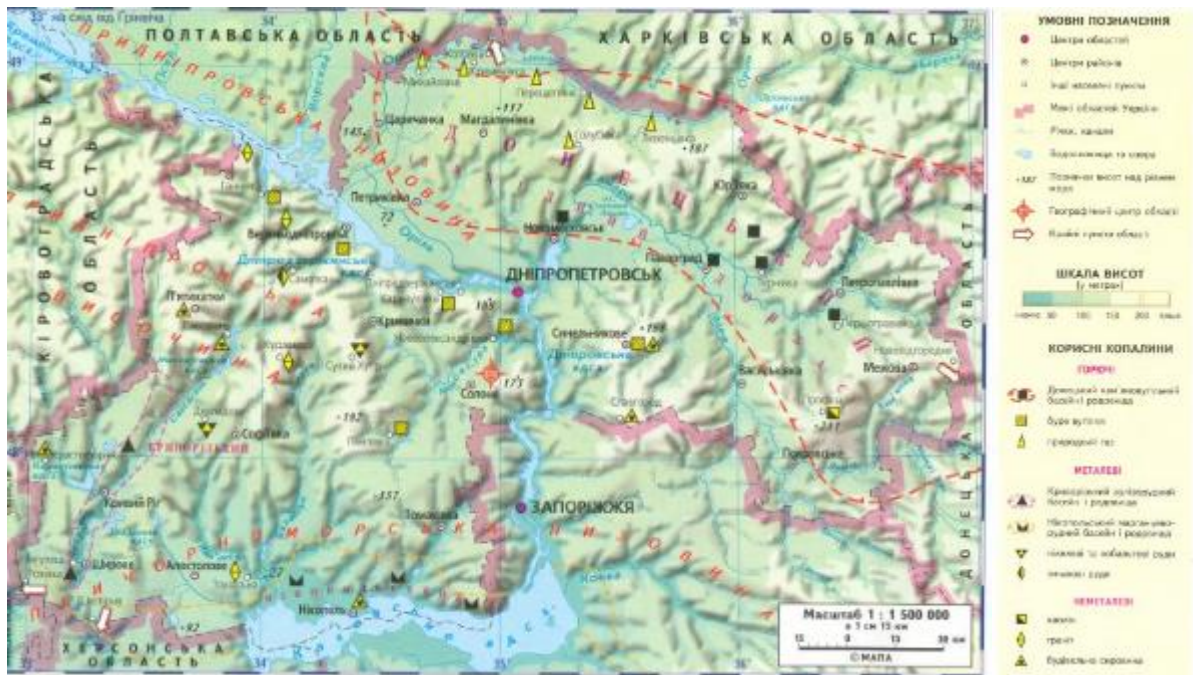


Рисунок 2.1 – Рельєф Дніпропетровської області [20]

Територія, де розташована ділянка «Перемога АВК», знаходиться в Дніпровському районі на другій надзаплавній терасі річки Дніпро. Місцевість має рівнинний характер із незначними похилами площ (нахили не перевищують 3°). Перепад висот на ділянці доволі малий і становить приблизно 7 метрів. Загальний ухил місцевості спрямований у південно-західному напрямку. Висотні позначки залишаються стабільними. Територія може містити антропогенні елементи рельєфу, такі як будівельні насипи чи кургани. Ґрунти представлені червонобурими глинами і лесовидними суглинками, які формують основу плато та його схил[20].

2.2 Клімат

Розглянутий регіон розташований у межах помірно-континентальної кліматичної зони, яка характеризується чітко вираженою сезонністю. Для цієї території типовим є спекотне і сухе літо, помірно холодна зима з нестабільним сніговим покривом, а також добре виражені перехідні періоди - весна і осінь. Середньорічна температура повітря (табл. 2.1) в регіоні становить приблизно $+5,6^\circ\text{C}$, однак температурні коливання значні: у літній період повітря прогрівається до $+30...+40^\circ\text{C}$, тоді як у зимовий час температура знижується до $-10...-20^\circ\text{C}$ [36].

Таблиця 2.1 - Середня температура за 2023 і 2024 [36]

№	Місяць	2023р.			2024р.		
		Сер, min	Сер, max	Сер.	Сер, min	Сер, max	Сер.
1	Січень	-3,3	2,0	-0,6	-6,0	-1,5	-3,7
2	Лютий	-3,9	2,1	-0,9	-0,2	3,1	1,5
3	Березень	0,5	10,1	5,3	0,0	5,3	2,7
4	Квітень	6,8	14,7	10,8	7,6	15,7	11,7
5	Травень	9,9	22,8	16,3	15,5	16,9	16,2
6	Червень	13,7	26,5	20,1	21,7	23,2	22,5
7	Липень	14,7	29,0	21,8	24,7	26,4	25,6
8	Серпень	15,5	30,8	23,2	22,6	24,4	23,5
9	Вересень	9,5	27,0	18,2	19,9	21,3	20,6
10	Жовтень	4,7	18,1	11,4	11,1	12,2	11,6
11	Листопад	3,5	8,8	6,1	3,8	4,5	4,2
12	Грудень	-0,8	4,3	1,8			

Кількість опадів у регіоні є недостатньою, особливо в теплі місяці, коли через високу випаровуваність спостерігається дефіцит вологи. Середньорічна норма опадів (табл. 2.2) варіюється від 200 до 510 мм, причому більша частина їх припадає на літній період. Зазвичай опади проявляються у формі короточасних злив, що підвищує ризики для аграрного сектору, оскільки вони не забезпечують достатнього зволоження ґрунту й водночас провокують змивання його верхнього родючого шару.

Таблиця 2.2 – Середня декадна та місячна сума атмосферних опадів [36]

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

Зимовий період у регіоні малосніжний і характеризується частими відлигами. Це сприяє утворенню ожеледиці та нестійкого снігового покриву. Весна

супроводжується різким підвищенням температури, що скорочує тривалість вегетаційного періоду і створює загрози пізніх весняних заморозків, які можуть завдати шкоди посівам. Літній сезон вирізняється високими температурами і сухими вітрами, що посилюють посушливість. Такі умови є особливо критичними для основних зернових і технічних культур, зокрема сої, соняшнику і пшениці.

Кліматичні умови регіону мають як позитивні, так і негативні сторони для сільського господарства. Сприятливим фактором є доступність тепла, що дає змогу вирощувати теплолюбні культури, такі як кукурудза, соя та соняшник. Однак нестабільність режиму опадів, часті посухи і екстремальні погодні явища (гради, сильні вітри) зумовлюють потребу у вдосконаленні агротехнічного планування.

Останніми роками спостерігається тенденція до підвищення середніх температур (рис 2.2), що може впливати на тривалість вегетаційного циклу та підвищувати ризик посушливих періодів. У зв'язку з цим стійкий розвиток аграрного сектору передбачає необхідність врахування специфічних кліматичних умов регіону та адаптації технологій вирощування культур до змінного довкілля.

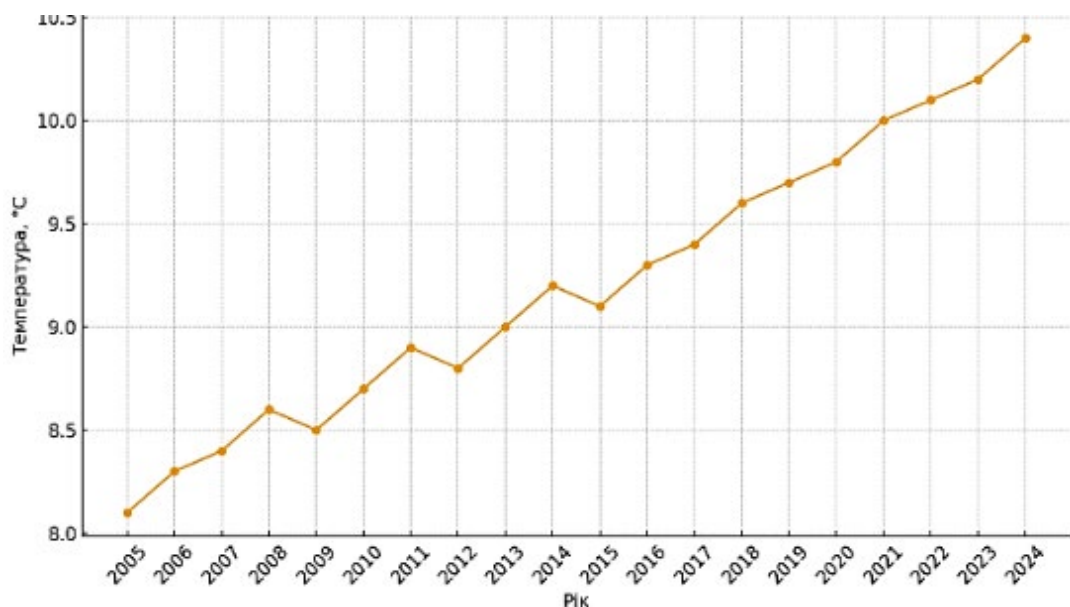


Рисунок 2.2 – Графік зміни середньорічної температури в Україні з 2005 по 2024 [36]

2.3 Ґрунтовий покрив

Дніпровський район розташований у степовій зоні, де переважають чорноземи, відомі своєю високою родючістю. Основними ґрунтами тут є чорноземи звичайні середньогумусні, зокрема їх намиті та слабозмиті варіанти. Вміст гумусу в таких ґрунтах становить від 4,8 до 5,3%, що свідчить про їхню значну агрономічну цінність. У структурі ґрунтового покриву також зустрічаються чорноземи типові, лужні, лугово-чорноземні та інші їх види, що створює оптимальні умови для вирощування різноманітних сільськогосподарських культур.

Чорноземи характеризуються потужним гумусовим горизонтом товщиною 75–80 см, з яких 38–40 см складає гумусово-акумулятивний шар. Верхні 30 см ґрунту містять 3,5–4,0% гумусу, 0,18–0,20% азоту і близько 0,12% фосфору. У метровому шарі загальні запаси гумусу сягають 360–400 т/га, азоту – 19,6–22,5 т/га, а фосфору – 15,0–16,0 т/га. При цьому основна частка гумусу (65%) і азоту (60%) зосереджена у верхніх 50 см, що забезпечує високу ефективність цих ґрунтів для вирощування рослин [37].

Ґрунтоутворюючими породами виступають буроватопалеві леси, які забезпечують пухкість і карбонатність ґрунту. Реакція ґрунтового розчину залишається нейтральною (рН 6,8–7,3), завдяки підвищеному рівню кальцію. Вміст рухомого фосфору є високим, а обмінний калій (K_2O) у верхньому шарі становить 250–300 мг/кг [37].

Таблиця 2.3 - Агрохімічна характеристика ґрунтів господарства ТОВ «Перемога АВК»

№ п п	Найменування ґрунтових різновидів	pH	Вміст гумусу, %	Нітра- ти NO ₃	На 100 г рухомих P ₂ O ₅	K ₂ O
1	2	4	5	6	7	8
1.	Чорнозем звичайний середньо гумусний	6,5-7,2	4,9-5,1	1,4-1,6	11,5-12,3	9,4 -10,9
2.	Чорнозем звичайний сере- дньо гумусний слабо зми- тий	6,4-7,0	4,8-5,2	1,5-1,7	11,8-12,1	9,5-10,8
3.	Чорнозем звичайний се- редньо гумусний намитий	6,6-7,0	4,8-5,3	1,5-1,6	11,3-12,0	9,6-10,8

Сільськогосподарські угіддя району активно використовуються для вирощування таких озимих зернових культур, як пшениця. Різноманітність ґрунтового покриву дозволяє культивувати широкий спектр сільськогосподарських культур, що робить ці території важливими для розвитку аграрного сектору.

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Господарська діяльність та виробничі показники

Комплексний підхід до вивчення ПП «Перемога АВК» дозволяє не лише визначити вразливі елементи природного середовища, але й розробити обґрунтовані заходи для їх захисту та збереження.

Приватне підприємство «Перемога АВК» (рис. 3.1) є багатoproфільним сільськогосподарським комплексом, зосередженим на рослинництві, та тваринництві, зокрема розведенні великої рогатої худоби. Його виробничі потужності розташовані на власних та орендованих земельних ділянках в межах Чумаківської сільської ради Дніпровського району Дніпропетровської області [39]. Загальна площа сільськогосподарських угідь, які перебувають у користуванні підприємства, сягає 3438 гектарів, домінують орні площі, які займають 85% території причому значна їх частина - 1750 гектарів - обладнана зрошувальними системами. Пасовища становлять 10%, ще 5% відведено під лісосмуги та інші угіддя. Такий розподіл відображає специфіку інтенсивного сільського господарства степової зони з обмеженими водними ресурсами.



Рисунок 3.1 - Місце знаходження ПП «Перемога АВК»

Головна спеціалізація «Перемоги АВК» охоплює вирощування широкого спектру культур: зернових (пшениця, кукурудза), олійних (соняшник, ріпак), а також кормових, необхідних для потреб тваринництва. Підприємство активно впроваджує інноваційні агротехнології для підвищення ефективності обробки ґрунту. Зокрема, використовується система *No – Till*, яка допомагає зберігати ґрунтову вологу та знижувати ризики ерозії. "Перемога АВК" постійно проводить дослідження з метою розширення асортименту вирощуваних рослин, особливо в сегменті кормових культур, для оптимізації раціону тварин [40].

Технологічне оснащення приватного підприємства «Перемога» базується на впровадженні сучасних методів точного землеробства, серед яких варто виділити GPS-навігацію та системи моніторингу врожайності. Такі технології дозволяють раціоналізувати використання ресурсів і суттєво підвищити продуктивність агровиробництва. Ключовим елементом є також застосування інтегрованих підходів до захисту рослин, що передбачають поєднання хімічних, біологічних і агротехнічних заходів. Цей підхід сприяє мінімізації негативного впливу хімічних засобів на агроєкосистеми.

Особливої уваги заслуговує система зрошення (рис.3.2), яка охоплює більшу частину орних земель і базується на використанні сучасної поливної техніки. У господарстві функціонують стаціонарні крапельні системи, фронтальні дощувальні машини, а також мобільні агрегати типу барабанних установок. Така техніка дозволяє забезпечити рівномірне водопостачання та значно скорочує втрати вологи в процесі поливу [40].

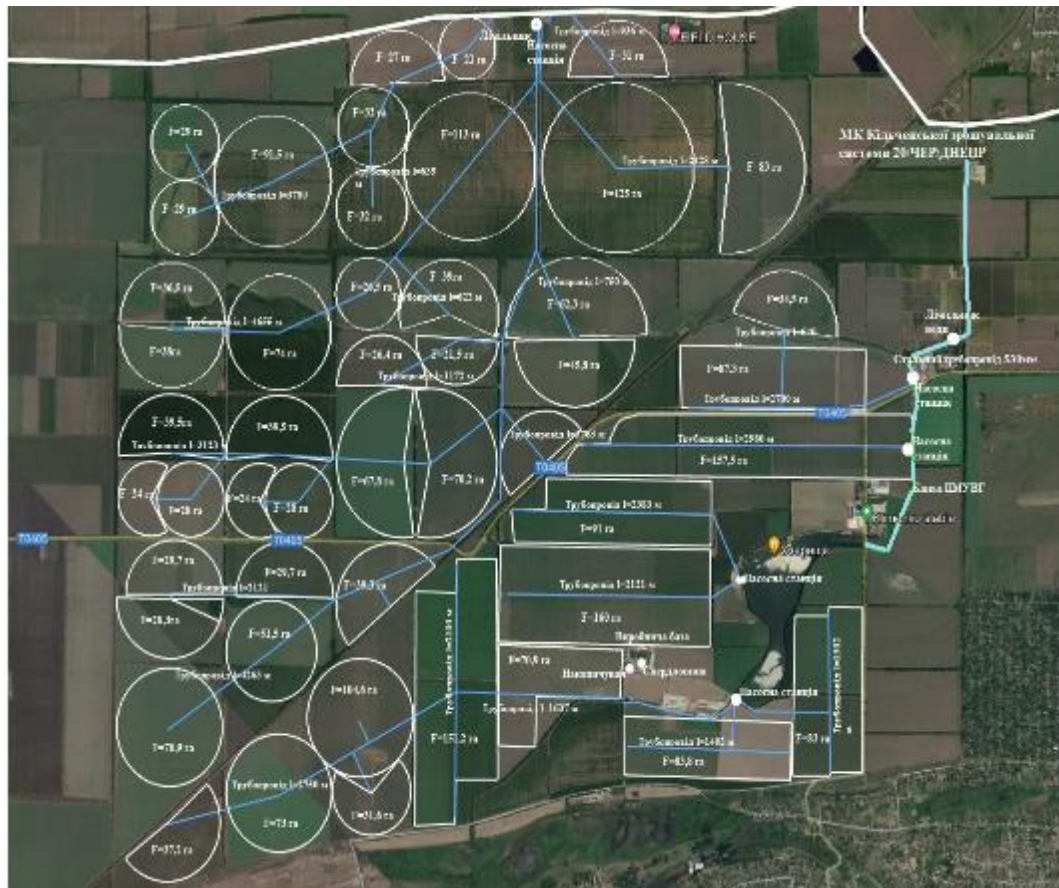


Рисунок 3.2- Зрошувальна система на ПП «Перемога АВК»

Управління поливом здійснюється за допомогою автоматизованих блоків контролю, які пов'язані з метеостанціями та сенсорами вологості ґрунту, що дає змогу оперативно коригувати інтенсивність та частоту зрошення згідно з потребами культур.

3.2 Забезпечення екологічної безпеки при зрошенні полів

Приватне підприємство «Перемога АВК» впроваджує екологічно орієнтовану систему зрошення, ґрунтуючись на комплексі заходів, які спрямовані на раціональне використання водних ресурсів та збереження ґрунтової якості [40].

Впровадження енергоефективних технологій обробітку ґрунтів є ключовим компонентом системи, спрямованим на суттєве зниження втрат вологи, спричинених випаровуванням та поверхневим стоком. Зокрема, застосування модернізованих зрошувальних систем із компенсованими крапельними лініями дозволяє досягти коефіцієнта корисної дії поливу на рівні 92-95%, що значно перевищує стандартизовані показники для відповідного регіону, як свідчать дослідження [41]. Ці технологічні інновації включають автоматизовані клапани зворотного зв'язку, які ефективно запобігають надмірному перенасиченню ґрунту вологою і забезпечують точне дозування води відповідно до фізіологічних потреб культур на різних етапах їхнього вегетаційного циклу.

Система моніторингу ґрунтових характеристик, що забезпечує інтеграцію датчиків вологості, температури та електропровідності з можливістю функціонування в реальному часі, сприяє оперативному коригуванню режимів зрошення [42]. Такий підхід набуває особливої значущості для мінімізації ризику глибинної інфільтрації води, яка може провокувати підвищення рівня мінералізованих ґрунтових вод. Результати досліджень, виконаних в умовах господарства, демонструють, що це рішення дозволило зменшити ймовірність вторинного засолення ґрунтів на 40% у порівнянні з традиційними методами поливу [43].

Стратегічним напрямом розвитку аграрного сектору є впровадження адаптивних сівозмін, які враховують особливості водоспоживання різних культур та їхній вплив на основні характеристики ґрунту. Зокрема, використання у ротаційних схемах солестійких сортів сої та спеціалізованих сидеральних сумішей сприяє збереженню балансу органічної речовини в ґрунті та покращує його структурні властивості [44].

Запроваджений підхід до управління зрошенням у приватному підприємстві «Перемога АВК» представляє собою ефективну модель інтеграції інтенсивного сільського господарства з принципами сталого природокористування. Аналіз тривалих досліджень демонструє поступове покращення якісних характеристик

грунту та підвищення загальної продуктивності агроєкосистеми [45]. Зазначений досвід може слугувати цінним орієнтиром для інших аграрних господарств у степовій зоні, що зіштовхуються з подібними викликами у сфері раціонального водокористування.

3.3 Аналіз стану ґрунтів та води на території ПП «Перемога АВК»

3.3.1 Визначення якості природної води для зрошення

Регіональний офіс водних ресурсів у Дніпропетровській області завершив обстеження зрошуваних земель ПП «Перемога АВК» у Дніпровському районі наприкінці 2023 року. Загальна площа досліджуваних земель становить 3438 гектарів. Відповідно до геоморфологічного районування України, ця територія розташована в Придніпровській низовині, на II надзаплавній терасі річки Дніпро, і є складовою частиною зрошуваних земель Кільченської зрошувальної системи.

За допомогою хімічного аналізу зрошувальної води визначають кількість основних іонів

Таблиця - 3.1 Хімічний склад води

рН	Аніони					Катіони				Загальна жорсткість	Мінералізація, г/дм³
	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺		
	мг-екв/дм³										
8,21	0,0	4,4	22,5	6,0	0,0	7,60	10,3	15,0	0,00	17,9	2,156

Усі аніони CO₃²⁻ утворюють з катіонами натрію токсичну сполуку NaCO₃. Щодо аніонів HCO₃⁻, то їх частина, що зв'язана з катіонами кальцію, вважається нетоксичною. Виходячи із цього, можна припустити, що катіонами кальцію зв'язується не більше ніж 2 мекв/дм³ HCO₃⁻ (у середньому 1,752 мекв/дм³), що

відповідає межі розчинності солі $Ca(HCO_3)_2$ у зрошувальних водах. Решту аніонів HCO_3^{-1} розглядають як зв'язані з катіонами магнію, натрію та калію.

Аніони SO_4^{-2} здебільшого утворюють із залишковими катіонами кальцію нетоксичну сіль $CaSO_4$. Ті ж аніони SO_4^{-2} , які залишаються незв'язаними, утворюють токсичні сполуки разом із катіонами магнію, натрію та калію, що залишаються після взаємодії з аніонами CO_3^{2-} і HCO_3^{-1} .

Залишкові катіони взаємодіють з аніонами хлору, утворюючи токсичні солі у порядку, визначеному у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 — Схема зв'язування іонів у токсичні солі

I	CO_3^{-2}	HCO_3^{-1}	SO_4^{-2}	Cl^{-1}	
Ca^{+2}		4,4	0,0	3,2	7,6000
Mg^{+2}			1,0	9,3	10,3000
Na^{+1}	0,0000		5,0	10,0	15,0000
	0,0	4,4	6,0	22,5	32,9

Суму токсичних солей в еквівалентах хлору у міліеквівалентах на дециметр кубічний обчислюють за формулою

$$e\ Cl^{-1} = Cl^{-1} + 0,2\ SO_4^{2-} + 0,4\ HCO_3^{-1} + 5\ CO_3^{2-},$$

де Cl^{-1} — кількість хлоридів, мекв/дм³;

токс.

CO_3^{-2} - кількість токсичних сульфатів, мекв/дм³;

токс.

HCO_3^{-1} - кількість токсичних гідрокарбонатів, мекв/дм³;

токс.

SO_4^{-2} - кількість токсичних карбонатів, мекв/дм³.

Тоді:

$$e\ Cl^{-1} = 6,0 + 0,2 \times 22,5 + 0,4 \times 4,4 + 5 \times 0 = 6,0 + 4,5 + 1,76 = 12,26 \text{ мекв/дм}^3.$$

Якість зрошувальної води визначають, беручи до уваги ризики іригаційного засолення, підлуження, осолонцювання ґрунтів, а також її токсичний вплив на рослини.

Оцінка якості зрошувальної води щодо небезпеки іригаційного засолення ґрунтів здійснюється на основі показника суми токсичних солей, вираженого в еквівалентах хлорид-іонів. При цьому враховуються гранулометричні характеристики ґрунтів відповідно до даних таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою іригаційного засолення ґрунту

Концентрація токсичних іонів у еквівалентах хлорид-іонів за групами ґрунтів за їх гранулометричним складом у шарі 0-100 см мекв/дм ³						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легкосуглинковий	Середньосуглинковий	Важкосуглинковий	Глинистий	
Менше ніж 30	Менше ніж 26	Менше ніж 22	Менше ніж 18	Менше ніж 14	Менше ніж 10	I
Від 30 до 40	Від 26 до 36	Від 22 до 32	Від 18 до 28	Від 14 до 24	Від 10 до 20	II
Понад 40	Понад 36	Понад 32	Понад 28	Понад 24	Понад 20	III

Детальний аналіз якості зрошувальної води продемонстрував, що за показником іригаційного засолення вона відноситься до I класу якості. Це свідчить про її повну придатність для використання при зрошенні легкосуглинкових ґрунтів, забезпечуючи належні агротехнічні умови для вирощування культур.

Якість зрошувальної води щодо ризику осолонцювання ґрунтів (табл. 3.4) визначають за відсотковим співвідношенням суми лужних катіонів натрію та калію (мекв/дм³) до загальної суми катіонів (мекв/дм³). При цьому враховуються основні типи зрошуваних ґрунтів, їхня протисолонцювальна буферність, гранулометричний склад, перевищення концентрації магнію над кальцієм у зрошувальній воді, а також клас води за її впливом на можливість підлучення ґрунтів.

Таким чином, вода є II класу якості придатною для зрошення лише за умови суворого дотримання агротехнічних заходів щодо запобігання накопиченню лужних солей у ґрунті.

Таблиця 3.4 - Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою підлуження ґрунту

Показник якості води	Група ґрунту			Клас якості води
	кислий	нейтральний	лужний	
pH	Менше ніж 8,2	Менше ніж 8,0	Менше ніж 7,5	I
Вміст CO_3^{2-} , мекв/дм ³	» 0,3 »	Відсутній	Відсутній	
Вміст токсичної лужності HCO_3^- - Ca^{2+} , мекв/дм ³	>2,5»	Менше ніж 2,0	Менше ніж 1,5	
pH	Від 8,2 до 9,0	Від 8,0 до 8,8	Від 7,5 до 8,5	II
Вміст CO_3^{2-} , мекв/дм ³	» 0,3 » 0,9	» 0,2 » 0,6	» 0,1 » 0,3	
Вміст токсичної лужності HCO_3^- - Ca^{2+} , мекв/дм ³	» 2,5 до 8,0	» 2,0 » 7,0	» 1,5 » 6,0	
pH	Понад 9,0	Понад 8,8	Понад 8,5	III
Вміст CO_3^{2-} , мекв/дм ³	Понад 0,9	Понад 0,6	Понад 0,3	
Вміст токсичної лужності HCO_3^- - Ca^{2+} , мекв/дм ³	Понад 8,0	Понад 7,0	Понад 6,0	

Якість зрошувальної води щодо ризику осолонцювання ґрунтів (таблиця 4.5) визначають за показником співвідношення (у відсотках) суми лужних катіонів натрію та калію (мекв/дм³) до загальної суми всіх катіонів (мекв/дм³). При цьому враховуються основні типи зрошуваних ґрунтів, їхня протисолонцювальна буферність, гранулометричний склад, рівень перевищення вмісту магнію над кальцієм у зрошувальній воді, а також клас води за ступенем небезпеки підлуження ґрунтів.

Перед тим як здійснити оцінку ступеня небезпеки осолонцювання, необхідно розрахувати вказане співвідношенн, також додаємо різницю, так як магнію більше ніж кальцію, обчислюють за формулою:

$$\frac{(\text{Na}^+ + \text{K}^+) + (\text{Mg}^{2+} - \text{Ca}^{3+})}{\sum \text{катіони}} = \frac{(15 + 0,0) + (10,3 - 7,6)}{7,6 + 15 + 10,32 + 0,0} = \frac{17,7}{32,9} = 0,53799$$

Переводимо у відсотки

$$0,53799 * 100 = 53,79\%$$

Отже, звернутися до таблиці 4,5 для чорноземних ґрунтів суглинкових, середньо- і високобуферних (які є переважаючими на території Дніпропетровської області, що знаходиться в зоні Південного Степу) і клас зрошувальної води за небезпекою підпущення II класу якості.

На основі проведених розрахунків встановлено, що частка суми лужних катіонів натрію і калію у загальному складі катіонів становить 53,7 %, що суттєво перевищує допустимий рівень і відповідає III класу небезпеки – непридатна для зрошення згідно з нормативами ДСТУ 2730:2015. У той же час, згідно з агрономічними критеріями, наведеними у лабораторному висновку (додаток1), це значення складає 46 %, що дозволяє класифікувати воду як обмежено придатну для зрошення (II клас).

Таблиця 3.5 - Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою осолонцювання ґрунту

Клас зрошувальної води за небезпекою підпущення	Співвідношення суми лужних катіонів натрію і калію з урахуванням вмісту магнію до суми всіх катіонів, %				Клас якості води
	Чорноземні ґрунти суглинкові середньої високобуферн	Чорноземні ґрунти суглинкові низькобуферн	Чорноземні ґрунти глинисті середньої високобуферні	Чорноземні ґрунти глинисті низькобуферні	
I	Менше ніж 50	Менше ніж 45	Менше ніж 40	Менше ніж 35	
II	» 45 »	» 40 »	» 35 »	» 30 »	
I	Від 50 до 55	Від 45 до 50	Від 40 до 45	Від 35 до 40	
II	» 45 » 50	» 40 » 45	» 35 » 40	» 30 » 35	
I	Понад 55	Понад 50	Понад 45	Понад 40	
II	Понад 50	Понад 45	Понад 40	Понад 35	

Однак необхідно враховувати, що територія Дніпропетровської області розташована в зоні південного Степу України, де переважають чорноземи із важким гранулометричним складом, які характеризуються помірною протисолонцювальною буферною здатністю. За таких умов навіть незначне перевищення рівня лужних катіонів може спричинити прискорений розвиток

процесів осолонцювання. Таким чином, для забезпечення обґрунтованого та безпечного застосування меліоративних заходів доцільно орієнтуватися саме на розрахунковий показник, який вказує на непридатність зазначеної води для зрошення без попереднього покращення її якісного складу або впровадження обмежувальних заходів.

Таблиця 3.6 – Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою її осолонцювання

Глибина, м	pH	Показник	Аніони					Катіони				Всього
			CO_3^{2-}	HCO_3^{-1}	Cl^{-1}	SO_4^{2-}	сума	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^{+1}	сума	
		Еквівалентна маса	30	61	35,5	48		20	12	23		
0-0,25	8,21	мекв/100г	0	0,0361	0,0845	0,234	0,3546	0,19	0,429	0,3261	0,3261	
		%	0	0,00220	0,00300	0,01123	0,01643	0,00380	0,00515	0,00750	0,01645	0,03288
		%-екв	0	10,2	23,8	66,0	100	58,3	131,6	100,0	100	

Як видно з Таблиці 3.6, розрахований показник співвідношення для зрошувальної води ПП «Перемога АВК» значно перевищує граничне значення для чорноземів Південного Степу, що однозначно відносить її до III класу – «Непридатна» за ризиком осолонцювання

Якість зрошувальної води за небезпекою її токсичного впливу на рослини оцінюють за водневим показником pH , за вмістом лужності від нормальних карбонатів (CO_3^{2-}) і вмістом аніона хлору (Cl^{-1}) відповідно до таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 - Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою її токсичного впливу на рослини за поливів дощуванням

Показники якості гади			Токсичні іони, еквівалентів Cl	Клас якості води
pH	CO_3^{2-} , мекв/дм ³	Cl, мекв/дм ³		
Від 6,5 до 7,5	Відсутній	Менше ніж 3,0	Менше ніж 15	I
» 5,5 » 6,4 » 7,6 » 8,8	Від 0,1 до 0,6	Від 3,0 до 15,0	Від 15 до 40	II
Понад 8,8 Менше ніж 5,5	Понад 0,6	Понад 15	Понад 40	III

Так як, 8.1, і $Cl^{-1} = 6.0$ мекв/дм³, тоді клас якості води II- обмежено придатна.

За результатами аналізу якості зрошувальної води відповідно до ДСТУ 2730:2015 встановлено, що вода є обмежено придатною за більшістю показників, зокрема за рівнем pH та токсичною лужністю. Однак надмірні пропорції натрію до калію (53,8 %), що свідчить про дуже високий ризик осолонцювання, через що вода вважається непридатною для зрошення. Крім того, загальний вміст токсичних солей перевищує допустимі норми для важких ґрунтів, що вказує на значний ризик іригаційного засолення. Така вода потребує попередньої обробки або обмеженого застосування залежно від типу ґрунтів.

3.3.2 Характеристика зрошуваних ґрунтів

Аналіз ґрунтів, зібраних з глибини 0–30 см на території площею 3438 гектарів, виявив наступні характеристики. Реакція ґрунтового розчину коливається від нейтральної (pH 6,63) до слаболужної (pH 7,87), не перевищуючи критичних меж. Загальний вміст солей становить від 0,06269 до 0,09899 %, з яких токсичні солі складають від 0,0505 до 0,0896 %. Це дозволяє класифікувати ґрунти як незасолені відповідно до таблиці 2.3, де для слабозасолених ґрунтів із сульфатним типом засолення порогове значення перевищує 0,15 %.

Аналіз аніонного складу показав домінування сульфатів, а вміст хлорид-іону не перевищує 0,3 мг-екв/100 г ґрунту, що також залишається нижче порогу токсичності. Солі рівномірно поширені в ґрунтовому профілі, що свідчить про стабільність ґрунтового середовища.

Таблиця 3.8 - Класифікація ґрунтів за ступенем засолення (вміст токсичних солей)

Ступінь засолення	Сума токсичних солей (%) залежно від типу засолення
	Хлоридний
Незасолені	Менше 0,03
Слабозасолені	0,03-0,1
Середньо-засолені	0,1-0,3
Сильно-засолені	0,3-0,6
Дуже сильно-засолені	Більше 0,6

Катіонний склад також підтверджує низький ризик солонцюватості. Вміст натрію в ґрунтово-поглинаючому комплексі складає від 1,5 до 2,97 %, що не перевищує критичну межу у 3 %. Отже, ґрунти не є солонцюватими. Проте виявлено явище содопроявлення — співвідношення $HCO_3^- / Ca^{2+} + Mg^{2+} > 1$, зокрема на рівні 1,2. Це може свідчити про початкові зміни в іонному складі ґрунту, які потенційно пов'язані з тривалим зрошенням лужною водою.

Агрохімічний аналіз ґрунтів також вказує на високий рівень родючості. Вміст гумусу в верхньому шарі ґрунту (0–30 см) коливається від 2,2 до 3,3 %, що відповідно до класифікації ДСТУ 4362 – 2004 вважається середнім та підвищеним рівнем. Вміст нітратного азоту у більшості проб значно перевищує 100 мг/кг, досягаючи навіть 394,5 мг/кг у деяких випадках. Це свідчить про дуже високий рівень забезпечення, але вимагає контролю для уникнення нітратного забруднення водоносного горизонту. Показники рухомого фосфору (33,3–57 мг/кг) також підтверджують високу фосфорну забезпеченість. Таке поєднання гумусу, азоту і фосфору створює сприятливі умови для інтенсивного землеробства, за умови дотримання водного режиму.

Ступінь забруднення та ризики деградації визначаються не лише абсолютними концентраціями речовин, але й балансом між токсичними та

нетоксичними іонами, рівнем підлуження, осолонцюванням та гідрогеологічними умовами. Враховуючи глибоке (>5 м) залягання ґрунтових вод, ризик вторинного засолення або підняття солей у зону кореневого шару є мінімальним. Відсутність локальних аномалій солевого складу в пробах підтверджує цей висновок.

4 ХІМІЧНА МЕЛІОРАЦІЯ, ЯК ЗАХІД З ПОПЕРЕДЖЕННЯ ДЕГРАДАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У ГОСПОДАРСТВІ

4.1 Принципи та механізми дії хімічної меліорації

Хімічна меліорація ґрунтів є невід'ємною складовою комплексу агрохімічних та меліоративних заходів, що спрямовані на системне поліпшення фізико-хімічних властивостей ґрунтового покриву та оптимізацію його хімічного складу та структури. Це не просто внесення певних речовин, а цілісна стратегія, що базується на глибокому розумінні ґрунтових процесів та їх взаємодії з навколишнім середовищем.

Сучасні підходи до хімічної меліорації ґрунтів ґрунтуються на принципі комплексності, що передбачає інтеграцію з іншими видами меліоративних заходів, такими як гідротехнічна та агротехнічна меліорація, а також із сучасними агрохімічними прийомами. Такий синергетичний підхід дозволяє досягти максимально ефективного та сталого результату [45]. Так, наприклад, у посушливих степових регіонах України, де поширені солонцеві ґрунти, гіпсування ефективно поєднується з протиерозійними захисними насадженнями, що забезпечує не лише хімічне поліпшення, але й запобігає деградації ґрунтів та сприяє їхньому водозбереженню [46].

Ключовим аспектом є екологічна обґрунтованість всіх меліоративних заходів. Це вимагає ретельного аналізу природних умов конкретного регіону, зокрема ґрунтових характеристик та біогеохімічних циклів. Будь-яка зміна одного фактора в екосистемі, такої як внесення меліорантів, неминуче викликає корекцію інших її компонентів, що вимагає прогнозування можливих наслідків та мінімізації негативного впливу на біорізноманіття та водні ресурси [47].

Важливою особливістю хімічної меліорації є її періодичність. Довготривалий ефект від внесення меліорантів здебільшого обмежується періодом від 10 до 15 років, після чого необхідне повторення процедур для підтримання оптимальних показників. Наприклад, для кислих ґрунтів вапнування, як правило, повторюють один раз на ротацію сівозміни, що відповідає періоду від 5 до 7 років, залежно від культивованих рослин та інтенсивності винесення кальцію [48]. Навіть за умов оптимальних доз та термінів, з часом відбувається зниження ефективності меліорантів через вимивання або перетворення у важкодоступні форми [49].

Механізми дії хімічної меліорації є багатогранними та охоплюють низку ключових процесів у ґрунті. Одним з найважливіших є нейтралізація кислотності або лужності ґрунту, що є основою для оптимізації реакції ґрунтового розчину (pH). Вапнування, що передбачає внесення карбонату кальцію ($CaCO_3$) або оксиду кальцію (CaO), ефективно усуває надмірну кислотність, замінюючи іони водню (H^+) та алюмінію (Al^{3+}) на іони кальцію (Ca^{2+}) у ґрунтовому поглинальному комплексі [45]. Це зменшує токсичну дію рухомого алюмінію на кореневі системи рослин та підвищує доступність багатьох поживних елементів. У свою чергу, гіпсування (внесення $CaSO_4 \cdot 2H_2O$) є основним методом нейтралізації лужності солонцюватих ґрунтів, де надмірний вміст натрію (Na^+) зумовлює дефлокуляцію ґрунтових частинок та погіршення їх структури. Гіпс, витісняючи Na^+ з ґрунтового поглинального комплексу та замінюючи його на Ca^{2+} , сприяє коагуляції колоїдів та покращенню фізичних властивостей ґрунту [49].

Крім того, меліоранти відіграють значну роль у поліпшенні структури ґрунту. Зокрема, гіпс, завдяки здатності іонів кальцію з'єднувати частинки глини та мулу, сприяє утворенню водостійких агрегатів. Це зменшує ущільнення ґрунту, покращує його пористість та аерацію, що є критично важливим для нормального функціонування корневих систем рослин та життєдіяльності ґрунтової мікрофлори [50].

Оптимізація pH ґрунту, що досягається завдяки хімічній меліорації, також стимулює біологічну активізацію ґрунту. Сприятливе середовище сприяє

інтенсивному розвитку корисних мікроорганізмів, таких як азотфіксатори, нітрифікатори, а також дощових черв'яків, які відіграють ключову роль у трансформації органічних речовин та формуванні ґрунтової структури [47] а. Збільшення біологічної активності ґрунту на пряму корелює з підвищенням його родючості та стійкості.

Важливим аспектом є також детоксикація ґрунту. Хімічна меліорація сприяє іммобілізації важких металів (наприклад, свинцю, кадмію) та радіонуклідів у ґрунті, зменшуючи їх надходження у рослини та, відповідно, в харчовий ланцюг. Це відбувається за рахунок формування менш розчинних сполук та адсорбції цих елементів на поверхні новоутворених мінеральних фаз або на ґрунтових колоїдах [51].

Серед найбільш поширених хімічних меліорантів виділяють вапняне борошно, що застосовується на кислих ґрунтах з pH менше 5.5. Його основна дія полягає в нейтралізації іонів H^+ та підвищенні доступності фосфору для рослин, який у кислих ґрунтах часто переходить у важкодоступні форми [48]. Гіпс використовується переважно для меліорації солонцюватих та солончакуватих ґрунтів, витісняючи іони Na^+ та зменшуючи загальну лужність [49]. Фосфоритне борошно є ефективним для ґрунтів, що відчувають дефіцит фосфору, збагачуючи їх цим важливим елементом та підвищуючи буферну здатність ґрунту [50]. Торф, хоча і не є класичним хімічним меліорантом у прямому сенсі, використовується для покращення властивостей піщаних ґрунтів, підвищуючи їхню ємність катіонного обміну та здатність утримувати вологу, що опосередковано впливає на доступність поживних речовин [47].

З правової точки зору, в Україні хімічна меліорація земель регулюється Законом України «Про меліорацію земель» [52]. Згідно з цим нормативно-правовим актом, хімічна меліорація охоплює роботи з гіпсування, вапнування та фосфоритування ґрунтів. Проведення цих заходів має суворо відповідати встановленим екологічним нормативам та здійснюватися в рамках комплексних державних або регіональних програм з відновлення та підвищення родючості

земель [52]. Це забезпечує системний підхід до управління ґрунтовими ресурсами та запобігає можливим негативним наслідкам.

4.2 Методи діагностики деградованих ґрунтів

Діагностика деградованих ґрунтів є фундаментальним елементом ефективного управління земельними ресурсами, тому що дає можливість детально оцінити стан ґрунтового покриву та виявити типи, рівні й першопричини деградаційних процесів. Цей інтегрований підхід вимагає поєднання різних методів, таких як польові дослідження, лабораторний аналіз, сучасні технології вимірювання і моделювання, а також використання дистанційного зондування Землі [53].

Польові дослідження є початковим етапом діагностики, що надають безпосередні дані про морфологічні ознаки деградації. Вони дозволяють фахівцям швидко визначити зовнішні прояви ерозії, ущільнення ґрунту, дегуміфікації, засолення та інших макроскопічних змін [54]. Важливим аспектом польових робіт є систематичний відбір зразків ґрунту з різних глибин і ділянок, що забезпечує точність даних для подальшого аналізу [55]. Для спостереження за деградацією з плином часу організовуються стаціонарні моніторингові майданчики [56].

Лабораторні методи забезпечують кількісну та якісну оцінку фізико-хімічних, біологічних та агрохімічних властивостей ґрунту. Це включає аналіз вмісту гумусу, рН, електропровідності, гранулометричного складу та вмісту токсичних елементів [57]. Біологічний аналіз оцінює мікробіологічну активність і життєздатність організмів у ґрунт [58] і. Агрохімічний аналіз допомагає визначити рівень макро- та мікроелементів, а також наявність пестицидів та важких металів [59].

Сучасні інструментальні та моделюючі методи розширюють можливості діагностики і прогнозування. Фізичне та математичне моделювання допомагають імітувати процеси ерозії й оцінити втрати ґрунту, а геоінформаційні системи забезпечують просторове моделювання деградації, використовуючи дані з різних джерел [60]. Математичне моделювання використовує складні алгоритми для прогнозування розвитку деградаційних процесів, оцінки їх інтенсивності та просторового поширення, що є незамінним інструментом для розробки довгострокових стратегій [64]. Геоінформаційні системи (ГІС-технології) забезпечують просторове моделювання деградації ґрунтів, інтегруючи дані з різних джерел, аналізуючи супутникові знімки та створюючи детальні карти деградованих територій, що значно підвищує ефективність планування заходів [62].

Діагностика деградованих ґрунтів є основою ефективного управління земельними ресурсами, оскільки вона забезпечує всебічну оцінку стану ґрунтового покриву, дозволяє ідентифікувати види, ступінь та основні причини процесів деградації. Цей підхід вимагає інтеграції різноманітних методик, серед яких польові обстеження, детальні лабораторні аналізи, сучасні інструментальні та моделюючі технології, а також можливості дистанційного зондування Землі [53].

Польові методи є першим кроком у діагностиці, надаючи безпосередні дані про морфологічні ознаки деградації. Візуальне обстеження дозволяє фахівцям швидко виявляти прояви ерозії (водної, вітрової), ущільнення ґрунту (підпливна підшва, плужна підшва), дегуміфікацію (зміна кольору ґрунту), ознаки засолення та інші макроскопічні зміни, що свідчать про деградаційні процеси [54]. Важливим аспектом польових робіт є систематичний відбір зразків ґрунту. Проби беруться з різних глибин ґрунтового профілю, з урахуванням специфіки території, наявності джерел забруднення або інтенсивності ерозійних процесів, що забезпечує репрезентативність даних для подальшого лабораторного аналізу [55]. Для моніторингу динаміки деградації в часі, що є критично важливим для прогнозування та розробки превентивних заходів, організовуються стаціонарні

моніторингові площадки або полігони, де спостереження проводяться регулярно протягом тривалого періоду [56].

Лабораторні методи є основою для кількісної та якісної оцінки фізико-хімічних, біологічних та агрохімічних властивостей ґрунтів. Фізико-хімічний аналіз включає визначення вмісту гумусу, який є ключовим показником родючості ґрунту; показники реакції ґрунтового розчину (pH); електропровідність та вміст легкорозчинних солей для оцінки ступеня засолення; гранулометричний склад, що визначає механічні властивості ґрунту; щільність та водопроникність, що характеризують фізичну деградацію, а також вміст потенційно токсичних елементів (важких металів, радіонуклідів) [57]. Біологічний аналіз зосереджений на оцінці мікробіологічної активності ґрунту (наприклад, активності ферментів, інтенсивності дихання ґрунту), біологічної продуктивності, що відображає життєдіяльність ґрунтових організмів, та загальному вмісту органічної речовини, яка є джерелом живлення для мікрофлори та основою ґрунтової структури [58]. Агрохімічний аналіз дозволяє оцінити забезпеченість ґрунту макро- та мікроелементами, необхідними для рослин, а також виявити наявність та концентрацію залишків пестицидів і важких металів, що можуть мати токсичну дію [59].

Сучасні інструментальні та моделюючі методи розширюють можливості діагностики та прогнозування. Фізичне моделювання, яке проводиться як у лабораторних умовах, так і в полі (наприклад, за допомогою дощувальних установок), дозволяє імітувати процеси ерозії та оцінювати втрати ґрунту від водного або вітрового впливу [60]. Математичне моделювання використовує складні алгоритми для прогнозування розвитку деградаційних процесів, оцінки їх інтенсивності та просторового поширення, що є незамінним інструментом для розробки довгострокових стратегій [66]. Геоінформаційні системи (ГІС-технології) забезпечують просторове моделювання деградації ґрунтів, інтегруючи дані з різних джерел, аналізуючи супутникові знімки та створюючи детальні карти деградованих територій, що значно підвищує ефективність планування заходів [62].

Дистанційні методи є революційним інструментом для масштабного моніторингу стану ґрунтів. Дистанційне зондування Землі, яке включає використання супутникових та аерофотознімків, дозволяє оперативно виявляти зміни у ґрунтовому покриві за такими показниками, як зміна кольору ґрунту, зміни в рослинному покриві (індекси вегетації) та трансформації структури поверхні ґрунту, що є маркерами різних типів деградації (наприклад, засолення, ерозія, опустелювання) [63,]. Інтерпретація даних дистанційного моніторингу є важливим етапом, що передбачає поєднання отриманих зображень з результатами польових та лабораторних досліджень. Такий інтегрований підхід забезпечує комплексну та високоточну оцінку стану ґрунтів на великих територіях, що дозволяє виявляти проблемні ділянки та приймати своєчасні управлінські рішення [64].

Діагностичні критерії деградації ґрунтів охоплюють ряд показників, які свідчать про зміни їхніх властивостей. Серед них: зниження вмісту гумусу, що є прямим показником дегуміфікації та втрати органічної речовини [55]; підвищення щільності та зниження шпаруватості, що вказує на фізичну деградацію (ущільнення) [57]; підвищення засоленості та зміна рН, які є індикаторами хімічної деградації [57, 59]; зниження біологічної активності ґрунту (зокрема, зменшення кількості та різноманітності ґрунтової мікрофлори), що свідчить про біологічну деградацію [58]; збільшення ерозійних втрат, які кількісно оцінюються за допомогою загально визнаних моделей, таких як USLE (Універсальне рівняння втрат ґрунту), RUSLE (Модифіковане універсальне рівняння втрат ґрунту), WEPP (Модель водних та вітрових ерозійних процесів) та інші [61]. Окремим, але не менш важливим критерієм є виявлення забруднення ґрунту, тобто наявність надмірних концентрацій важких металів, залишків пестицидів або радіонуклідів [57, 59].

Сучасні тенденції в діагностиці деградованих ґрунтів акцентують увагу на синергетичному поєднанні традиційних лабораторних методів з передовою аналітикою супутникових знімків та ГІС-аналізом. Така інтеграція дозволяє значно підвищити точність, оперативність та просторову деталізацію оцінки стану деградованих ґрунтів, що забезпечує формування обґрунтованих рішень щодо їх

відновлення та охорони [62]. Крім того, важливим напрямом є розробка та впровадження національних стандартів та методик моніторингу деградації ґрунтів, що відповідають міжнародному досвіду та рекомендаціям, що дозволяє уніфікувати підходи до оцінки та забезпечити порівнянність даних на глобальному рівні [55].

Таким чином, діагностика деградованих ґрунтів є складною, багатокомпонентною системою, що передбачає інтеграцію польових, лабораторних, інструментальних і дистанційних методів. Цей комплексний підхід дозволяє не лише виявити та класифікувати різні типи деградації, а й оцінити причини та ступінь їхнього розвитку, що є основою для розробки та ефективного впровадження заходів з охорони, відновлення та раціонального використання ґрунтових ресурсів [55, 53, 54].

4.3 Обґрунтування доцільності застосування хімічної меліорації для ґрунтів ПП «Перемога АВК»

Ефективне управління земельними ресурсами в умовах інтенсивного землеробства та зрошення вимагає системного підходу до підтримки та підвищення родючості ґрунтів. Хоча зрошення має беззаперечні переваги для підвищення врожайності, воно також несе ризики хімічної деградації ґрунтового покриву, особливо при використанні води низької якості. Аналіз зрошувальної води, що застосовується на землях ПП «Перемога АВК», вказує на її обмежену придатність або навіть непридатність за деякими агрономічними критеріями, визначеними в ДСТУ 2730:2015.

Зокрема, ця вода має високу мінералізацію— $2,156 \text{ г/дм}^3$ —і значний вміст небезпечних іонів, таких як натрій (Na^+) на рівні $15,0 \text{ мг-екв/дм}^3$ та хлориди (Cl^-) на рівні $6,0 \text{ мг-екв/дм}^3$. Розраховане співвідношення $(\text{Na}^+ + \text{K}^+)/(\Sigma \text{ катіонів})$, з

урахуванням перевищення магнію над кальцієм, становить 53,8%. Для ґрунтів Дніпропетровської області, яка розташована в зоні Південного Степу, критична межа цього показника для II класу ("Обмежено придатна") відповідно до Таблиці 3 ДСТУ 2730:2015 становить 46%. Перевищення цієї межі свідчить про те, що зрошувальна вода за критерієм небезпеки осолонцювання ґрунтів класифікується як III клас - «Непридатна». Це створює високий ризик розвитку солонцювання, що неминуче призводить до руйнування ґрунтової структури, погіршення фізичних властивостей, таких як водопроникність та аерація, і, зрештою, зниження родючості та продуктивності сільськогосподарських угідь. Додатково, вода відноситься до II класу ("Обмежено придатна") за критеріями небезпеки підлучення ґрунтів та токсичного впливу на рослини, що також підкреслює її несприятливий хімічний склад.

З огляду на ці фактори, застосування хімічної меліорації на ґрунтах ПП «Перемога АВК» є доцільним і обґрунтованим. Хімічна меліорація є ефективним інструментом для нейтралізації негативного впливу зрошувальної води з підвищеним вмістом натрію та солей, а також для запобігання та усунення вже існуючих деградаційних процесів.

Основним напрямком хімічної меліорації в даному випадку є гіпсування. Використання гіпсу (сульфату кальцію, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$) є ключовим агрохімічним заходом для поліпшення солонцюватих ґрунтів. Принцип дії гіпсу полягає в заміщенні надлишкового натрію (Na^+), що адсорбований у ґрунтовому поглинальному комплексі, на іони кальцію (Ca^{2+}). Іони кальцію, маючи вищу здатність до коагуляції, сприяють формуванню стійких водостійких агрегатів з дрібних ґрунтових частинок. Це покращує структуру ґрунту, підвищує його водопроникність і аерацію, що, в свою чергу, сприяє вимиванню надлишку натрію та інших розчинних солей з кореневмісного шару ґрунту.

Крім гіпсу, для комплексного вирішення проблем солонцювання та підлучення можуть бути розглянуті інші меліоранти:

- Фосфогіпс - побічний продукт промисловості, що також містить сульфат кальцію і може бути економічно вигідною альтернативою природному гіпсу.
- Інші кальційвмісні матеріали (наприклад, дефекат, вапняні матеріали з низьким вмістом карбонатів та високим вмістом гіпсу), вибір яких залежить від конкретного хімічного складу ґрунту та доступності меліорантів.

Дози та частота внесення меліорантів повинні розраховуватися індивідуально для кожного поля ПП «Перемога АВК» на основі детального агрохімічного обстеження ґрунтів. Важливо враховувати не лише поточний стан ґрунту, але й тривалий вплив зрошувальної води. Регулярний моніторинг показників якості зрошувальної води та агрохімічних властивостей ґрунту є необхідною умовою для забезпечення довгострокової ефективності меліоративних заходів і запобігання подальшій деградації земельних ресурсів.

Таким чином, застосування хімічної меліорації, зокрема гіпсування, є не лише рекомендованим, а життєво необхідним заходом для забезпечення стабільності та підвищення продуктивності агроценозів на землях ПП «Перемога АВК» в умовах використання зрошувальної води, що загрожує осолонцюванню та засоленню ґрунтів. Це дозволить зберегти цінний чорноземний покрив і забезпечити стійке ведення сільського господарства.

Внесення хімічних меліорантів є важливим чинником у системі покращення родючості ґрунтів, оскільки дозволяє коригувати їх кислотність, солоність та інші фізико-хімічні характеристики. Ефективність цього процесу значною мірою залежить від технологій, які постійно удосконалюються з урахуванням новітніх досягнень у галузі агрохімії, прецизійного землеробства та машинобудування.

Традиційні методи, такі як рівномірне внесення вапнякового або доломітового борошна, залишаються поширеними у господарствах з обмеженим доступом до сучасних технологій. Однак цей підхід має суттєвий недолік – він не враховує просторову мінливість ґрунтових характеристик, що може призводити до недостатнього внесення на одних ділянках та надмірного на інших. Це, в свою

чергу, знижує економічну ефективність меліоративних заходів і підвищує ризик порушення ґрунтового балансу.

На противагу традиційним методам, диференційоване внесення меліорантів (ДВМ), що ґрунтується на принципах точного землеробства, забезпечує оптимальне дозування відповідно до локальних потреб ґрунту. Ця технологія використовує GPS-навігацію, геоінформаційні системи (ГІС) та спеціалізоване обладнання, таке як розкидачі з автоматичним регулюванням норм внесення. Дослідження свідчать, що застосування ДВМ може зменшити витрати на меліоранти на 15–25% при одночасному підвищенні ефективності меліорації. Ключовим етапом цього процесу є попереднє сканування поля з аналізом кислотності, вмісту солей та інших параметрів, що дозволяє створити детальні картограми для подальшого програмного управління внесенням.

Локальне внесення меліорантів є особливо важливим у випадках неоднорідного розподілу проблемних зон, таких як ділянки з підвищеною кислотністю або засоленням. Цей метод передбачає точне подавання меліорантів у кореневу зону рослин або безпосередньо в рядки під час посіву, що забезпечує швидку корекцію несприятливих умов без обробки всього поля. Дослідження показують, що локальне внесення гіпсу або фосфогіпсу може підвищити ефективність меліорації на 30–40% у порівнянні з рівномірним внесенням.

Для зрошуваних земель, які піддаються ризику вторинного засолення, актуальним є внесення меліорантів разом із поливною водою. Ця технологія передбачає розчинення гіпсу або інших меліорантів у воді з подальшою подачею через систему зрошення, що забезпечує рівномірний розподіл і швидке проникнення у ґрунтовий профіль. Таке рішення є особливо ефективним для рекультивації солончаків, оскільки допомагає вимивати надлишкові солі та покращувати структуру ґрунту.

Важливим аспектом технології внесення є правильний вибір часу і умов проведення робіт. Найбільш ефективним вважається внесення меліорантів восени або ранньою весною, що дозволяє їм повністю прореагувати з ґрунтом до початку

вегетації. Оптимальна вологість ґрунту покращує розчинення та міграцію речовин, тому в сухі періоди доцільно проводити додаткове зволоження. Крім того, поєднання меліоративних заходів із внесенням органічних добрив значно підсилює їх дію через підвищення біологічної активності ґрунту.

Отже, сучасні технології внесення хімічних меліорантів забезпечують гнучкість та точність агрохімічних рішень, що дозволяє максимально адаптувати їх до конкретних умов господарства. Впровадження прецизійних методів, таких як ДВМ і локальне внесення, не лише підвищує ефективність меліорації, але й сприяє раціональному використанню ресурсів, зменшуючи антропогенний вплив на агроєкосистеми.

4.4 Технології внесення хімічних меліорантів

Ефективність хімічної меліорації ґрунтів безпосередньо залежить від застосовуваних технологій внесення меліорантів, які мають забезпечити їх оптимальний розподіл та взаємодію з ґрунтовим розчином і твердою фазою. Сучасні підходи до внесення меліорантів ґрунтуються на принципах точного дозування, адаптованого до специфічних потреб різних ділянок поля, та використанні високотехнологічного обладнання. Особливу роль у контексті зрошувального землеробства відіграє підготовка зрошувальної води, яка може виступати як носій меліорантів, так і як фактор, що вимагає попередньої корекції.

Традиційне рівномірне внесення меліорантів, таких як вапнякове борошно, гіпс або доломітове борошно, передбачає їх розподіл по всій площі поля за допомогою сільськогосподарських розкидачів. Цей метод може бути доцільним на полях з високим ступенем однорідності ґрунтового покриву та стабільно однаковим рівнем кислотності або засолення. Проте, його суттєвим недоліком є потенційна неефективність та економічна невиправданість на неоднорідних

ділянках, оскільки існує ризик перевитрат меліорантів у зонах з меншою потребою та, навпаки, недостатнього внесення на дійсно проблемних ділянках, що знижує загальну ефективність меліоративних заходів [65].

Значно підвищити точність та економічну ефективність дозволяє диференційоване внесення меліорантів (ДВМ), що є невід'ємною складовою системи точного землеробства. Ця технологія базується на використанні глобальних систем позиціонування (*GPS*), геоінформаційних систем (ГІС) та детальних картограм стану ґрунту, які відображають просторову варіабельність таких показників, як *pH*, електропровідність, вміст гумусу та гранулометричний склад [62]. Норма внесення меліорантів автоматично коригується залежно від конкретних географічних координат ділянки, що дозволяє максимально точно впливати на проблемні зони ґрунтового покриття. Основними компонентами системи ДВМ є *GPS*-приймач для точного позиціонування, бортовий комп'ютер для обробки даних та формування завдань, контролер норми внесення, що регулює подачу меліоранту, а також датчики швидкості руху агрегату. Ця технологія не тільки забезпечує значну економію меліорантів, але й підвищує екологічну безпеку, мінімізуючи надмірне внесення, та суттєво збільшує ефективність меліоративних заходів, оптимізуючи умови для росту культур [62; 66].

Локальне внесення меліорантів є іншим спеціалізованим підходом, при якому меліоранти подаються безпосередньо у зони кореневого живлення рослин або в рядки під час посіву. Цей метод особливо актуальний для ділянок з вираженими, але обмеженими у просторі проблемами, такими як локальні осередки сильного засолення або надмірного підкислення. Його перевага полягає у цілеспрямованій дії на найбільш уражені ділянки, що дозволяє раціонально використовувати меліоранти та забезпечувати швидшу реакцію ґрунту. Локальне внесення може бути інтегроване з процесом посіву або культивування, а також поєднуватися з одночасним внесенням мінеральних добрив та мікроелементів для комплексного покращення умов живлення рослин [67].

Внесення меліорантів з поливною водою (фертигація) є високоефективним методом, особливо актуальним для зрошуваних земель, що стикаються з проблемою засолення, як у випадку ПП «Перемога АВК». Ця технологія дозволяє інтегрувати меліоративні заходи безпосередньо в процес зрошення. Гіпс або фосфогіпс розчиняються у воді (або подаються у вигляді суспензії) і рівномірно розподіляються по полю через зрошувальну систему. Це забезпечує глибоке проникнення меліоранту в ґрунтовий профіль, що є критично важливим для вимивання натрію та зниження ризику його накопичення, а також сприяє покращенню структури ґрунту, підвищенню його водопроникності та ефективності дренажу [49].

Формули для розрахунку норми внесення гіпсу:

Норма гіпсу для нейтралізації токсичної лужності доза гіпсу розраховується за формулою з ДСТУ 2730:2015:

$$D = 0,086 * (HCO_3^- - Ca^{2+}) * V$$

Де:

- $(HCO_3^- - Ca^{2+})$ — токсична лужність (мекв/дм³). З наданих даних, $HCO_3^- = 2.65$ мекв/дм³.
- V — об'єм води для обробки (наприклад, на 1 га при поливній нормі 3000 м³/га).
- 0,086 — коефіцієнт переведення мекв у кг гіпсу.

$$D = 0.086 \cdot 2.65 \cdot 3000 = 237 \text{ кг/га}$$

Розрахункова доза гіпсу ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) у кількості 237 кг/га визначена на підставі аналізу токсичної лужності зрошувальної води згідно з методикою ДСТУ 2730: 2015. Ця кількість меліоранту забезпечує нейтралізацію надлишкових гідрокарбонатів та попереджає процеси вторинного засолення ґрунтів. Внесення рекомендовано здійснювати методом фертигації, що дозволяє досягти рівномірного розподілу речовини в кореневому шарі ґрунту. Оптимальний термін аплікації - до вегетаційного періоду для забезпечення повної хімічної взаємодії меліоранту з ґрунтовим комплексом.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

У приватному підприємстві «Перемога АВК» відповідальність за охорону праці покладена на директора, який також виконує обов'язки інженера з охорони праці. Якщо кількість працівників менша за 50, функції служби охорони праці можуть виконуватися спеціально підготовленою особою на умовах сумісництва. У даному випадку відповідальність покладена на першого заступника директора, оскільки чисельність працівників не перевищує 50. Директор підприємства, Клименко Володимир Іванович, контролює проведення профілактичних заходів, дотримання технологічних процесів, стан обладнання та використання засобів індивідуального захисту, а також надає допомогу постраждалим у випадку нещасних випадків.

На підприємстві організовуються інструктажі з охорони праці відповідно до затверджених інструкцій. Усі нові працівники проходять вступний інструктаж, а безпосередні керівники проводять інструктажі на робочих місцях. Інструктажі можуть бути первинними (при прийомі на роботу), повторними (раз на півроку), позаплановими (при порушенні правил безпеки або зміні умов праці) та цільовими (під час ліквідації аварійних ситуацій). Факти проведення інструктажів фіксуються у відповідних журналах. Проблемами залишаються недостатня підготовка керівників підрозділів, що проводять інструктажі через брак фінансування, а також нерегулярна документація позапланових інструктажів при вводі в експлуатацію нового обладнання.

Працівникам надається спеціальний одяг, взуття та засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) у повному обсязі, але існують труднощі з придбанням спеціалізованих ЗІЗ для сільськогосподарських робіт. Деякі засоби захисту можуть бути застарілими. Для покращення безпеки на виробничих ділянках передбачені спеціальні куточки з інформацією щодо охорони праці. Територія підприємства

підтримується в чистоті: освітлюється в темний час доби, озеленена, а проїзди та проходи є вільними. Проте є недоліки, зокрема відсутність душових кімнат, недостатня кількість ЗІЗ під час ветеринарної обробки тварин, запах аміаку в тваринницьких приміщеннях та затримки з ремонтом обладнання.

Усі працівники підприємства проходять попередні та періодичні медичні огляди за рахунок роботодавця. Для тих, хто працює в важких або шкідливих умовах, передбачені додаткові оплачувані відпустки та пільги. Значні кошти виділяються на профілактичне оздоровлення.

Аналіз травматизму здійснюється на основі актів форми Н-1 та щорічного звіту за формою 7-ТВН. У 2020 році було зареєстровано два нещасні випадки з 14 днями непрацездатності. У 2021 році стався один випадок з 27 днями непрацездатності. Основними причинами травматизму є порушення правил техніки безпеки, недостатнє навчання та слабкий контроль за виконанням робіт. Однак з 2021 року до сьогодні на підприємстві не було зафіксовано нових нещасних випадків.

Для поліпшення ситуації в охороні праці рекомендовано відремонтувати душову кабінку, забезпечити наявність гарячої води, а також гарантувати працівникам усі необхідні ЗІЗ і теплий спецодяг. Також рекомендовано підвищити якість навчання з охорони праці, посилити контроль за виконанням потенційно небезпечних робіт, модернізувати обладнання і проводити регулярний ремонт. Необхідно придбати сучасну нормативно-технічну літературу та створити системи блокувань.

ВИСНОВОК

У результаті проведеного дослідження комплексно проаналізовано проблему деградації ґрунтів як на глобальному, так і на регіональному рівнях, з особливим акцентом на території ПП «Перемога АВК». Доведено, що деградаційні процеси, включаючи засолення, ерозію, зменшення вмісту гумусу та погіршення фізико-хімічних властивостей ґрунтів, становлять серйозну загрозу для аграрної галузі, особливо за умов посушливого клімату та нераціонального використання водних ресурсів для зрошення. Обґрунтовано практичне застосування хімічної меліорації як ключового методу зменшення шкоди від використання неякісної зрошувальної води та відновлення родючості ґрунтів на досліджуваній території.

У рамках роботи було встановлено, що зрошення водою III класу якості із підвищеним вмістом токсичних солей значно погіршує сольовий баланс ґрунтів. Зокрема, це проявляється у збільшенні коефіцієнта натрієвості та загальної мінералізації до рівнів, які перевищують агрономічно допустимі норми. Аналіз агрохімічних параметрів ґрунтів на території ПП «Перемога АВК» підтвердив наявність ознак вторинного засолення, що потребує негайного впровадження хімічної меліорації. Зокрема, було обґрунтовано ефективність застосування гіпсу та інших кальцієвих меліорантів. Ці речовини сприяють заміні обмінного натрію кальцієм, покращенню структури ґрунту та зменшенню його лужності. Окрім того, розроблено рекомендації щодо способів внесення меліорантів з урахуванням гідрогеологічних умов і типу ґрунту для досягнення максимальної ефективності.

Практичне значення одержаних результатів полягає у їхній безпосередній застосовності в діяльності ПП «Перемога АВК» для оптимізації режиму зрошення, зменшення засолення ґрунтів і підвищення урожайності сільськогосподарських культур. Запропоновані заходи також можуть бути адаптовані для інших господарств регіону зі схожими ґрунтово-кліматичними умовами. Дослідження показало важливість систематичного моніторингу стану якості зрошувальної води

та ґрунтів. Наголошено на необхідності поєднання хімічної меліорації із сучасними агротехнічними та організаційними підходами для досягнення сталих довготривалих результатів.

Результати дослідження дозволили досягти поставленої мети - розробити науково обґрунтовану систему хімічної меліорації, здатну ефективно протидіяти деградаційним процесам на території досліджуваного підприємства. Таким чином, отримані результати формують основу для поширеного впровадження принципів сталого землекористування, адаптованого до сучасних екологічних викликів у сфері охорони ґрунтових ресурсів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Докучаєв, В. В. (1952). Російський чорнозем: наукове видання. Харків – Київ: Державне видавництво сільськогосподарської літератури УРСР. – 460 с.
2. Кузьменко Я. В. Основи геології: навч. посіб. / Я. В. Кузьменко. - Київ: Центр учбової літератури, 2010. - 312 с.
3. Соколовський О. Л. Екологія ґрунтів: навч. посіб. / О. Л. Соколовський. - Львів: Афіша, 2003. - 240 с.
4. Ларінов П. А. Агрохімія : підручник / П. А. Ларінов. - Київ : Урожай, 2001. - 456 с.
5. Про охорону земель : Закон України від 19 черв. 2003 р. № 962-IV // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 39. – Ст. 349. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15#Text> (дата звернення: 08.03.2025)
6. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Status of the World's Soil Resources: Main Report. – Rome : FAO, 2015. – 650 p. – Available at: <https://www.fao.org/3/i5199e/i5199e.pdf> (дата звернення 08.03.2025).
7. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The Role of Biomass in Sustainable Development. – Rome : FAO, 2021. – 40 p. – Available at: <https://www.fao.org/3/cb7495en/cb7495en.pdf> (дата звернення: 08.03.2025).
8. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change and Land: An IPCC Special Report. – Geneva : IPCC, 2019. – 867 p. – Available at: <https://www.ipcc.ch/srccl-report> (дата звернення 08.03.2025).
9. Brady, N. C., Weil, R. R. The Nature and Properties of Soils. 15th ed. Boston: Pearson, 2016. 1080 с.
10. Бреді Н.С., Вейл Р.Р. Природа і властивості ґрунтів / Н.С. Бреді, Р.Р. Вейл. - 15-те вид. - Бостон: Пірсон, 2016. - С. 215

11. Лал Р. Деградація ґрунтів та стале землеробство // Журнал агрономії. - 2020. - Т. 112, № 4. - С. 52.
12. Наконечний Б. Оцінка фізичної деградації ґрунтів у межах природного середовища: навч. посіб. / Б. Наконечний. - Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2024. - 112 с
13. Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру. Методичні рекомендації щодо ведення моніторингу ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення. - Київ: Держгеокадастр, 2010. - 36 с.
14. Ковда В. А. Основы учения о почвах / В. А. Ковда. - М.: Наука, 1985. - 350с.
15. Шуляк О. М. Методи оцінки водної ерозії ґрунтів : матеріали наук.-практ. конф. – Житомир : ЖДУ ім. І. Франка, 2022. – С. 198–200. – Режим доступу: <https://dspace.zu.edu.ua/handle/123456789/14912> (дата звернення: 12.03.2025).
16. UNEP. World Atlas of Desertification. 2nd ed. - London: Edward Arnold, 1992. - Table 4: Continental and global extent of physical soil degradation in M ha. - 69 р.
17. Global map of salt-affected soils / Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). — Rome : FAO, 2022. — 119 р. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb9910en> (дата звернення: 12.03.2025).
18. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році [Електронний ресурс] / Міндовкілля України. – Київ, 2023. – 248 с. – Режим доступу: https://mepr.gov.ua/files/docs/zvit_2021.pdf (дата звернення: 12.03.2025).
19. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2023 році / Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. — Київ : Міндовкілля України, 2024. — 300 с. [Електронний ресурс]. — Режим доступу:

<https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/natsionalni-dopovidi-pro-stan-navkolyshnogo-pryrodnogo-seredovyshha-v-ukrayini/> (дата звернення: 12.03.2025).

20. Дніпропетровська обласна військова адміністрація. Звіт з оцінки впливу на довкілля (ОВД) [Електронний ресурс] / Дніпропетровська ОВА. – 2023. – Режим доступу: <https://eia.menr.gov.ua/> (дата звернення: 12.03.2025).

21. IPBES. The assessment report on land degradation and restoration / Montanarella L., Scholes R., Brainich A. (eds). Bonn: IPBES Secretariat, 2018. 708p.

22. Lal R. Soil carbon sequestration to mitigate climate change // *Geoderma*. 2004. Vol. 123, Issue 1-2. P. 1-22.

23. Закон України «Про охорону земель» № 962-IV від 19.06.2003 Закон України «Про охорону земель»: Закон України від 19 червня 2003 р. № 962-IV // *Відомості Верховної Ради України*. - 2003. - № 39. - Ст. 349.

24. Меліорація земель. Терміни та визначення: ДСТУ 8756:2017. - [Чинний від 2018-01-01]. - К.: Мінекономрозвитку України, 2017. - 17 с.

25. FAO. Voluntary Guidelines for Sustainable Soil Management (2017) Food and Agriculture Organization of the United Nations. Voluntary Guidelines for Sustainable Soil Management. - Rome: FAO, 2017. - 88 p.

26. Наказ Мінагрополітики № 164 від 22.07.2010 «Про затвердження Правил охорони земель» Про затвердження Правил охорони земель: Наказ Міністерства аграрної політики України від 22 липня 2010 р. № 164. - *Офіційний вісник України*. - 2010. - № 73. - Ст. 2589.

27. Наказ Мінагрополітики № 234 від 03.06.2015 «Про затвердження Методики проведення культуротехнічних робіт» Про затвердження Методики проведення культуротехнічних робіт: Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 3 червня 2015 р. № 234. - *Офіційний вісник України*. - 2015. - № 51. - Ст. 1682.

28. FAO. Soil Conservation and Management (2019) Food and Agriculture Organization of the United Nations. Soil Conservation and Management. - Rome: FAO, 2019. - 112 p.

29. ДСТУ 7169:2010 Система показників агроекологічної оцінки ґрунтів сільськогосподарського призначення. Основні положення. - [Чинний від 2011-01-01]. - Київ : Держспоживстандарт України, 2011. - 14 с.

30. Мінімальний обробіток ґрунту // Joiner.org.ua - Інформаційний аграрний портал. - Режим доступу: <https://joiner.org.ua/ahrotekhnolohiia/minimalnyy-obrobitok-gruntu.html> (дата звернення: 15.04.2025).

31. Національний стандарт України: ДСТУ 4884:2007 «Добрива органічні та органо-мінеральні. Терміни та визначення понять» / Держспоживстандарт України. - Київ, 2010. - 34 с.

32. Визначення відповідає «Державному стандарту ДСТУ 4114:2022 “Система органічного землеробства. Терміни та визначення”» (п. 3.12) [1], а також підкріплюється у праці Савчука В.М. «Сучасні агротехнології збереження ґрунтів» (Київ: Урожай, 2021. - С. 78-82) .

33. Визначення відповідає «Державному стандарту ДСТУ 7525:2014 “ґрунтознавство. Терміни та визначення основних понять”» (п. 4.15) [1], а також підтверджене у науковій праці Гончаренка С.І. «Сучасні технології в агрономії» (Київ: Аграрна освіта, 2020. - С. 112-115) .

34. Визначення базується на «Стратегії розвитку точного землеробства в Україні до 2030 року» (затверджені Міністерством аграрної політики та продовольства України, 2022 р., розділ 2.1) [1], а також підкріплюється у дослідженні Шевченка О.М. «Цифрові технології в агровиробництві» (Київ: Агроосвіта, 2023. - С. 54-60) .

35. Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру. Аналіз регуляторного впливу проекту постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку ведення реєстру деградованих, малопродуктивних земель та земель, що потребують консервації» [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим

доступу: <https://land.gov.ua/wp-content/uploads/2021/08/Аналіз-регуляторного-впливу.pdf> (дата звернення: 15.04.2025).

36. Агрокліматичний довідник по Дніпропетровській області (1986-2005рр.) / За редакцією О.Т Прохоренко, Т.І. Адаменко, - Дніпропетровськ: Поліграфічний центр ППВКФ «Поліграф-Медіа», 2011. – 231 с. 2. Барсук, С

37. Географічна енциклопедія України: в 3-х т. – К. : УРЕ, 1990 – 306 с

38. Офіційний сайт приватного підприємства «Перемога АВК» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://peremogaavk.com.ua/> (дата звернення)

39. Smith, T. та ін. *Advanced Irrigation Management in Arid Zones*. Springer, 2021. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mdpi.com/2624-7402/4/1/6> (дата звернення)

40. Smith T., Liu H., Rodriguez M. Advanced irrigation management in arid zones // *Smart Water*. – 2021. – Vol. 4, № 1. – Режим доступу: <https://www.mdpi.com/2624-7402/4/1/6>

41. *Soil Salinity Prevention Strategies* / І. Kovalchuk [та ін.]. – Київ : UAAS Press, 2022. – 198 с.

42. *Agricultural Water Management*. – 2023. – Т. 45, № 3. – С. 123–198.

43. *Precision Agriculture Journal*. – 2023. – Т. 12, Спец. вип. – С. 1–145.

44. *Agroecology and Sustainable Food Systems*. – 2023. – Т. 27, № 2. – С. 75–162. *Sustainable Agriculture Reviews*. – Т. 15 / ред. Е. Lichtfouse. – Berlin : Springer, 2023. – 385 с.

45. Лекція "Хімічна меліорація ґрунтів". Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного. доступно за посиланням: <http://www.tsatu.edu.ua/ros/ wp-content/uploads/sites/20/lekcija.himichna-melioracija-hruntiv.pdf>

46. Бальченко, В.І. (2018). *Меліорація земель*. Київ: Аграрна освіта.

47. Савчук, А.Я. (2020). *Екологічні основи раціонального використання земель*. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка

48. Держґрунтохорона. (2019). *Методичні рекомендації з вапнування кислих ґрунтів*. Київ: Держґрунтохорона.
49. Монографія "Хімічна меліорація кислих ґрунтів" (2019). Інститут землеробства НААН. (доступно за посиланням: https://zemlerobstvo.com/wp-content/uploads/2020/12/monografiya_himichna-melioratsiya-kislih-gruntiv_2019.pdf)
50. Закон України "Про меліорацію земель" від 14.01.2000 № 1389-XIV (із змінами). (доступно за посиланням: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ukr45187original.pdf>)
51. Матухно, В.В. (2017). *Хімічна меліорація ґрунтів*. Харків: ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. .
52. Терещенко, В.В. (2021). *Агрохімія та система удобрення*. Вінниця: ВНАУ.
53. Горлачук, В.В., Дем'янюк, О.С., та Снітінський, В.В. (2017). *Ґрунтознавство з основами географії ґрунтів*. Херсон: ХДАУ.
54. Литвиненко, А. (2019). *Польові методи досліджень у ґрунтознавстві*. Житомир: ЖНАЕУ.
55. Балюк, С.А., Медведєв, В.В., Мірошніченко, М.М., & Дегтярьов, В.В. (2018). *Моніторинг ґрунтів України*. Харків: ІА імені О.Н. Соколовського.
56. Медведєв, В.В., Лактошина, Н.М., та Ільченко, В.М. (2017). *Деградація ґрунтів: діагностика та профілактика*. Харків: ІА імені О.Н. Соколовського.
57. Позняк, С.П. (2017). *Ґрунтознавство*. Львів: ЛНУ імені Івана Франка.
58. Присяжна, Н.О. (2020). *Біологічна активність ґрунтів як індикатор їх стану*. Вісник аграрної науки, 3, 23-28.
59. Держґрунтохорона. (2019). *Методичні рекомендації з проведення агрохімічного обстеження ґрунтів*. Київ: Держґрунтохорона.
60. Кочубей, О. (2018). *Моделювання процесів деградації ґрунтів*. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва, 93(2), 76-83.

61. Третяк, А.М. (2021). *Моделювання ерозійних процесів в агроландшафтах*. Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія, 25(2), 145-152.
62. Приймачук, С.М. (2019). *Застосування ГІС-технологій у ґрунтознавстві*. Київ: НУБіП України.
63. Котвицька, Л. (2018). *Дистанційне зондування Землі в сільському господарстві*. Агроном, 12, 10-14.
64. Кузьмич, М.І. (2020). *Використання космічних знімків для моніторингу сільськогосподарських угідь*. Наукові доробки молоді: Збірник праць студентів та молодих вчених, 2(3), 112-117.
65. Захарова, М.В. (2016). *Доломітове борошно як меліорант та добриво*. Вісник аграрної науки Причорномор'я, 2(87), 133-138.
66. Монографія "Хімічна меліорація кислих ґрунтів" (2019). Інститут землеробства НААН. (доступно за посиланням: https://zemlerobstvo.com/wp-content/uploads/2020/12/monografiya_-himichna-melioratsiya-kislih-gruntiv_2019.pdf)
67. Терещенко, В.В. (2021). *Агрохімія та система удобрення*. Вінниця: ВНАУ.
68. Савчук, А.Я. (2020). *Екологічні основи раціонального використання земель*. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка.
69. Булигін, С.Ю., Світовий, О.С., & Гусак, В.В. (2017). *Системи точного землеробства*. Київ: НУБіП України.
70. Дзюба, В.В. (2021). *Точне землеробство: технології та перспективи*. Агрономічний вісник, 4(1), 54-58.
71. Глухов, А.В., Каленська, С.М., та Кравчук, В.І. (2019). *Локальне внесення добрив та меліорантів*. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету, 8(2), 78-83.
72. Куценко, Н.А. (2018). *Меліоративна ефективність систем зрошення та шляхи її підвищення*. Агроінженерія, 1, 33-38.

73. Ромащенко, М.І., Савіцька, Л.П., та Дегтярьов, В.В. (2018). *Управління водними ресурсами на зрошуваних землях*. Херсон: ХДАУ.

74. Карта деградації ґрунтів в Дніпропетровській області <https://nmc.dsns.gov.ua/upload/2/0/5/0/informaciinii-dovidnik-navcalno-metodicnogo-centru-civilnogo-zaxistu-ta-bezpeki-zittjediialnosti-dnipropetrovskoyi-oblasti.pdf> (дата звернення: 12.03.2025).

75. Карта деградації ґрунтів в Україні <https://www.imbf.org/karty/karta-degradatsii-pochv-ukrainy.html> (дата звернення: 12.03.2025).