



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Чорноморський національний університет  
імені Петра Могили

Кафедра управління земельними ресурсами

ЛАГНО ОЛЕКСАНДР СТАНІСЛАВОВИЧ

«Особливості використання земельних ресурсів в умовах прояву вітрової  
ерозії ґрунтів»

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти другого (магістерського) рівня  
галузі знань 19 «Архітектура та будівництво»  
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»  
за освітньо-професійною програмою «Землеустрій та кадастр»

Науковий керівник:  
Чорний С.Г., доктор. с.-г. наук, професор

Рецензент: Директор ТОВ «Агентство  
землевпорядкування та оцінки»  
Демидов Л.М.

Миколаїв 2024

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. НАУКОВІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ В УМОВАХ ПРОЯВУ ВІТРОВОЇ ЕРОЗІЇ ҐРУНТІВ.....	7
1.1. Стан наукової розробки проблеми використання земельних ресурсів в умовах прояву вітрової ерозії ґрунтів .....	7
1.2. Поняття та сутність вітрової ерозії ґрунтів.....	11
1.3. Фактори дефляції ґрунтів.....	14
1.3.1. Кліматичний фактор.....	14
1.3.2. Протидефляційна стійкість ґрунту.....	17
1.3.3. Шорсткість поверхні (рослинність та рослинні залишки, рослинні бар'єри тощо).....	18
1.4. Соціально-економічні та екологічні наслідки вітрової ерозії ґрунту.....	22
РОЗДІЛ 2. ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ В УМОВАХ ПРОЯВУ ВІТРОВОЇ ЕРОЗІЇ ҐРУНТІВ: СВІТОВИЙ ДОСВІД ТА УКРАЇНСЬКА ПРАТИКА.....	26
2.1. Проблема використання земельних ресурсів в умовах прояву вітрової ерозії ґрунтів у країнах світу.....	26
2.1.1. Оцінка інтенсивності вітрової ерозії в світі.....	26
2.1.2. Дефляційно-небезпечні райони світу.....	28
2.2. Особливості використання земельних ресурсів в умовах прояву вітрової ерозії ґрунтів в Україні.....	34
РОЗДІЛ 3. ШЛЯХИ ПОДОЛАННЯ ПРОБЛЕМИ ВІТРОВОЇ ЕРОЗІЇ ҐРУНТІВ В ПРОЦЕСІ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ .....	45
3.1. Правове регулювання та політика у сфері запобігання вітрової ерозії ґрунтів.....	45
3.2. Методи запобігання та зниження вітрової ерозії ґрунтів .....	50
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ В ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ.....	62
ВИСНОВКИ.....	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	71

## ВСТУП

*Актуальність теми дослідження.* Ґрунти мають вирішальне значення для сільського господарства та природних екосистем і потребують захисту та дотримання принципів природи. Протягом останніх років відбувається стійка трансформація земельного фонду. Скорочується площа сільськогосподарських угідь, зростає антропогенне навантаження, значно погіршується якість земельного фонду. Збільшуються площі еродованих земель, знижується родючість ґрунтів, зростає дефіцит поживних речовин, що негативно позначається на сільськогосподарському виробництві. Інтенсивне та нераціональне землекористування сприяє збільшенню частки земель із незадовільними властивостями (деградовані та інші малопродуктивні ґрунти).

Вітрова ерозія ґрунтів – це процес, при якому верхні шари ґрунту видуваються вітром, що може призвести до значних втрат родючого шару ґрунту і, як наслідок, зниження врожайності та деградації земель. Особливості використання земельних ресурсів в умовах прояву вітрової ерозії мають важливе значення для сталого розвитку сільського господарства і збереження екосистем.

Дослідження особливостей використання земельних ресурсів в умовах прояву вітрової ерозії ґрунтів є актуальним і важливим для розробки стратегій, спрямованих на збереження родючості ґрунтів і забезпечення сталого розвитку сільського господарства.

*Мета і завдання дослідження.* Метою роботи є розкрити особливості використання земельних ресурсів в умовах прояву вітрової ерозії ґрунтів в Україні та світі.

З огляду на поставлену мету визначені такі дослідницькі завдання:

- з'ясувати стан наукової розробки досліджуваної проблеми;
- розкрити поняття, сутність вітрової ерозії ґрунтів та фактори дефляції ґрунтів;

- дослідити проблему використання земельних ресурсів в умовах прояву вітрової ерозії ґрунтів у країнах світу;
- охарактеризувати особливості використання земельних ресурсів в умовах прояву вітрової ерозії ґрунтів в Україні;
- проаналізувати соціально-економічні та екологічні наслідки вітрової ерозії ґрунту;
- розкрити правове регулювання та політику у сфері запобігання вітрової ерозії ґрунтів;
- визначити методи запобігання та зниження вітрової ерозії ґрунтів.

*Об'єктом дослідження є земельні ресурси, які зазнають впливу вітрової ерозії.*

*Предмет дослідження – специфічні особливості управління та використання земельних ресурсів в умовах прояву вітрової ерозії ґрунтів.*

*Методи дослідження.* Відповідно до мети та завдань дослідження в роботі використано сукупність методів наукового пізнання. Так, порівняльний метод використовується при дослідженні проблеми використання земельних ресурсів в умовах прояву вітрової ерозії ґрунтів у країнах світу. Методи системного та структурного аналізу були використані при дослідженні сутності, принципів та шляхів подолання проблеми вітрової ерозії ґрунтів в процесі використання земельних ресурсів.

Системний підхід є методологічною основою всієї роботи й використовується для вирішення більшості завдань дослідження. Зокрема, з позицій системного підходу розглянуто соціально-економічні та екологічні наслідки вітрової ерозії ґрунту. Для аналізу законодавчих актів та нормативних документів використовувався системно-аналітичний метод.

Слід зазначити, що в роботі широко використовується комплексний підхід до методології дослідження, коли методи, які застосовуються, доповнюють один одного, дозволяють розглядати досліджувані процеси і явища в їх єдності й різноманітності.

*Інформаційну базу* для виконання дослідження міжнародні нормативно-правові акти, вітчизняні законодавчі акти та нормативно-правові документи, інформаційні матеріали, що опубліковані у монографіях та інших працях вітчизняних і зарубіжних вчених, власні матеріали одержані при збиранні й обробці даних по темі кваліфікаційної роботи.

*Наукова новизна* одержаних результатів полягає в тому, що в даній роботі цілісно виконано комплексне дослідження особливостей використання земельних ресурсів в умовах прояву вітрової ерозії ґрунтів в Україні та світі.

Наукова новизна магістерської роботи полягає у тому, що:

1. Уперше обґрунтовано необхідність та ефективність комплексного підходу у використанні земельних ресурсів в умовах прояву вітрової ерозії ґрунтів.

2. Розроблено конкретні пропозиції щодо вдосконалення заходів запобігання та зниження вітрової ерозії ґрунтів

3. Дістали подальшого розвитку наукові засади дослідження особливостей використання земельних ресурсів в умовах прояву вітрової ерозії ґрунтів шляхом уточнення категорії «вітрова ерозія ґрунтів», під якою слід розуміти процес руйнування та переміщення ґрунтових частинок під впливом вітру, що відбувається, коли сила вітру достатня для того, щоб піднімати й переміщувати сухі та незакріплені частинки ґрунту, переважно пісок і пил.

*Практичне значення результатів* роботи полягає в тому, що вони можуть бути використані землевпорядними організаціями при планових розробках збереження і відтворення родючості ґрунту та охорони земельних ресурсів від вітрової ерозії; органами влади з метою вдосконалення правового регулювання та політики у сфері запобігання вітрової ерозії ґрунтів.

*Особистий внесок магістранта.* Магістерська робота є самостійним завершеним дослідженням. Наукові положення, розробки, результати, висновки і рекомендації отримані автором самостійно.

*Апробація результатів* магістерської роботи відбувалася на таких наукових форумах: «Могилянські читання – 2024: Досвід та тенденції розвитку

суспільства в Україні: глобальний, національний та регіональний аспекти» (2024 р.) м. Миколаїв.

*Публікації.* Результати магістерської роботи знайшли своє відображення у тезах конференцій.

*Структура та обсяг роботи.* Кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 77 сторінок комп'ютерного тексту, з них основного – 70 сторінок, який містить 1 таблиці, 6 рисунків. Список використаних джерел із 52 найменування викладено на 7 сторінках.

## РОЗДІЛ 1

### НАУКОВІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ В УМОВАХ ПРОЯВУ ВІТРОВОЇ ЕРОЗІЇ ҐРУНТІВ

1.1. Стан наукової розробки проблеми використання земельних ресурсів в умовах прояву вітрової ерозії ґрунтів

Літературно-наукову базу дослідження складають роботи українських та закордонних науковців, які розкривають різні аспекти проблеми використання земельних ресурсів в умовах прояву вітрової ерозії ґрунтів.

У статті групи авторів М. Ковача, В. Мошинського та Є. Герасимова, проаналізовано земельні ресурси України за динамікою ерозійних процесів. Науковці відзначають, що проблема охорони земель, запобігання їх деградації виросла до рівня базової, глобальної, оскільки деградація земель відбувається в усьому світі. Основним фактором деградації земель є ґрунтовий покрив як один із найбільш вразливих об'єктів природи. За останні десятиліття їх стан погіршився і, якщо не вжити необхідних заходів, деградаційні процеси триватимуть і замість родючого чорнозему можуть утворюватися непродуктивні, деградовані ґрунти [42].

Українські дослідники О. Тараріко, Т. Ільєнко, Т. Кучма та О. Білокінь у своїй праці розкривають вплив змін клімату на ерозійну деградацію агроландшафтів в умовах сучасної сільськогосподарської практики в Україні. Вчені підкреслюють, що «в умовах децентралізації управління земельними ресурсами, інтенсифікації землекористування, підсилення зливового характеру опадів та вітряного режиму внаслідок змін клімату, актуальним завданням є формування ерозійно стійкої структури сільськогосподарських ландшафтів та їх адаптації до змін клімату в умовах сучасної сільськогосподарської практики» [31].

У колективній монографії українських дослідників С. Балюка, Д. Тімченка, С. Чорного та інших «Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів

від ерозії в Україні» розкрито низку ключових аспектів використання земельних ресурсів в умовах прояву вітрової ерозії ґрунтів. Зокрема, висвітлено фактори дефляції ґрунтів, охарактеризовано заходи з охорони ґрунтів від дефляції тощо [1].

М. Булигін та С. Булигіна у своїй роботі аналізують дефляцію як один із основних видів деградації ґрунтів в Україні. Науковці підкреслюють, що «без радикальної зміни принципів землекористування та систем землеробства відродження ландшафтів та сільськогосподарських угідь у регіонах із високою небезпекою дефляції ґрунтів неможливе» [3].

У статті групи українських та зарубіжних науковців А. Кучера, І. Казакової, Л. Кучер проаналізовано потенційні втрати ґрунту від вітрової ерозії в Україні, визначено еколого-економічний збиток від втрати ґрунту через дефляцію на прикладі районів Волинської області та обґрунтовано ефективність протидефляційних заходів і запропоновано перспективні варіанти сталого використання дефляційно небезпечних земель [43].

Свою роботу китайські науковці Х. Чжан, Ц. Пен, Ч. Чжао присвятили дослідженню особливостей вітрової ерозії ґрунтів в Африці. Вчені відзначають, що в Африці відновлення рослинного покриву сприяє зменшенню вітрової ерозії в посушливих і напівпосушливих районах, беручи до уваги обмеження водних ресурсів і конфлікти землекористування, великі насадження можна замінити вітрозахисними смугами для збільшення рослинного покриву, одночасно зменшуючи майже швидкість приземного вітру, що покращує стійкість екологічних проектів, спрямованих на боротьбу з деградацією земель і опустелюванням [52].

Науковці Б. Бартковський, К. Щепанські, С. Бреденбек та Б. Мюллер, вивчаючи вітрову ерозію в європейських сільськогосподарських ландшафтах, підкреслюють, що вітрова ерозія сільськогосподарських угідь є недооціненою та недостатньо вивченою екологічною проблемою в Європі. Її суспільна та політична актуальність, швидше за все, зросте в найближчому майбутньому



через зміну клімату та пов'язане з цим збільшення частоти, серйозності та моделей атмосферних явищ, таких як посухи [34].

Схильність ґрунтів Європи до вітрової ерозії розкривають у своїй роботі П. Борреллі, К. Баллабіо, П. Панагос. Науковці відзначають, що сьогодні бракує знань про те, де і коли відбувається вітрова ерозія в Європі, а також про інтенсивність ерозії, яка становить загрозу продуктивності сільського господарства. На думку вчених, що щоб краще зрозуміти географічний розподіл процесів вітрової ерозії в Європі слід застосовувати інтегрований підхід до картографування для оцінки сприйнятливості ґрунту до вітрової ерозії [37].

Науковці Йохан ван Тол та Лінус Франке у своїй роботі аналізують особливості ерозії ґрунту в Південній Африці. Вчені відзначають, що вітрова ерозія ґрунту є однією з найважливіших екологічних проблем, що створює загрозу продовольчій та водній безпеці Південної Африки [49].

У статті С. Кюнцера розкрито проблему дефляції ґрунтів у Китаї. Вчений відзначає, що ситуація із руйнуванням ґрунтів через вітрову ерозію у Китаї залишається тривожною, не зважаючи на низку протидефляційних заходів, запроваджених урядом КНР [43].

Дослідник Б. Бен Салем у своїй статті розкриває особливості запобігання та боротьби з вітровою ерозією в посушливих регіонах та зауважує, що причини та наслідки вітрової ерозії свідчать про те, що жоден окремий контрольний захід не може ефективно стримати небезпеку вітрової ерозії. У минулому заходи боротьби з вітром були зосереджені в основному на використанні вітрозахисних смуг. Такі заходи та структури виявилися економічно ефективними лише у випадку великих володінь єдиної власності, таких як державні лісові землі, або у випадку масштабних програм меліорації та заселення. Вони мали обмежене застосування та успіх на рівні місцевих сільськогосподарських підприємств, за винятком випадків, коли такі схеми спонсоруються та фінансуються державою чи місцевою владою [35].

Слід відзначити статтю І. Кошкалди та Т. Анопрієнко, в якій проаналізовано механізми економічного стимулювання раціонального

використання земель сільськогосподарського призначення в Україні та надання пропозицій щодо їх покращення. Науковці справедливо відзначають, що «залучення коштів фізичних та юридичних осіб дозволить збільшити обсяги заходів щодо боротьби з проявами негативних процесів і підвищить рівень відповідальності землевласників і землекористувачів щодо ощадливого землекористування. Врахування рівня здійснення природоохоронних заходів, у тому числі відповідних капіталовкладень, під час запровадження пільгової системи оподаткування, стимулюватиме землевласників і землекористувачів до раціонального використання земельних ресурсів і підвищення їх якості. При цьому слід зазначити, що даний механізм буде дієвим за умов проведення певних дій» [21].

Український вчений О. Крамарьов у своєму дослідженні також аналізує проблему розвитку фінансового стимулювання раціонального використання земельних ресурсів. Науковець справедливо, на нашу думку, відзначає, що «система економічного стимулювання природоохоронних заходів повинна розвиватися на основі пільгового режиму оподаткування, різних видів пільгового кредиту, інших методів, які дають змогу виконувати роботи без виділення коштів з бюджету, за рахунок накопичення сільськогосподарськими товаровиробниками власних ресурсів В умовах економічної кризи, коли засоби прямого економічного стимулювання раціонального землекористування та охорони земель не можуть активно розвиватися, через дефіцит фінансових ресурсів у держави, потрібна дієва система стимулювання котра б забезпечувала нагромадження коштів на природоохоронні інвестиції» [22].

Отже, літературно-наукова основа є достатньою для магістерської роботи. На думку автора, праці українських та зарубіжних учених є досить важливими для вивчення особливостей використання земельних ресурсів в умовах прояву вітрової ерозії ґрунтів.

## 1.2. Поняття та сутність вітрової ерозії ґрунтів

Ерозія - це процес зміщення та перенесення частинок ґрунту двома основними агентами ерозії - водою та вітром. Часто важко визначити, який агент є домінуючим на певному місці. Однак загалом вітрова ерозія є тривалим процесом поступового видалення, тоді як водна ерозія часто дуже швидка та вражаюча. Насправді до початку ХХІ століття вважалося, що основним збудником ерозії є вода. Цей брак обізнаності та оцінки дії вітру закріпив низький пріоритет у вивченні еолових явищ та їх впливу на ґрунтові та рослинні ресурси. Ймовірно, поштовхом до офіційних занепокоєнь щодо вітрової ерозії став Проект державного лісництва Прері в середині 1930-х років у Сполучених Штатах. З тих пір було досягнуто значного прогресу в розумінні вітрової кліматології, зокрема шкоди вітру рослинам і тваринам, а також механізму ерозії [35].

Вітер - це рух повітря, спричинений градієнтом щільності повітря, спричиненим різницею атмосферного тиску та/або температури. Ерозійна сила вітру, як і у випадку води, експоненціально зростає зі швидкістю, але, на відміну від води, на вітер не впливає сила тяжіння. Однак довжина безперешкодної місцевості, над якою тече вітер, важлива для того, щоб дозволити вітру набрати оберті і збільшити свою ерозійну силу. Рух повітря має досягти певної швидкості або стати «ефективним вітром» (зі швидкістю, достатньою для видимого руху частинок на рівні ґрунту), перш ніж він зможе спричинити дефляцію та транспортування частинок. Вітри зі швидкістю менше 12-19 км/год на висоті 1 м над землею рідко надають достатню енергію поверхні ґрунту, щоб зрушити з місця і привести в рух частки розміром з пісок. Дрейф високоерозійного ґрунту зазвичай починається, коли вітер досягає швидкості 25-30 км/год на висоті 30 см над поверхнею ґрунту [35].

Кілька факторів, крім самої швидкості вітру, сприяють вітровій ерозії. Вони поділяються на дві основні групи тісно взаємопов'язаних елементів: ті,

що властиві властивостям ґрунту як такі, і ті, що пов'язані з ґрунтовим покривом.

Переміщення ґрунту, спричинене вітром, відбувається, коли збігаються три умови навколишнього середовища:

- 1) вітер достатньо сильний, щоб мобілізувати частинки ґрунту;
- 2) характеристики ґрунту роблять його сприйнятливим до вітрової ерозії (структура ґрунту, вміст органічної речовини та вологи);
- 3) поверхня здебільшого позбавлена рослинності, каміння, снігу чи іншого покриву [43, р. 7].

Вітрова ерозія завжди відбувалася як природний процес формування землі, але сьогодні геоморфологічні ефекти вітру локально прискорюються антропогенним тиском (наприклад, залишення оброблених земель під паром протягом тривалого періоду часу, надмірний випас худоби та, меншою мірою, надмірне збирання врожаю). Ерозія ґрунту також впливає на процеси опустелювання в усіх масштабах, вітрова ерозія створює серйозну загрозу для сільськогосподарського виробництва в уражених районах, і ці втрати призводять до зниження доходів фермерів і зниження продовольчої безпеки на місцевому рівні та, в сукупності, у всьому регіоні.

Ерозійність ґрунту підвищується при сухості. Вологі ґрунти, як правило, не видуваються і не рухаються, але ґрунтова волога рідко доступна на поверхні в посушливих зонах. Груба структура ґрунту, особливо на поверхні, ефективно зменшує рух частинок ґрунту. У посушливих регіонах, однак, переважають гладкі, пілоподібні та безструктурні верхні ґрунти. Текстура ґрунту також впливає на його ерозійність; ґрунти тонкої текстури, наприклад, особливо сприйнятливі до вітрової ерозії.

Вимірювання пилу в повітрі на висоті до трьох метрів над поверхнею ґрунту в Джодхпурі, Індія, показало, що в штормовий день кількість пилу, що видувається, коливалася від 50 до 420 кг/га. У регіоні Джайсалмер в Індії, де швидкість вітру зазвичай вища, середня втрата ґрунту становила 511 кг/га.

Наявність захисного рослинного покриву, такого як трава, кущі, просапні культури, навіть стерня, зменшує швидкість вітру та мінімізує його ерозійну здатність. Крім того, коренева система рослинності допомагає ущільнювати та утримувати частинки ґрунту. Органічний матеріал, або гумус, з рослинності покращує текстуру та структуру ґрунту. Таким чином, знищення рослинного покриву вогнем, культивація, надмірний випас, викорчовування на дрова або тривалі періоди посухи піддають ґрунт ерозійній дії вітрів, швидкість яких у посушливих регіонах найвища в спекотні літні місяці [35].

Існує кілька класифікацій вітрової ерозії. За швидкістю процесу вона буває геологічної, тобто, викликаної природними факторами. Це варіант норми – чого не можна сказати про ерозію антропогенної. Вона викликана якимись зовнішніми чинниками, наприклад, неправильним режимом поливу. В даному випадку це буде називатися іригаційної ерозією.

При наявності рослинного покриву буде присутній перший вид ерозії. В даному випадку ґрунт відмінно відновлюється, адже в нормальних умовах цей процес ніколи не припиняється. Але, якщо природна рослинність знищена, має місце другий вид руйнування ґрунтів. Причинами виникнення такої ерозії є неправильне використання земель для сільськогосподарських робіт. Найчастіше це відбувається на території степу або лісостепу, в місцевостях з розчленованим рельєфом. Однак ґрунту, в яких досить багато гумусу і карбонатів, страждають більше за інших через свого гранулометричного складу.

Процес руйнування землі вітром може бути повсякденним і короткочасним. До останнього виду належать смерчі й урагани, бурі. Тоді вітер може бути близько 15-20 м / с [29].

За інтенсивністю, тривалістю і формою дії на ґрунт розрізняють місцеву (повсякденну) ерозію, зимове видування та пилові бурі.

1. Місцева вітрова ерозія малопомітна і виникає вже за швидкості вітру 5 м/с, але досить шкідлива за постійної дії, особливо на віброударних схилах без рослинного покриву.

2. Зимове видування разом спричиняється сильними зимовими вітрами над слабо вкритою снігом поверхнею недостатньо зволоженого ґрунту на зораних під зиму чи засіяних озимими культурами полях. Посіви останніх при цьому можуть значно пошкоджуватись.

3. Пилові бурі - найбільш активна і шкідлива форма вітрової ерозії. Виникає у степовій та частково лісостеповій зонах за швидкості вітру понад 12-15 м/с [11].

Вітрова ерозія є широко поширеним явищем, що спричиняє серйозна деградація ґрунту. За оцінками, приблизно 28% світової території зазнає деградації землі внаслідок вітрової ерозії ґрунту. На сільськогосподарських угіддях вітрова ерозія ґрунту в основному є результатом видалення найкращої, найбагатшої органічними речовинами та поживними речовинами та найбільш біологічно активної частини ґрунту. Повторний вплив вітрової ерозії може мати довготривалий і постійний вплив на стан і продуктивність сільськогосподарських ґрунтів, які може бути важко або неможливо виправити.

Отже, вітрова ерозія ґрунтів – це процес руйнування та переміщення ґрунтових частинок під впливом вітру. Вона відбувається, коли сила вітру достатня для того, щоб піднімати й переміщувати сухі та незакріплені частинки ґрунту, переважно пісок і пил. А використання земельних ресурсів в умовах прояву вітрової ерозії ґрунтів є адаптацією та управлінням землями таким чином, щоб мінімізувати негативні наслідки вітрової ерозії.

### 1.3. Фактори дефляції ґрунтів

#### 1.3.1. Кліматичний фактор

Схильність ґрунтів до дефляції залежить від багатьох факторів, серед яких ключовим є клімат. Вплив клімату на дефляцію ґрунтів визначається кількістю опадів (зволоженістю ґрунтів) та температурою, що разом визначають ступінь

посушливості клімату. Зі зростанням посушливості та зменшенням зволоженості території дефляція ґрунтів посилюється. Таким чином, дефляція ґрунтів має зональний характер.

Дефляція також значною мірою залежить від швидкості вітру. Очевидно, що зі збільшенням швидкості вітру інтенсивність дефляції зростає. Кліматичний фактор дефляції ґрунтів, який включає температуру, вологість та швидкість вітру, визначається наступним співвідношенням (за У. Чепілом, 1956) [12, с. 80]:

$$КФ=34,483 \frac{v^3}{(P-E)^2}$$

де:

КФ - кліматичний фактор дефляції;

v - швидкість вітру, м/с;

P - кількість опадів, мм;

E - випаровування, мм.

Швидкість вітру є одним із найважливіших факторів, що впливають на дефляцію ґрунтів. Оскільки кінетична енергія вітру прямо пропорційна кубу його швидкості, вітер зі швидкістю 4 м/с здійснює дефляційну роботу, яка перевищує роботу вітру зі швидкістю 2 м/с не в два, а в вісім разів. При досягненні певного критичного значення швидкості вітру енергія руйнування ґрунтів зростає значно швидше.

Турбулентність вітрового потоку також значно впливає на характер і інтенсивність дефляційних процесів. Видування ґрунтів може відбуватися під час окремих поривів вітру, навіть якщо середня швидкість вітру нижче критичної. Під час дефляційних вітрів пориви вітру додатково підсилюють дефляцію.

Швидкість дефляції ґрунтів залежить від багатьох факторів, пов'язаних із властивостями самих ґрунтів, і насамперед від тих, які впливають на їх вітростійкість.

Вітростійкість ґрунтів - це властивість, обернена дефльованості (схильності до дефляції). Вона характеризується критичною швидкістю вітру, за якої починається перенесення ґрунтових частинок, а також кількістю еолового матеріалу, що переноситься у вітропіщаному потоці за одиницю часу. Вітростійкість поверхні ґрунту визначають за формулою:

$$Q=10^{a-bK-cS}$$

де Q - еродованість, г за 5 хвилин експозиції;

K - грудочкуватість шару 0-5 см;

S - кількість умовної стерні, екз/м<sup>2</sup>;

a, b, c, - коефіцієнти регресії, значення яких знаходяться в таких межах: a - 3,2-4; b - 0,02-0,04; c - 0,002-0,005 [12, с. 80].

Вітростійкість ґрунтів пов'язана передусім з їх гранулометричним та агрегатним складом, вмістом карбонатів, складом вбирних основ, солонцюватістю. Вітростійкість різних фракцій гранулометричного складу є неоднаковою. Підвищення вмісту мулу збільшує водотривкість агрегатів і вітростійкість ґрунтів, середньо- і крупнопилуваті фракції помітно не впливають на вітростійкість, а пісок справляє на неї негативну дію [12, с. 80].

Покриття поверхні ґрунту сніговим покривом забезпечує захист ґрунтів від дії вітру у зимовий та ранньовесняний періоди. Зі збільшенням проективного покриття ґрунту снігом та глибини снігового покриву зростає протидефляційна стійкість ґрунтів.

Кліматичні умови також опосередковано впливають на дефляційні процеси. Наприклад, теплі зими з багаторазовими переходами температури через 0°C призводять до розпилення структурних агрегатів ґрунту, що підвищує ризик дефляції. Кращі гідротермічні умови сприяють кращому розвитку рослинності, яка захищає ґрунти від видування.



### 1.3.2. Протидефляційна стійкість ґрунту

Аналізуючи вплив рельєфу на дефляцію, необхідно розглядати його макро-, мезо- та мікроформи.

Макрорельєф (гірські хребти, підвищення) забезпечує захист ґрунтів від вітрів одного напрямку, але значно підсилює їхню енергію з інших напрямків. Наприклад, територія підгірної рівнини, розташована між гірськими хребтами, може бути захищена від вітрів одного напрямку, але відкрита для вітрів іншого напрямку. Потоки повітря, що проходять через вузькі проходи між хребтами, ущільнюються і досягають високих швидкостей, викликаючи розвіювання та сортування відкладів, що надходять зі схилів. У гірських районах може спостерігатися зміна напрямку вітру протягом доби: вдень вітер дме в напрямку гір, а вночі - вниз зі схилів, що також стимулює дефляцію ґрунтів [1, с. 41].

Мезорельєф (підвищення від 1-5 до 30-50 м) суттєво впливає на дефляцію ґрунтів окремих ділянок. Мезорельєф спричиняє більш інтенсивну дефляцію на вітрових схилах, де розвіююча сила вітру значно збільшується, і менш інтенсивну дефляцію на завітрених схилах, де швидкість і несуча здатність вітру зменшуються, спричиняючи відкладення еолового матеріалу. Особливо сильний вплив вітру спостерігається на верхніх частинах схилів, вершинах пагорбів та краях річкових долин. Під час обтікання перешкод вітровий потік стискається, і швидкість вітру збільшується, що призводить до зростання інтенсивності дефляції. Вгору по схилу швидкість і несуча здатність вітру зростають, а вниз по схилу - знижуються. Це явище пояснюється зміною поперечного перерізу повітряного потоку: навітряні схили, особливо їх верхні частини, є сильно дефльованими, а завітряні – навпаки [1, с. 41].

Мікрорельєф та нанорельєф також суттєво впливають на дефляцію ґрунтів, оскільки вони впливають на швидкість вітру в приземному шарі повітря. Зі збільшенням шорсткості поверхні, обумовленої мікро- та нанорельєфом, збільшується деформація профілю вітру біля поверхні, що зменшує швидкість вітру і, відповідно, інтенсивність дефляції. Взаємодія

мікрорельєфу та нанорельєфу з повітряним потоком проявляється через елементи шорсткості, такі як форми природного та антропогенного мікрорельєфу, грудки ґрунту, стерня, рослинні сходи тощо. Біля поверхні гребеневої оранки швидкість вітру в 3,5 рази нижча, ніж біля поверхні прикатаного ґрунту, що знижує дефляцію за рахунок спеціальної обробітки.

Елементи мікрорельєфу, що створюють перешкоду вітровому потоку, призводять до утворення вихорів з завітреного боку, які розсіюються, перетворюючи частину кінетичної енергії повітряного потоку в теплову енергію і сприяючи переміщенню часток ґрунту в мікроборозни. Мікро- та нанорельєф, створений полицевою оранкою, затримує дрібнозем, який переноситься по полю, зменшуючи дефляцію. Однак під час сильного вітру гребені оранки не можуть захистити ґрунт від дефляції [1, с. 42].

Зазначимо, що шорсткість поверхні ґрунту може також збільшувати інтенсивність дефляції, створюючи додаткове турбулентне тертя, що збільшує дефляційні процеси.

### 1.3.3. Шорсткість поверхні (рослинність та рослинні залишки, рослинні бар'єри тощо)

Рослинність є найпотужнішим фактором, що протидіє дефляції. На ґрунтах, вкритих цілинною рослинністю, дефляція практично відсутня. Протидефляційний вплив рослинності обумовлений тим, що вона знижує швидкість вітру в приземному шарі повітря, очищує потік від мінеральних часточок, зменшуючи їхню бомбардувальну енергію, скріплює ґрунт корінням і має снігозберігаючу та вологозберігаючу дію. Деревна рослинність повністю виключає дефляцію, а трав'яниста значно її знижує.

Дерев'янисті насадження не лише локально захищають ґрунт від дефляції, але й знижують швидкість вітру, чинячи ґрунтозахисний вплив на значній відстані від них. Захисна дія трав'янистої рослинності поширюється на

менші відстані, проте чим гущіша та вища трав'яна рослинність, тим краще вона захищає ґрунти завдяки потужній кореневій системі.

Серед культурних рослин найбільший захист від дефляції забезпечують багаторічні трави, тоді як однорічні культури менш ефективні. При цьому ярі культури є більш вразливими щодо дефляції порівняно з озимими, а особливо дефляційно небезпечними є просапні культури. Загальна закономірність така: із збільшенням проективного покриття ґрунту рослинністю, а також зростанням біомаси та висоти рослин, інтенсивність дефляції зменшується.

Стерня у кількості 200-300 стебел на 1 га, або стерня та корені у кількості 40-70 т/га майже повністю захищають ґрунт від дефляції.

Також важливими є ґрунтові фактори ерозії ґрунтів. Грудкуватість ґрунту визначає вміст у ньому вітростійких агрегатів (>1 мм). Зі збільшенням грудкуватості поверхневого шару ґрунту зменшується його схильність до дефляції, і за параметрів грудкуватості 60-70% ґрунт надійно протистоїть дефляції навіть при високій швидкості вітру [1, с. 47].

Гранулометричний склад суттєво впливає на схильність ґрунтів до дефляції. Загалом, зі зменшенням розміру частинок ґрунту схильність до дефляції зростає.

Зв'язність ґрунтів характеризує їх здатність зберігати агрегатний склад під механічним впливом ударів рухомих часточок. Із збільшенням зв'язності збільшується протидефляційна стійкість ґрунтів.

Вологість ґрунту перешкоджає видуванню ґрунтових часточок, хоча цей ефект є короткотривалим. Зі збільшенням вологості ґрунтів їхня схильність до дефляції зменшується.

Шорсткість поверхні ґрунту з одного боку знижує швидкість вітру біля поверхні, а з іншого створює додаткову турбулентність повітря. Тому в одних випадках (коли шорсткість створюється рослинністю, рослинними рештками та міцними ґрунтовими агрегатами) зростання цієї характеристики призводить до зменшення інтенсивності дефляції, а в інших – до її різкого підсилення.

Карбонатність ґрунтів знижує їх стійкість до дефляції. Із збільшенням карбонатності до 4% протидефляційна стійкість різко зменшується через послаблення міжагрегатних зв'язків та розпад макроструктурних окремоостей на мікроструктурні, які легко переносяться вітром. Однак збільшення вмісту карбонатів кальцію до 5% сприяє підвищенню протидефляційної стійкості через цементуючий вплив  $\text{CaCO}_3$  [1, с. 47].

Вміст увібраних основ також суттєво впливає на протидефляційну стійкість ґрунтів. Ґрунти з ґрунтово-поглинальним комплексом, насиченим катіонами  $\text{Ca}^{2+}$ , характеризуються мікроагрегованістю і мають середню стійкість до дефляції. Ґрунти, насичені катіонами  $\text{Na}^+$ , мають велику набухаємість у зволоженому стані та зливу глибисту структуру при висиханні. Такі солонцюваті ґрунти більш стійкі до дефляції, хоча мало стійкі до водної ерозії.

Наявність легкорозчинних солей зменшує стійкість ґрунтів до дефляції. Наприклад, легкорозчинна сіль  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  при кристалізації приєднує 10 молекул води, різко збільшується в об'ємі при утворенні кристалів та сильно розширює часточки ґрунту, роблячи його поверхню рихлою і схильною до дефляції [1, с. 48].

Також на вітрову ерозію ґрунтів впливають антропогенні фактори. Нераціональне ведення сільськогосподарських робіт, зокрема надмірна оранка, моносівозміни, інтенсивне випасання худоби негативно впливають на еродовані вітром ґрунти.

Так, часте і глибоке розорювання ґрунту руйнує його структуру, роблячи його більш вразливим до вітрової ерозії. Розорювання також зменшує вміст органічної речовини, яка допомагає утримувати ґрунт разом. Вирощування однієї культури на одному полі протягом тривалого часу знижує родючість ґрунту і збільшує ризик ерозії, оскільки відсутність різноманітності рослин не сприяє підтриманню ґрунтової структури. Відсутність або недостатність рослинного покриву (наприклад, покривних культур, залишків рослин на полі) залишає ґрунт відкритим для вітрової ерозії.

Надмірний випас худоби знищує рослинний покрив, ущільнює ґрунт і робить його більш вразливим до ерозії.

Також варто сказати і про вплив кар'єрних робіт та видобуток корисних копалин. Видобуток корисних копалин і кар'єрні роботи створюють великі площі оголеного ґрунту, які легко піддаються вітровій ерозії. Будівництво інфраструктурних об'єктів (доріг, будинків, промислових зон) знімає верхній шар ґрунту і залишає його відкритим для вітру.

Ще одним фактором негативного впливу людини на ґрунт, є ведення бойових дій. Так, в Україні повномасштабні бойові дії спричинили й продовжують посилювати негативний вплив на земельні ресурси, які є національним багатством України. Тисячі гектарів українських земель зазнали бомбардувань під час повномасштабного вторгнення Росії в Україну. Кожен вибух снаряду на полі утворює вибухову хвилю в ґрунті і його хімічне забруднення. Наслідки вибухової хвилі – утворення вирв, ущільнення ґрунтів, знищення рослинності та загибель ґрунтової фауни. Все це спричиняє зміну гідролітичного режиму та руйнування структури ґрунту і, зрештою, провокує ерозію ґрунту та опустелювання. У зброї та вибухових речовинах використовуються хімічні сполуки, які не піддаються біологічному розкладанню та забруднюють ґрунт і поверхневі води. У значних кількостях до ґрунту потрапляють пально-мастильні матеріали, зокрема й надтоксичне ракетне пальне [25, с. 17].

Металеві уламки також є небезпечними для довкілля. Для виробництва оболонки боєприпасів зазвичай використовують чавун із домішками сірки та міді. Мідь – важкий метал, і деякі її сполуки можуть бути токсичними та впливати на функціонування живих організмів. Забруднення важкими металами залишається на десятки років. Наприклад, кулі можуть вивільняти свинець, який потім поглинатимуть рослини. Свинець, розподілений у різних фракціях ґрунту, спочатку може бути інертним, але потім стає реакційноздатним через зміну умов ґрунту (наприклад, рН, вологість). У ґрунт також потрапляють такі метали як хром, миш'як, ртуть, нікель, цинк і кадмій [25, с. 18].

Отже, схильність ґрунтів до дефляції залежить від багатьох факторів, серед яких ключовими є кліматичні, вітрові, рослинні, ґрунтові та антропогенні чинники.

#### 1.4. Соціально-економічні та екологічні наслідки вітрової ерозії ґрунту

Вітрова ерозія дорого коштує економіці, здоров'ю людей і навколишньому середовищу: вона може призвести до втрати ґрунту, високих рахунків за прибирання, прогулів, затримок транспорту, піскострумних робіт і збитків у роздрібній торгівлі. За оцінками, одна пилова буря, яка сталася 22-23 вересня 2009 року, коштувала економіці Нового Уельсу майже 300 мільйонів доларів..

Негативні наслідки від вітрової ерозії ґрунтів виявляється в декількох аспектах:

По-перше, є значний негативний вплив на здоров'я людини, оскільки пил у повітрі може спричинити астму та інші проблеми зі здоров'ям. Безпосередня небезпека для здоров'я полягає у зваженні та переміщенні дуже дрібних частинок у повітрі, які пов'язують із загостренням астми та інших легеневих захворювань у людей.

По-друге, проблеми для сільськогосподарського виробництва шляхом зняття родючих верхніх шарів ґрунту та органічних речовин. Нанесений вітром ґрунт може засипати або піскострумити пасовища, посіви та огорожі, забруднити шерсть і відкласти сіль.

По-третє, навколишнє середовище, коли пил заглушує струмки та відкладає небажані поживні речовини та сіль, що загрожує рослинам і тваринам і спричиняє цвітіння синьо-зелених водоростей. Частинки ґрунту, що осідають у поверхневих водах, містять азот і фосфор, які викликають цвітіння водоростей в озерах, річках і затоках. Коли водорості гинуть, вони розкладаються і забирають кисень з води (гіпоксія) і викликають загибель риб. Канави, заповнені еродованим верхнім шаром ґрунту, обмежують дренаж полів і можуть знизити

врожайність через високі ґрунтові води та збільшити вміст розчинних солей на полях. Днопоглиблення потоків, щоб полегшити цю проблему, коштує дорого та завдає шкоди спільнотам водних рослин і тварин.

По-четверте, псування майна, оскільки побудовані конструкції можуть бути оброблені піскоструминним струменем пилу, що переноситься вітром, і закопані в піску, що здувається.

По-п'яте, негативні наслідки для господарської діяльності, коли пилові бурі порушують комерційну діяльність і транспорт і створюють потребу в додатковому прибиранні.

Втрата ґрунту через вітрову ерозію скорочує прибутки та знижує продуктивність через видалення невідновлюваних ресурсів виробництва сільськогосподарських культур. Ерозія дуже дорога, тому що поживні речовини, які вона видаляє, повинні бути замінені.

У Концепції Загальнодержавної цільової програми використання та охорони земель України від 2022 року визначено, що земельний фонд України становить 60,4 млн. гектарів і характеризується надзвичайно високим рівнем освоєння. Близько 70 відсотків земельного фонду України становлять сільськогосподарські землі, близько 4 відсотків - забудовані землі. Високий рівень господарського освоєння території України визначає інтенсивний вплив антропо- та техногенезу на навколишнє природне середовище, в тому числі на земельні ресурси, склад і характер процесів, які відбуваються у сфері використання земель. Найбільшу питому вагу мають сільськогосподарські землі (близько 70 відсотків). Рівень розорювання земель в державі досягає в середньому 54 відсотки, а у деяких областях - 70 відсотків і більше [28].

Надмірне розширення площі ріллі за рахунок схилених земель призвело до порушення екологічно збалансованого співвідношення земельних угідь: ріллі, природних кормових угідь, лісів та водойм, що негативно позначилося на стійкості агроландшафтів і спричинило значну техногенну ураженість екосфери. Внаслідок цього земельні ресурси прискореними темпами деградують, забруднюються та виснажуються, і при цьому не виробляється

достатня кількість продовольства навіть для нинішнього покоління, ставляться під загрозу потреби майбутніх поколінь. Особливо загрозовою є прогресуюча деградація та спад родючості ґрунтів-основи біосфери і сільськогосподарського виробництва. Щорічні збитки від основних видів ґрунтової деградації становлять близько 40-50 млрд. гривень, у тому числі за рахунок незбалансованих втрат гумусу і поживних речовин - 23-28 млрд. гривень; від недобору продукції та втрат ґрунту через ерозію - 17-22 млрд. гривень. За рівнем кислотності, засоленості, солонцюватості, переущільнення, забруднення частина земельних ресурсів перебуває у передкризовому, а подекуди у кризовому стані з тенденцією до погіршення [28].

Таким чином, для пом'якшення наслідків вітрової ерозії ґрунтів потрібні комплексні заходи, спрямовані на збереження та відновлення ґрунтових ресурсів, покращення практик управління земельними ресурсами та посилення контролю за використанням земель сільськогосподарського призначення.

### Висновки до розділу 1

На основі викладено у першому розділі матеріалу, можна зробити наступні висновки:

По-перше, літературно-наукова база дослідження підтверджує важливість проблеми використання земельних ресурсів в умовах вітрової ерозії ґрунтів, яка є актуальною для України та інших країн світу. Наукові праці як українських, так і зарубіжних вчених розкривають масштаб та багатовимірність цієї проблеми, підкреслюючи необхідність комплексного підходу до її вирішення.

По-друге, вітрова ерозія ґрунтів - це процес видування, перенесення і осадження ґрунтових часток вітром. Вона є одним із основних типів ерозії, поряд з водною ерозією, і характеризується впливом вітру на поверхневі шари ґрунту. Вітрова ерозія виникає в результаті дії сильних і тривалих вітрів, які можуть переміщувати частки ґрунту на значні відстані, що призводить до втрат родючого шару ґрунту. Для ефективного захисту ґрунтів від дефляції необхідно



враховувати низку факторів. Зокрема, кліматичні фактори (кількість опадів та температура, швидкість вітру), рельєф (макро-, мезо- та мікрорельєф впливають на дефляцію ґрунтів, змінюючи швидкість вітру в різних ділянках місцевості), рослинність, ґрунтові та антропогенні фактори.

По-третє, вітрова ерозія ґрунту має серйозні соціально-економічні та екологічні наслідки, що вимагають комплексного підходу до збереження і раціонального використання земельних ресурсів. Дефляція знижує родючість ґрунтів, що призводить до зменшення врожайності сільськогосподарських культур. Це може впливати на добробут фермерів та сільських громад. Вітрова ерозія призводить до втрати верхнього родючого шару ґрунту, що є найбільш важливим для росту рослин. Це знижує біопродуктивність екосистем. Пил, піднятий вітром з еродованих земель, може забруднювати повітря, що призводить до погіршення якості повітря і негативно впливає на здоров'я людей та тварин.

## РОЗДІЛ 2

### ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ В УМОВАХ ПРОЯВУ ВІТРОВОЇ ЕРОЗІЇ ҐРУНТІВ: СВІТОВИЙ ДОСВІД ТА УКРАЇНСЬКА ПРАТИКА

#### 2.1. Проблема використання земельних ресурсів в умовах прояву вітрової ерозії ґрунтів у країнах світу

Ерозія та дефляція ґрунту відбуваються по всьому світу, щорічно знищуючи до 5–7 000 000 га (5–70 000 км<sup>2</sup>) родючих земель від інтенсивного використання. Розорення і виснаження ґрунтів значно прискорилося в ХХ столітті через надмірну оранку величезних площ, винищення лісів, значно посилилася механізація обробки ґрунтів і посівів ведення сільського господарства, недостатність заходів щодо захисту ґрунтів.

##### 2.1.1. Оцінка інтенсивності вітрової ерозії в світі

Вітрова ерозія є серйозною проблемою в багатьох частинах світу. Він фізично вилучає з поля найродючішу частину ґрунту, забруднює повітря, засипає дорожні канали, знижує приживлюваність і ріст сходів, знижує товарність багатьох овочевих культур. Вітрова ерозія також створює нові пустельні форми та ландшафти.

Вітрова ерозія, як правило, гірша в посушливому та напівпосушливому кліматі. Це може бути проблемою всюди, де сприятливі ґрунтові, рослинні та кліматичні умови. Частинки ґрунту розмиваються, коли напруга зсуву, що чиниться вітром на поверхню землі, перевищує сили, які прагнуть утримати частинки на місці. Частинки, що розмиваються, можуть транспортуватися у формі сальтації, повзучості або суспензії.

Посушливі землі значні і займають приблизно одну третину світової площі. Загальні території, найбільш вразливі до вітрової ерозії на

сільськогосподарських землях займають більшу частину Північної Африки та Близького Сходу, частини Південної і Східної Азії, Сибірської рівнини, Австралії і півдня Південної Америки, а також напівзасушливі та посушливі частини Північної Америки.

Велика ерозія ґрунту на Великих рівнинах у США під час останньої половини XIX ст. і у 1920-х роках в прерійному регіоні західної Канади попередив про наближення катастрофи. Протягом 1930-х років тривав посушливий період, який завершився пиловими бурями та руйнуванням ґрунту в катастрофічних масштабах у прерійних регіонах як західної Канади, так і в районі Великих рівнин США.

Вітрова ерозія фізично забирає найбільш родючу частину ґрунту з поля і, отже, знижує продуктивність землі. Частина ґрунту з пошкоджених земель потрапляє у суспензію і стає частиною атмосферного пилового навантаження. Науковці Хаген і Вудрафф підраховали, що внаслідок ерозії земель Великих рівнин у 1950-х і 1960-х роках в атмосферу потрапляло 244 і 77 мільйонів тон пилу на рік відповідно. Пил закриває видимість і забруднює повітря, спричиняє автомобільні аварії, забруднює техніку та дратує домогосподарок. Здування ґрунту заповнює дорожні канави, знижує виживання та ріст розсади, знижує товарний вигляд овочевих культур, таких як спаржа, зелена квасоля та салат, і підвищує сприйнятливість та передачу деяких хвороб [39].

Ерозія ґрунту продовжуватиме збільшуватися в Африці на південь від Сахари через зміну клімату та розширення посівних площ. Останніми роками швидке розширення африканських міст, високий приріст населення та екстенсивний розвиток сільського господарства призвели до дедалі більшого знищення рідкісної рослинності, що призвело до поглиблення залежності людей від природних ресурсів. великий виклик для екологічної сталості. Між 1975 і 2000 роками зникло 16% лісів і 5% відкритих лісів і чагарників, тоді як площа сільськогосподарських угідь збільшилася на 57%, а сільськогосподарське виробництво зросло майже на 50%, з чіткою тенденцією до перетворення природної рослинності на культури [52].

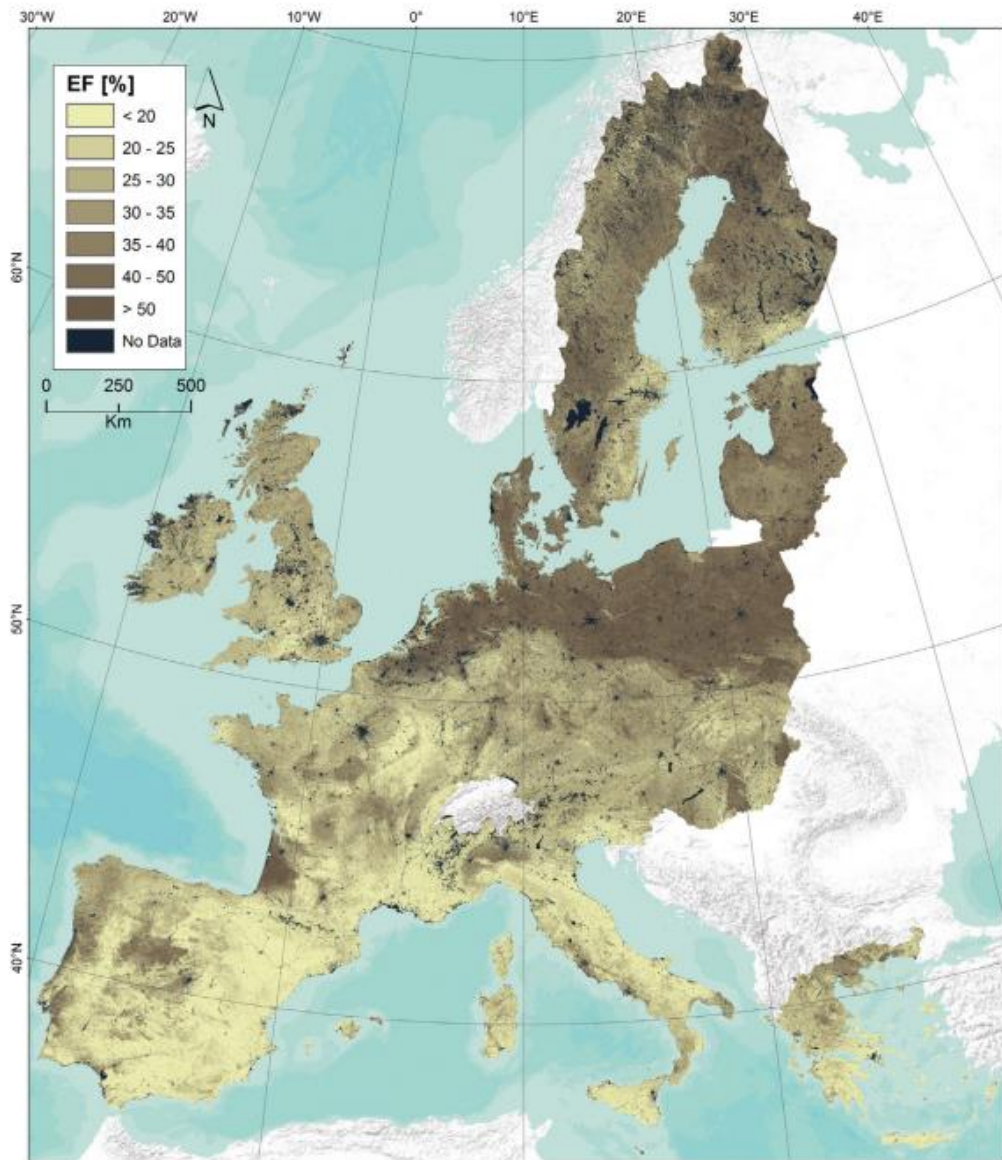
За повідомленням агентства новин Сінхуа, майже 40 відсотків (3,7 мільйона км<sup>2</sup>) території Китаю страждають від ерозії, з якої понад 6,5 мільярда тон верхнього шару ґрунту втрачається щороку. Трохи менше половини цієї кількості втрачається через водну ерозію, тоді як трохи більше половини втрачається внаслідок дефляції, викликаної вітром.

### 2.1.2. Дефляційно-небезпечні райони світу

Деградація земель внаслідок вітрової ерозії також є європейським явищем, яке локально вражає напівпосушливі райони Середземноморського регіону, а також зони помірного клімату країн Північної Європи. Відповідно до Тематичної стратегії ЄС щодо охорони ґрунтів, приблизно 42 мільйони гектарів уражені вітровою ерозією в Європі. Дослідження в рамках проектів ЄС (Вітрова ерозія на легких ґрунтах Європи (WEELS)) і Вітрова ерозія та втрата поживних речовин у ґрунті в напівпосушливій Іспанії відзначили, що території, потенційно уражені вітровою ерозією, є більш поширеними, ніж раніше повідомляло Європейське агентство з навколишнього середовища. Території, які, за даними Європейського агентства з навколишнього середовища, лише незначно постраждали від вітрової ерозії до початку 2000-х років фактично зазнали сильної ерозії.

Розподіл просторових моделей фракцій, що руйнуються вітром, свідчить про поділ європейської поверхні на три регіони (рис. 1.1.):

- північний регіон, де переважно переважають найвищі значення EF,
- центрально-східний регіон із середніми значеннями EF, які перемежуються деякими високими/ низькі місця,
- середземноморська зона, яка має переважно низькі значення фракції, що руйнується вітром [37].



*Рис. 1.1. Карта сприйнятливості ґрунтів Європи до вітрової ерозії [37]*

Країни Середземномор'я (Кіпр, Іспанія, Мальта та Італія) мають найнижчі середні значення ерозійної фракції (від 18,5% до 22%). Найвищі значення спостерігаються в районах, що оточують Північне та Балтійське моря, а в Польщі, Данії, Нідерландах і північній Німеччині середні значення перевищують 40%. Вищі значення коефіцієнта варіації у південних країнах підтверджує регіональну закономірність. Ці закономірності демонструють просторовий розподіл ерозійності ґрунтів вітровою ерозією, який чітко відрізняється від моделі еродованості ґрунтів, визначеної для водної ерозії. Хоча це зазвичай стосується всієї Європи, ситуація особливо актуальна для північної частини Центральної Європи, Франції та Іспанії.

В академічній літературі про деградацію ґрунтів у Європі вітрова ерозія визначена як головна загроза для північної Європи. Це пояснюється тим, що явище має особливо значний вплив на легкі піщані ґрунти. Піщані ґрунти північної Європи часто демонструють бімодальний розподіл зерен за розміром і вторинний максимум у діапазоні мулу. Спостереження за моделями їхньої схильності до ерозії підтвердили, що піщані ґрунти північної Європи характеризуються більшою сприйнятливістю до вітрової ерозії. Район Геест у Нижній Саксонії є прикладом територій, які дуже вразливі до вітрової ерозії [37].

Варто відзначити, що для Австралії проблема вітрової ерозії не стоїть так гостро як для країн Європи, Північної Америки та України. Втрата ґрунту вітром спостерігався лише в низинах Східної Австрії. Зони ризику – це піщані ґрунти, а в сухий сезон – деякі території, вкриті чорноземами (чорноземами). У цій країні було проведено деякі заходи, такі як лісовідновлення низин, для захисту ґрунту від вітру. Щороку в Австралії висаджують нові вітрозахисні смуги, збільшуючи таким чином заповідних територій на кілька тисяч гектарів на рік. Наявність ризику вітрової ерозії в піщаних районах визнається з XVIII століття. Це раннє визнання проблеми та вжиті заходи призвели до стабілізації ерозії в цих областях. Зростання ерозії ґрунту в майбутньому не очікується завдяки впровадженню заходів із запобігання, включених до національної агроекологічної програми. У 2008 році ці заходи зменшили рівень ерозії ґрунту на 3–18% залежно від регіону, в середньому на 10 відсотків. Однак серйозний тиск може виникати через майбутні зміни клімату та землекористування (перетворення пасовищ в рілля) або значні зміни в сівозміні, хоча це малоімовірно [47].

Проблема деградації ґрунтів через вітрову ерозію є характерною для країн Центральної Азії. Зокрема, для Узбекистану. По всій території Узбекистану зустрічаються всі види ерозії. В цій країні вітровою ерозією та негативною вітровою дією на рослини уражено 21,4 млн га або 80 відсотків усіх

сільськогосподарських угідь. Із 3,7 млн га зрошуваних угідь, три чверті – 2,8 млн. га – різною мірою еродовані [44].

У Китаї давно ведеться боротьба із водною та вітровою ерозією ґрунтів. Однак, ситуація з ерозією та дефляцією ґрунтів у країні залишається тривожною, незважаючи на зростаючу кількість контрзаходів, вжитих за останнє десятиліття. Міністерство водних ресурсів Китаю стверджує, що щонайменше третина території країни страждає від серйозної ерозії (викликаної водою), дефляції (викликаної вітром) і, як наслідок, від опустелювання (втрата ґрунту і родючості, а також поширення пустель). Проблема очевидна в кожній провінції та автономному регіоні країни.

Дефляція в КНР переважно відбувається на північ від Великої стіни уздовж верхів'їв річки Хуанхе, а також у великих масштабах у Сінцзяні, Цінхаї, Внутрішній Монголії та Нінся, особливо на лісовому плато.

В Китаї дефляція здебільшого є наслідками антропогенних факторів, таких як нераціональне розширення сільськогосподарських угідь у посушливих районах, надмірне випасання худоби на пасовищах, вирубка лісів, видобуток корисних копалин і будівництво. Крім того, за даними Державного управління охорони навколишнього середовища, понад 15 відсотків оброблюваних земель країни додатково страждають від забруднення хімічними добривами, пестицидами, важкими металами, пластиковими плівками і токсичними водами. Втрата оброблюваних земель особливо тривожна, оскільки лише близько 12 відсотків загальної площі країни придатні для сільського господарства [44].

За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації Об'єднаних Націй, посівні площі в Африці зросли більш ніж на 60% між 2000 і 2020 роками. Худоба, яка може жувати поверхневу рослинність під час випасу і, таким чином, посилювати вітрову ерозію, наприклад великої рогатої худоби, буйволів, коней, овець і кіз також у 2020 році більш ніж у 1,5 рази більше, ніж у 2000 році [38]. Проте як розширення оброблюваних площ, так і збільшення поголів'я худоби відбулося в основному у більш вологих та слабкоерозійних територіях із хорошою рослинністю, і, таким чином, мали незначний вплив на

загальний модуль вітрової ерозії. Крім того, коли рослинний покрив відносно хороший, вплив його зміни на вітрову ерозію слабкий.

Хоча антропогенна діяльність не є найважливішим прямим фактором, що впливає на вітрову ерозію в Африці, вона все ще відіграє значну роль у процесі вітрової ерозії. Антропогенна діяльність здебільшого впливає на вологі райони, де вітрова ерозія низька, тому вона має менший вплив на загальний модуль вітрової ерозії, але не можна ігнорувати, що зміни в методах ведення сільського господарства, навіть якщо вони призводять лише до незначного збільшення вітрової ерозії, може призвести до втрати родючості ґрунту, що, у свою чергу, впливає на продовольчу безпеку [48].

Прогнозується, що до 2050 року попит на продовольство в Африці на південь від Сахари зросте втричі, після чого деградація земель і зростання населення створюватимуть більшу загрозу для сільськогосподарського виробництва. Незважаючи на те, що африканські уряди намагалися зменшити ризик вітрової ерозії та деградації земель шляхом будівництва екологічних інженерних проектів, таких як Зелена дамба (GD) і Велика стіна (Great Green Wall), вони поки що не досягли великого успіху [36].

Зелена дамба (GD) - це смуга плантацій площею 3 млн га, розташована на півночі Алжиру, яка тягнеться зі сходу на захід. GD став першим значним експериментом по боротьбі з опустелюванням шляхом відновлення деревних бар'єрів, з масивними плантаціями, створеними з 1970-х років. Однак рівень виживання був дуже низьким до XXI століття через тривалу посуху в 1980-х, проект не досягнув очікуваних показників. Варто зазначити, що в Алжирі людська діяльність, а не клімат, в основному вплинула на рослинний покрив, починаючи з XXI століття, з експоненціальним збільшенням чисельності худоби в районах зелених дамб, що збільшило ризик вітрової ерозії [36].

Велика стіна (Great Green Wall) був запущений у 2007 році, охоплюючи відстань 7775 км від Сенегалу на узбережжі Атлантичного океану до Еритреї на узбережжі Червоного моря, шириною 15 км. GGW розпочався відносно пізно та засвоїв уроки попереднього проекту GD, маючи на меті досягнення соціально-



економічного розвитку під час боротьби з деградацією земель. Наразі GGW досяг значного успіху, оскільки в рамках проекту ФАО «Дії з боротьби з опустелюванням» у 2018 році було відновлено 18 000 га шляхом посадки місцевих порід дерев у Буркіна-Фасо, Ефіопії, Гамбії, Нігері, Нігерії та Сенегалі. Оцінка, проведена за дорученням Організації Об'єднаних Націй, показала, що 4%–20% цілі відновлення вже досягнуто, і за оцінками, цільові показники нейтральності деградації земель будуть досягнуті до 2030 року. З точки зору вітрової ерозії, відновлення рослинності на території GGW відіграло важливу роль у змінах вітрової ерозії протягом останніх 20 років, що є відображенням початкового успіху реалізації проекту. Проте вітрова ерозія суттєво не зменшилася, а це означає, що ризик деградації земель все ще існує [50].

Ерозія ґрунту в Південній Африці є однією з найважливіших екологічних проблем, що створює загрозу продовольчій та водній безпеці. У регіоні понад 70% продуктивних земель уражені різними формами ерозії. Так, у Південній Африці вітрова ерозія ґрунту часто відбувається в посушливіших західних частинах країни і тісно пов'язана з природним і антропогенним видаленням рослинного покриву. Понад 25% території Південної Африки вразливі до вітрової ерозії, особливо в Північній Капській провінції та західних частинах Фрі-Стейту та Північно-Західних провінцій. Території, схильні до вітрової ерозії, ймовірно, збільшаться через втрату рослинності на пасовищах і методи обробки ґрунту на сільськогосподарських угіддях. Політична спадщина апартеїду та пов'язана з ним «хоумленд-система» призвели до відносного перенаселення колишніх батьківщин у гірських регіонах із чутливими ґрунтами (наприклад, Транскей та Кваква). Нестійкий і сильний приплив людей і худоби на ці, за своєю суттю, чутливі до ерозії ґрунти був рецептом катастрофи, і ці території залишаються одними з найбільш деградованих систем у Південній Африці [49].

Нігер є однією з найбільш постраждалих від вітрової ерозії країн у Сахельській зоні. Постійні пилові бурі та деградація земель загрожують

продовольчій безпеці країни. Малі також страждає від серйозної вітрової ерозії, особливо в північних та центральних регіонах. Програми з насадження дерев та створення захисних лісосмуг допомагають боротися з цією проблемою. Вітрова ерозія в Судані призводить до деградації земель та зниження продуктивності сільського господарства. Ініціативи з відновлення рослинного покриву та управління водними ресурсами є важливими для зменшення ерозії [49].

Отже, вітрова ерозія є глобальною проблемою, що викликає значні екологічні та економічні втрати в різних регіонах світу. Вона особливо виражена в посушливих і напівпосушливих районах, де найродючіша частина ґрунту втрачається, що знижує продуктивність землеробства та сприяє утворенню пустельних ландшафтів.

## 2.2. Особливості використання земельних ресурсів в умовах прояву вітрової ерозії ґрунтів в Україні

Ґрунти вважаються головним та найпотужнішим у територіальній площині компонентом навколишнього середовища. Ґрунт є одним із найважливіших факторів, що забезпечують продовольчу безпеку, і розглядається не тільки як поверхня землі, а й як основа життя. У сільському господарстві продуктивність значною мірою залежить від стану ґрунту. Інформація про стан родючості ґрунтів України формується на основі моніторингу ґрунтів, основним компонентом якого на даний час є обстеження сільськогосподарських земель, що проводиться Державною установою «Інститут охорони ґрунтів України». Обстеження проводиться циклічно, кожні 5 років.

До 1990 року питання збереження ґрунтів, відтворення та підвищення їхньої родючості було пріоритетним і мало реальну державну підтримку. У цей період було реалізовано майже весь комплекс заходів, спрямованих на збереження ґрунтів, і їхня кількість щороку збільшувалася. За останні тридцять

років ситуація змінилася. Заходи щодо радикального поліпшення ґрунтів зведені до мінімуму, а деякі роботи не проводилися протягом кількох років [42, с. 68].

А з початком повномасштабного вторгнення РФ в Україну, питання збереження ґрунтів, відтворення та підвищення їхньої родючості не має відповідної уваги та вирішення.

У результаті спостерігається стійка тенденція до погіршення якості ґрунтів, зниження запасів гумусу, вмісту поживних речовин, відбувається закислення, засолення, руйнування структури ґрунтів. За таких умов створюється реальна загроза подальшої інтенсивної деградації ґрунтового покриву – головного засобу сільськогосподарського виробництва. Через надмірне розорювання, дефіцитний баланс гумусу та поживних речовин, нестачу органічних речовин і мінеральних добрив, хімічних меліорантів, забруднення ґрунтів Україна за нинішніх умов продовжує деградувати.

Дегуміфікація – один із найнебезпечніших процесів деградації ґрунтів, що призводить до зниження їхньої родючості. У результаті агрохімічної паспортизації сільськогосподарських земель у період 1986-2017 років вміст гумусу в ґрунті зменшився на 0,22 %. Враховуючи, що для підвищення його вмісту на 0,04 % потрібно 10 років за відсутності використання, ці втрати доведеться компенсувати протягом багатьох десятиліть. Однією з основних причин цієї ситуації є значне скорочення внесення органічних добрив. Лише за останні 10 років внесення органічних добрив зменшилося з 8,6 тонн на 1 га ріллі в 1990 році до 0,5 тонн на 1 га в 2016 році [42, с. 69].

Сучасна типова структура агроландшафтів України в усіх трьох основних природно-кліматичних зонах - Полісся, Лісостепу і Степу характеризується високою розораністю, інтенсивною сільськогосподарською діяльністю, занадто високим рівнем насиченості сівозмін інтенсивними просапними культурами, що визначає високий ризик розвитку ерозійних процесів, втрату екологічної стійкості агроландшафтів та деградацію важливого їх елементу - малих річок.

Як відзначають українські дослідники О. Тараріко, Т. Ільєнко, Т. Кучма, О. Білокінь, «нині понад 40% орних земель розташовано на схилах, що за посилення зливого характеру опадів, які нині спостерігаються, високої розораності агроландшафтів та насиченості сівозмін просапними культурами і навпаки зменшення площ посіву кормових культур, значно підвищує небезпеку прояву ерозійних процесів [31].



Рис. 1.2. Структура агроландшафтів території України та найбільш розповсюджені деградаційні процеси, % від загальної площі [31]

Приблизно 70% території України зайнято сільськогосподарськими угіддями, більшість із яких задіяно в екстенсивних системах сільськогосподарського виробництва. Існує дуже гостра потреба пом'якшити масштаби та наслідки вітрової ерозії та, де можливо, запобігти їй шляхом оптимізації сільськогосподарської діяльності та покращення умов для збереження та оновлення ґрунту.

На південному сході та півдні України навесні та восени бувають посухи, суховії (25–30 днів на рік), іноді пилові бурі (3–8 днів на рік). Тривалість пилових бур коливається від кількох хвилин до кількох днів. Зміна клімату призвела до пилових бур навіть у регіонах, які раніше мали статус «низького» ризику ерозії ґрунту. Навіть на Поліссі (лісовій зоні), більша частина якого вкрита лісами, деревами та чагарниками, і де площа оброблюваних земель порівняно невелика, пил піднімається з сухих дернів швидкістю вітру до 2–3 м/с. Викиди пилу внаслідок вітрової ерозії є найбільшим джерелом аерозолів, які прямо чи опосередковано впливають на радіаційний баланс атмосфери і, отже, на глобальні кліматичні зміни [43, с. 7].

Слід відзначити, що вітрова ерозія сьогодні є проблемою не лише зони Степу, а й зони Полісся. Раніше (у 1999–2009 рр.) втрати ґрунту внаслідок вітрової ерозії у Волинській області становили від 32,8 до 261,7 т/га, втрати гумусу – 508–3952 кг/га, з них 6,0–33,5 кг. поживних речовин/га становив доступний фосфор, а 3,4–22,8 кг поживних речовин/га — обмінний калій. А вже у 2000–2012 рр. за топографічними картами масштабу 1:10 000, розробленими Лабораторією боротьби з ерозією ґрунтів ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського» для Волинської області, зв'язність ґрунту не перевищувала 35%, а результуючий коефіцієнт руйнування становив 65%. Ці вже значні наслідки лише значно посиляться майбутніми змінами клімату, якщо їх не вирішити негайно [43, с. 9].

Отже, підвищення температури та вітрового режиму, збільшення втрат вологи на непродуктивне фізичне випаровування та поверхневий стік, а також надмірне насичення сівозмін просапними культурами, є чинниками, які збільшують ризики прояву як водної, так і вітрової ерозій.

Варто відзначити, що загалом в Україні майже 16 млн га земель еродовані й ерозія продовжує поширюватися на кожний п'ятий гектар з тих, які поки що не зазнали її. Втрати гумусу на цих землях уже досягли 30-70%. Карта еродованості ґрунтів детально покаже ситуацію в Україні щодо поширення ерозії. В карті типи еродованих територій встановлені по відношенню загальної

площі еродованих ґрунтів групи господарств, що мають однакову ступінь еродованості, до всієї площі господарств цієї групи (рис. 1.3.).

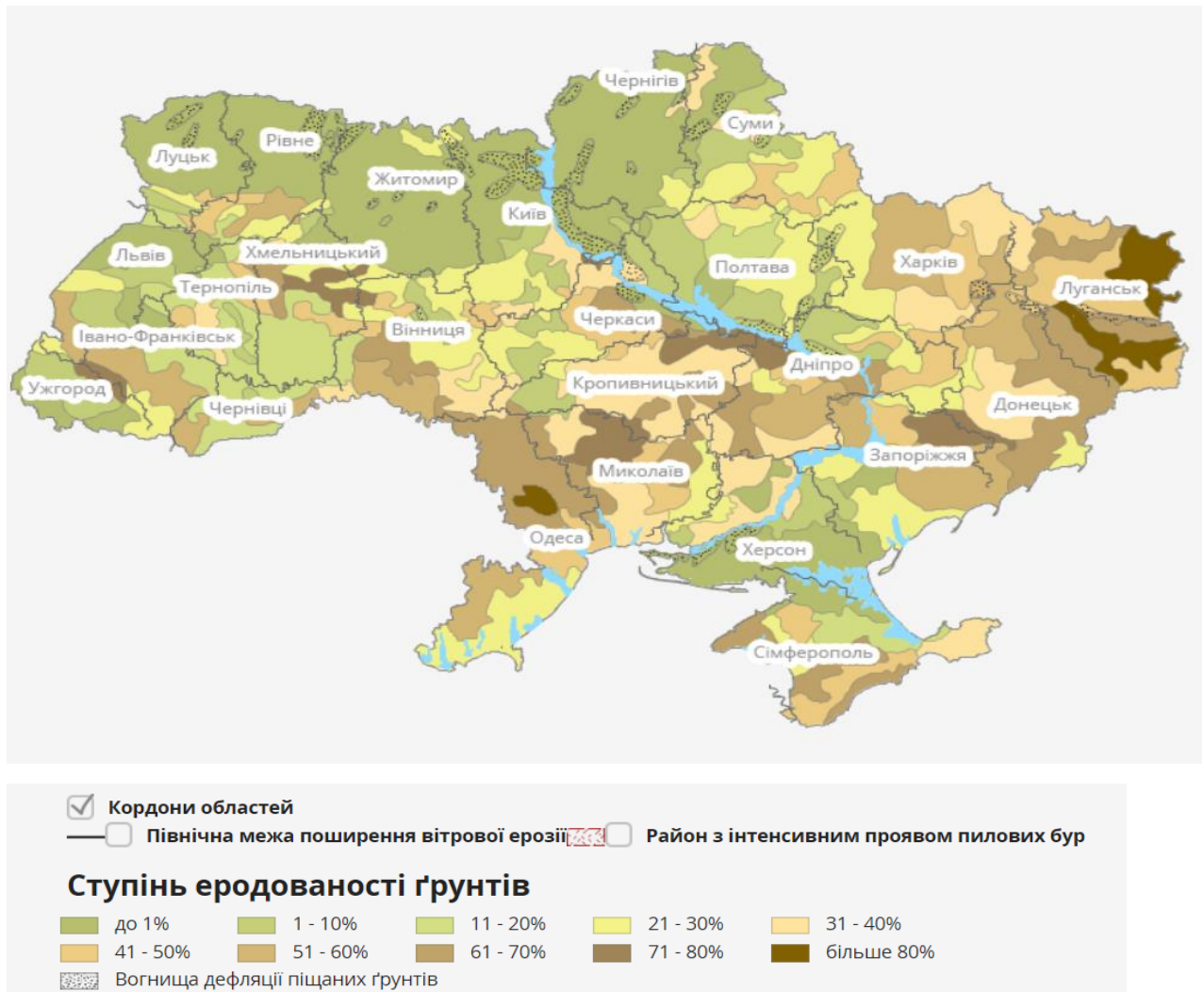
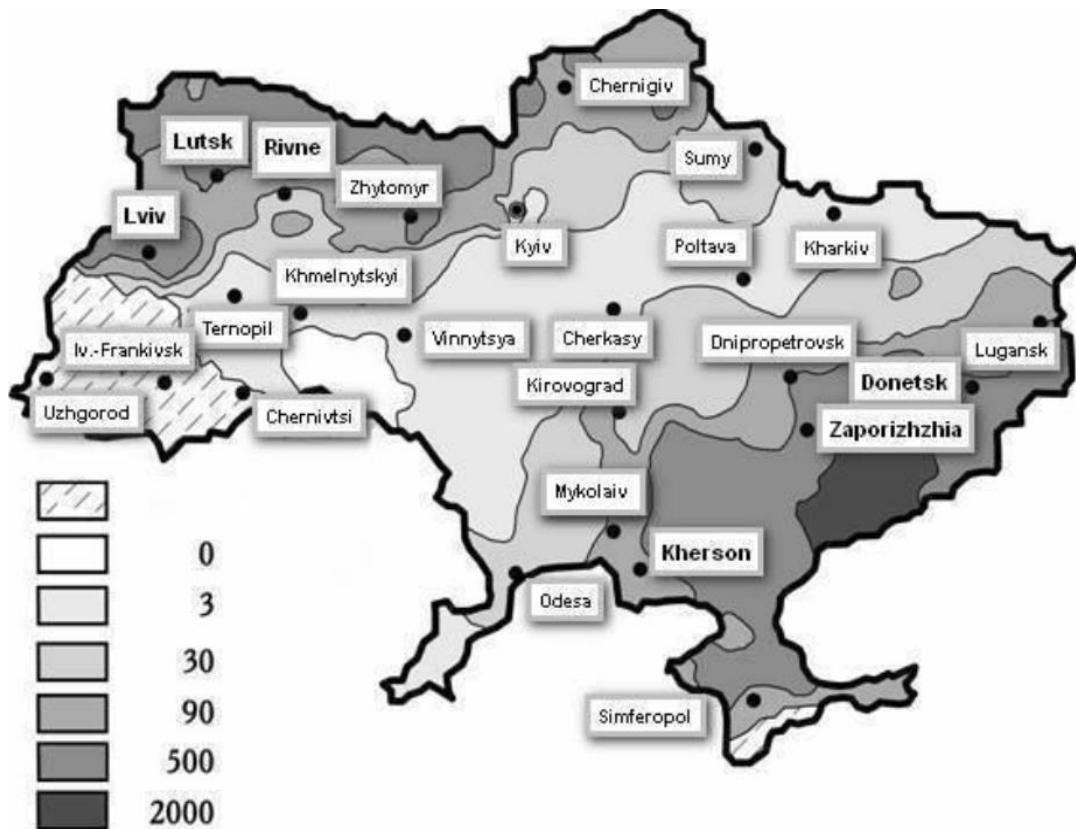


Рис. 1.3. Ступінь еродованості ґрунтів в Україні [10]

Щорічні прояви вітрової ерозії мають місце в південно-східних і східних районах України і охоплюють територію до 5 млн га, які є основними районами виробництва зернових культур (рис. 1.4.). За середньорічними даними вітрерозійні процеси проявляються один раз на 1,5–2,0 року у вигляді пилових бур, а локальні – щорічно [43].



*Рис. 1.4. Можливі втрати ґрунту від вітрової ерозії на рівнинних землях України, (т/га на рік) [43]*

На думку О. Тараріко, Т. Ільєнко, Т. Кучма, О. Білокінь, «на території України в напрямку з півночі на південь закономірно зменшується вологозабезпечення і навпаки збільшується надходження тепла у вигляді сонячної енергії. У зоні Полісся надходження вологи значно більше за випаровування, що може в окремі роки спричинити навіть до перезволоження. У лісостеповій зоні вологи з опадами надходить на рівні її випаровування, а у зоні Степу випаровування значно перевищує кількість опадів, що зумовлює до поширення процесів опустелювання та високого ризику прояву катастрофічних пилових бур на великих територіях. В останні 30 років ця закономірність майже не змінилась, а збільшення опадів у деяких регіонах у процесі змін клімату має нестійкий характер. Однак за рахунок підвищення температури, і як наслідок збільшення втрат на випаровування, спостерігається тенденція до зменшення вологозабезпечення агроєкосистем та збільшення ризиків опустелювання, що особливо характерно для зони Степу» [31].

Відзначаючи катастрофічну небезпеку дефляції в районі Південного Степу, М. Булигіна та С. Булигіна також наголошують, що Полісся також відноситься до району із катастрофічним рівнем небезпеки дефляції. Ще 30 років тому дефляція в Поліссі була маловідомою проблемою. Нині пересушені торфові ґрунти влітку пилять навіть при незначній швидкості вітру. У Поліссі катастрофічна небезпека дефляції спостерігається в Щацько-Райновському, Заречно-Манєвичському, Сарно-Олевському і Чорнобильському ґрунтово-ерозійних районах, де переважають мінеральні ґрунти легкого гранулометричного складу, а також органігенні ґрунти, значна частина яких осушена і використовується як орні землі [3].

Вітрова ерозія поширена і в північній частині Волинської області на дерново-підзолистих ґрунтах із піщаним гранулометричним складом, а також на осушених торфовищах.

У Південному Степу катастрофічна небезпека дефляції охоплює великий район від Борислава на заході до Старобешева на сході, включаючи південно-східні відроги Донецького кряжу, Приазовську височину і низовину, північну частину Причорноморської низини між Дніпром і Молочною, а також Бориславський район на Правобережжі Дніпра. Родючість ґрунтів у цих регіонах зменшена більше ніж на 30%, особливо на Приазовській височині та низовині. В Поліссі також спостерігається висока забрудненість радіоактивними речовинами і загальні негативні ландшафтні зміни. Для вирішення проблеми потрібна радикальна зміна структури земельних угідь, зменшення площі ріллі, розширення пасовищ і сіножатей, а також створення системи полезахисних агролісомеліоративних насаджень [26].

Також райони з високою небезпекою дефляційних процесів розташовані в Червоноградському та Львівському районах Львівщини, на півночі Чернігівської області та у Шосткинському районі Сумської області. У степовій зоні це Нововоронцівський і Каховський райони Херсонської області, Маріупольський район Донецької області, Луганський і Довжанський райони Луганської області. У цих районах родючість ґрунтів зменшена або може



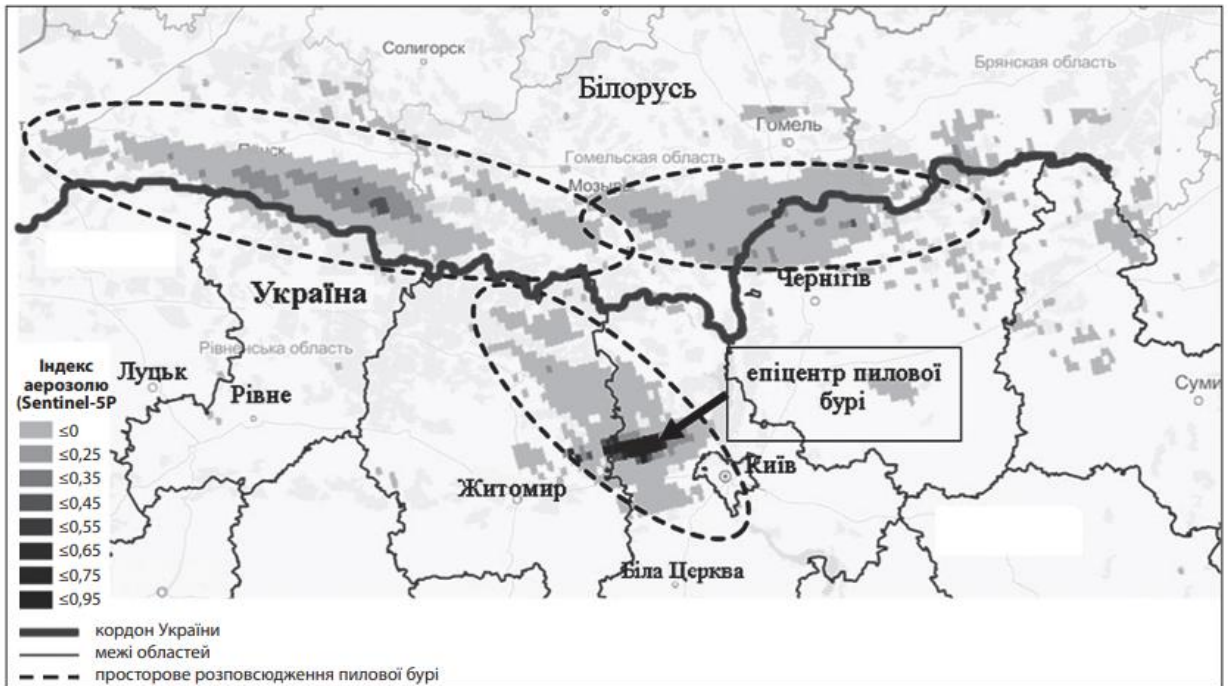
зменшитися на 20-30%. Слід підкреслити, що без суттєвих змін у системі землеробства, навіть за наявності інженерних систем захисту, не завжди можливо підвищити родючість ґрунтів [3, с. 26-27].

Постійні зміни клімату можуть значно погіршити ситуацію. Підвищення середньої температури, сезонний і просторовий перерозподіл опадів, а також збільшення частоти та інтенсивності екстремальних погодних явищ, включаючи посуху, вітер і дощ, можуть призвести до подальшої ерозії ґрунту, якщо її не пом'якшити або не адаптувати до неї.

Таке небезпечне явище як пилова буря на території України спостерігається періодично на площі до 15–20 млн га переважно в зоні Степу, а локально на окремих полях і сівозмінах залежно від рельєфу, рівня їх захищеності лісомеліоративними заходами, проявляється щороку. В окремі малосніжні роки дефляція може досить інтенсивно проявлятися і в зимовий період. Так, наприклад у 2011 р. на території Херсонської обл. за швидкості вітру 12–15 м/с при зимових опадах у вигляді льодової крупи, яка діяла на поверхню мерзлого ґрунту як абразивний матеріал, спостерігався доволі значний підйом часток ґрунту та їх перенос у вигляді пилу на значні відстані [7, с. 101].

Масштабна пилова буря спостерігалась у 2007 р. на території Херсонської, Запорізької, Одеської та інших південних областей. Просторове поширення цього небезпечного явища простежувалось у просторі та часі на супутникових знімках [30, с. 54].

Однак навесні 2020 р. незвичайна пилова буря охопила Українське і Білоруське Полісся. За даними супутникових знімків Sentinel-5P UV Aerosol Index, що містить інформацію про концентрацію аерозолів (дрібнодисперсного пилу) встановлено, що територія масштабного прояву дефляції поверхні ґрунту охопила площу до 3,5 млн га (рис. 1.5.) [31, с. 13].



*Рис. 1.5. Поширення пилової бурі на території Українського і Білоруського Полісся за даними супутника Sentinel-5P UV Aerosol Index (16.04.2020 р.)*

*[31, с.12]*

Проблема деградації земель є дуже актуальною для Одеської та Миколаївської областей, оскільки нераціональне використання земельних ресурсів призводить до втрати чорноземними ґрунтами своїх властивостей, вимивання їх водою та вивітрювання, що негативно впливає на якість земельних ресурсів цих південних регіонів України. Землевласники та землекористувачі повинні усвідомлювати свою відповідальність за належний стан охорони сільськогосподарських угідь та збереження родючості ґрунтів.

Низький рівень землеробства є лише одним із факторів, що сприяють загрози опустелювання. До інших факторів належать зміни кліматичних умов, зокрема зменшення кількості опадів, особливо у весняно-літній період (як доказ – посушливе літо 2024 року та аномальна спека на Півдні України), незаконна вирубка лісосмуг та зниження рівня води у водних об'єктах.

Останнім часом лісосмути піддаються безконтрольній вирубці та підпалюванню, оскільки після здобуття незалежності вони залишилися «нічийними». Ця проблема торкнулася не лише Одеської та Миколаївської

областей, а й усієї степової зони України. Масова загибель лісосмуг загрожує їхнім повним зникненням, що призведе до посилення вітрової та водної ерозії ґрунтів.

Райони із середньою небезпекою дефляції в лісовій зоні включають Золочівський район Львівщини, Чернігівський і Шосткинський райони Правобережного Полісся, а в степовій зоні – Джанкойський ґрунтово-дефляційний район Криму. У цих районах звичайні заходи захисту ґрунтів уже не ефективні, і через дефляційні процеси родючість ґрунтів може зменшитися на більше ніж 10%. Необхідні інженерні розрахунки для оцінки втрат ґрунту з конкретного поля, враховуючи різний рівень агротехнічного захисту та оптимальні відстані між лісосмугами [3, с. 26].

Як зауважують М. Булигіна та С. Булигіна, що найменш схильні до дефляції ґрунтового покриву території включають Західний і Правобережний Лісостеп, Правобережний Північний Степ, а також західну частину Лівобережного Лісостепу в межах заходу Сумської, Полтавської, сходу Черкаської областей і частково Лівобережний Степ на північному сході Дніпропетровської області. Зокрема, у Правобережному Лісостепу (центр і південь Вінницької, захід Черкаської і схід Хмельницької областей) з 1961 року метеослужба не зафіксувала жодної пилової бурі в 24 адміністративних районах. До цієї категорії також відноситься територія біля міста Новгород-Сіверський на лівому березі р. Десна. Райони з низьким рівнем небезпеки дефляції ґрунтів знаходяться в Малому Лісостепу, Овручсько-Коростенському лесовому острові, південній і південно-східній частині Чернігівської області та північному Поліссі Сумської області. Крім того, на півдні країни визначено п'ять невеликих ґрунтово-дефляційних районів: Лисичансько-Амвросієвський, Талалаєвський, Васильківсько-Гуляйпольський, Велико-Олександрівський і Бахчисарайський, які розташовані на периферії зони з низьким ризиком дефляції [3, с. 26-27].

Отже, в Україні значна частина земельного фонду використовується для сільськогосподарського виробництва, що спричиняє інтенсивну експлуатацію

ґрунтів. Надмірне розорювання, особливо схилених земель, посилює ризики вітрової ерозії та знижує стійкість агроландшафтів. Сьогодні деградації ґрунту через вітрову ерозію піддаються райони, які раніше ця проблема не зачіпала – це Полісся.

### Висновки до розділу 2

На основі викладено у другому розділі матеріалу, можна зробити наступні висновки:

По-перше, вітрова ерозія є проблемою для багатьох регіонів світу. В Північній Америці, Європі, Центральній Азії та Африці на південь від Сахари, вітрова ерозія викликає значну деградацію земель, зменшуючи продуктивність сільського господарства та створюючи екологічні проблеми. Зміна клімату та антропогенна діяльність, такі як нераціональне розширення сільськогосподарських угідь і надмірне випасання худоби, посилюють проблему вітрової ерозії.

По-друге, ґрунти є критично важливими для продовольчої безпеки та екологічного балансу, однак їхній стан в Україні зазнає значних викликів. За останні три десятиліття спостерігається серйозне погіршення якості ґрунтів в Україні. Зниження вмісту гумусу, поживних речовин і збільшення ерозійних процесів є тривожними тенденціями.

## ШЛЯХИ ПОДОЛАННЯ ПРОБЛЕМИ ВІТРОВОЇ ЕРОЗІЇ ҐРУНТІВ В ПРОЦЕСІ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ

### 3.1. Правове регулювання та політика у сфері запобігання вітрової ерозії ґрунтів

Правове регулювання та політика у сфері запобігання вітрової ерозії ґрунтів у світі є багатовекторними і комплексними. Вони включають міжнародні угоди, національні законодавства та регіональні ініціативи, спрямовані на збереження ґрунтів та їхню стійкість до ерозії.

Серед міжнародних угод насамперед варто сказати про Конвенцію ООН по боротьбі з опустелюванням (UNCCD) [50]. Цей міжнародно-правовий акт спрямований запобігання деградації земель у посушливих, напівпосушливих і сухих субгумідних районах, включаючи боротьбу з вітровою ерозією. Цим актом ООН закликає держав-членів ООН впроваджувати національні програми, що включають збереження ґрунтів, лісовідновлення та сталий розвиток сільського господарства. ООН зобов'язується надавати технічну та фінансову підтримку країнам, що стикаються з проблемами деградації земель.

Цілі сталого розвитку ООН також включають положення про збереження екосистем суші, зокрема боротьба з опустелюванням і деградацією ґрунтів. До основних заходів ООН включає інтеграцію заходів щодо запобігання вітрової ерозії в національні стратегії збереження біорізноманіття та кліматичних змін.

Варто відзначити, що як ФАО (Продовольча і сільськогосподарська організація ООН) забезпечує технічну допомогу та підтримку для країн, що стикаються з проблемами ерозії ґрунтів.

Національні законодавства країн світу також мають відповідні акти, які покликані регулювати політику у сфері запобігання вітрової ерозії ґрунтів.

Наприклад, у Китаї з 1991 року діє Закон Китайської Народної Республіки про збереження води та ґрунтів. Цей Закон розроблено з метою запобігання та контролю втрати води та ґрунту, захисту та раціонального використання водних

та ґрунтових ресурсів, зменшення лиха, повені, посухи та піщаної бурі, покращення екологічного середовища та гарантування сталого економічного та соціального розвитку. Відповідно до цього документу, діяльність із збереження води та ґрунту на території Китайської Народної Республіки регулюється цим Законом. В КНР «охорона води та ґрунту» означає заходи, що вживаються для запобігання та контролю втрати води та ґрунту внаслідок природних факторів або діяльності людини. У збереженні води та ґрунту держава повинна надавати першочергову увагу профілактиці, здійснювати загальне планування, здійснювати всебічний контроль, приймати заходи відповідно до місцевих умов, посилювати наукове управління та робити акцент на ефективності [51].

У США діє Закон про збереження ґрунтів і водних ресурсів (RCA) 1977 року з поправками, який надає Міністерству сільського господарства США (USDA) широкі повноваження щодо стратегічної оцінки та планування для збереження, захисту та покращення ґрунту, води та відповідних природних ресурсів. Цей закон серед іншого передбачає фінансову допомогу фермерам для впровадження практик збереження ґрунтів, таких як контурне орання, терасування та агролісомеліорація [46].

Також у США працюють Програма консервації природних ресурсів (Conservation Reserve Program, CRP) та Програма консерваційних інвестицій (Conservation Stewardship Program, CSP), які забезпечують фінансування та технічну допомогу для впровадження практик, що запобігають ерозії.

Протягом останніх трьох десятиліть ЄС запровадив низку стратегій захисту агродовкілля, таких як Тематична стратегія щодо ґрунтів (2006) та екологізації Спільної сільськогосподарської політики (2013). З 2020 року Зелена угода ЄС запропонувала амбітну дорожню карту для того, щоб зробити ЄС першим вуглецево-нейтральним континентом із сучасною, конкурентоспроможною та ресурсоефективною економікою.

У рамках «Зеленої угоди» ЄС поставив охорону ґрунтів на перше місце в порядку денному. У 2021–2022 роках Європейська Комісія прийняла Стратегію ЄС щодо біорізноманіття ґрунтів до 2030 року, План дій щодо нульового

забруднення та Стратегію ЄС щодо адаптації до клімату, а також пропозицію щодо Закону про моніторинг ґрунтів. У липні 2023 року Європейська Комісія запропонувала Закон про моніторинг ґрунтів, щоб запровадити надійну та послідовну систему моніторингу та зробити стале управління ґрунтами нормою.

Також ЄС також прийняла амбітну структуру, що включає п'ять дослідницьких та інноваційних місій ЄС (а саме «Рак», «Адаптація до зміни клімату», «Океанські моря та вода», «Кліматично нейтральні та розумні міста» та «Ґрунт»). Ґрунтова місія має на меті створити 100 живих лабораторій для сприяння сталому управлінню землею та ґрунтами в міських і сільських районах для досягнення політичних цілей ЄС щодо здорових усіх ґрунтів до 2050 року. Ґрунтова місія уже профінансувала проекти на загальну суму понад 250 мільйонів євро у 2021–2022 роках і продовжить це робити, виділяючи ще більше фінансування для конкурсів HORIZON Europe.

У ЄС очікується, що до 2028 року фінансовані дослідницькі проекти в рамках Ґрунтової місії мають об'єднати близько 1 мільярда євро, щоб зупинити деградацію ґрунту шляхом дій на землі. Це буде підкріплено розробкою та моніторингом набору показників. Мета полягає в тому, щоб розробити програму здоров'я ґрунту на основі основи та дорожньої карти, яка буде транслюватися у всьому світі, що є амбіцією Міжурядової технічної групи ООН з питань ґрунтів (ITPS). Крім того, Ґрунтова місія сприятиме досягненню мети ЄС щодо управління всією землею більш стійкими способами як в ЄС, так і в усьому світі. Дія буде зосереджена навколо 100 живих лабораторій, реальних середовищ і умов, де практики, дослідники та інші зацікавлені сторони (наприклад, фермери, лісівники та власники землі) можуть співпрацювати для створення та тестування нових рішень для сталого управління ґрунтами [37].

Правову основу для охорони ґрунтів від вітрової ерозії в Україні забезпечують такі нормативно-правові акти як Конституція України, Земельний кодекс України, Закон України «Про охорону земель», Закон України «Про державний контроль за використанням та охороною земель», Закон України

«Про охорону навколишнього природного середовища», Закон України «Про землеустрій».

Можна погодитись із думкою української дослідниці Н. Гавриш, що «суспільна значимість ґрунту як специфічного природного та господарського об'єкта не отримала конституційного визнання». Вчена підкреслює, що слід розуміти, що конституційне значення терміну «земля» охоплює не лише земну поверхню в межах території України, але й родючий ґрунт, здатний виконувати біопродукційні та екологічні функції на локальному та глобальному рівнях. Це включає забезпечення продовольством і сільськогосподарською сировиною, а також реалізацію права кожного на безпечне для життя та здоров'я довкілля, як передбачено статтею 50 Конституції України [8, с. 15].

Враховуючи це, об'єктами, що становлять власність Українського народу згідно зі статтею 13 Конституції України, є ґрунти. Їх визнання на конституційному рівні сприятиме ощадливому ставленню до них, раціональному використанню та розвитку законодавства про охорону ґрунтів. Це також підтримає законодавство про рекультивацию земель, які зазнали порушень внаслідок будівельних, гірничих та інших робіт.

Згідно з Законом України «Про землеустрій» № 858–IV від 22 травня 2003 р. та Законом України «Про охорону земель» № 962–IV від 19 червня 2003 р., основними завданнями з планування раціонального використання та охорони земель є розробка загальнодержавних і регіональних програм для управління земельними ресурсами, а також Національної програми з охорони родючості ґрунтів [16].

Варто сказати, що 22 червня 2015 року Державним підприємством «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» було видано наказ № 61 «Про прийняття нормативних документів України, гармонізованих з міжнародними та європейськими нормативними документами, національних стандартів України, скасування нормативних документів України та міждержавних стандартів в Україні». Цим



наказом було затверджено ДСТУ 7873:2015 Охорона ґрунтів. Заходи з охорони ґрунтів від дефляції. Загальні вимоги [9].

Ці документи регулюють і впорядковують діяльність щодо охорони земель і ґрунтів. Однак для повноцінного захисту ґрунтів від ерозії необхідні додаткові заходи та документи. Тому 19 січня 2022 року Кабінет Міністрів України прийняв розпорядження, яким затверджено Концепцію Загальнодержавної цільової програми використання та охорони земель. У цьому документі вказано, що поетапне виконання Програми шляхом здійснення комплексу організаційних, правових, еколого-економічних та інших заходів дасть змогу зменшити рівень розораності території країни на 10 відсотків, зупинити процеси деградації ґрунтового покриву, мінімізувати передусім ерозійні процеси, створити стійку систему нарощування біоресурсного потенціалу земель і підвищити економічну ефективність їх використання [28].

Визначена українським законодавцем програма щодо використання та охорони земель впроваджуватиметься комплексно до 2032 року й виконуватиметься у два етапи. У результаті буде оптимізовано структуру земельних угідь та агроландшафту, зменшено розораність території на 10%, підвищено продуктивність сільськогосподарських угідь до 50%, зменшено загрозу земельним ресурсам від деградаційних процесів, збережено природні водно-болотні угіддя.

Так, цільова програма включатиме:

- розробку схем землеустрою і техніко-економічних обґрунтувань використання та охорони земель адміністративно-територіальних одиниць;
- моніторинг земель і якості ґрунтів із створенням геоінформаційної платформи;
- запобігання необґрунтованому вилученню земель с/г призначення для несільськогосподарських потреб;
- захист земель від шкідливого антропогенного впливу, відтворення і підвищення родючості ґрунтів, підвищення продуктивності земель лісового

фонду, дотримання особливого режиму використання охоронюваних земель [28].

Цільова програма забезпечить сталий розвиток землекористування, сприятиме створенню екологічно безпечних умов проживання для населення та ведення господарства. Її реалізація дозволить захистити землі від виснаження, деградації та забруднення, відтворювати та підвищувати родючість ґрунтів, а також зберегти функції ґрунтового покриву [32].

Отже, правове регулювання та політика у сфері запобігання вітрової ерозії ґрунтів у світі є багатовекторними і комплексними. Вони включають міжнародні угоди, національні законодавства та регіональні ініціативи, спрямовані на збереження ґрунтів та їхню стійкість до ерозії. Ефективне управління земельними ресурсами, впровадження науково обґрунтованих методів та міжнародна співпраця є ключовими для успішної боротьби з вітровою ерозією ґрунтів.

### 3.2. Методи запобігання та зниження вітрової ерозії ґрунтів

Для боротьби з вітровою ерозією застосовують комплекс заходів, що охоплює організаційно-господарські, протидефляційні, агротехнічні, створення багаторічних плодових насаджень у комплексі із захисними лісонасадженнями, впровадження спеціальних заходів обробітку ґрунту, зокрема безплужного, розміщення культур упоперек напрямку переважаючих вітрів, перехресний спосіб сівби, ущільнення посівів, нормований випас худобою, особливо на схилах [27].

До організаційно-господарських заходів відносять:

- протиерозійну організацію території;
- спеціалізацію господарства з відповідною структурою посівних площ, що встановлюється в залежності від ступеня еродованості ґрунтів для

забезпечення їх захисту від подальшого руйнування і для відновлення родючості [27].

Протиерозійна організація території включає розміщення сільськогосподарських культур відповідно до рельєфу місцевості. Ерозійно небезпечні ділянки не повинні використовуватися виключно для орних земель. На цих ділянках слід створювати якомога більше смуг з природною трав'янистою, дерновою або чагарниковою рослинністю.

Польові сівозміни можна розміщувати на рівнинних площах зі схилами до  $3^\circ$ . При цьому кожні 500–600 метрів необхідно висаджувати поперечні смуги впоперек схилу.

На схилах від  $3^\circ$  до  $5^\circ$ , залежно від їх складності та можливості застосування інших протиерозійних заходів, можна розміщувати ґрунтозахисні польові сівозміни. У цих сівозмінах частка просапних культур повинна бути невеликою, і для всіх культур необхідно застосовувати протиерозійний обробіток ґрунту. На схилах  $5-7^\circ$  слід розміщувати тільки ґрунтозахисні сівозміни з поперечними водорегулювальними лісосмугами через кожні 300 метрів [11].

Схили понад  $7^\circ$  не повинні розорюватися. Їх слід використовувати як сіножаті та пасовища або інші природні угіддя (ліси). На таких схилах також можна розміщувати багаторічні насадження (сади, ягідники) за умови виконання додаткових протиерозійних заходів, таких як терасування, залуження міжрядь і відкосів [11].

Лісове господарство відіграє важливу роль у боротьбі з вітровою ерозією. Нині в посушливих регіонах все ширше застосовуються три методи ведення лісового господарства: вітрозахисні та захисні смуги; стабілізація піщаних дюн; та багатоцільові дерева.

Вітрозахисні та захисні смуги - це загородження з дерев і кущів, посаджених в один або кілька рядів під прямим кутом до напрямку переважного вітру. Їхнє основне призначення - зменшити швидкість вітру, відфільтрувати плаваючі частинки пилу й таким чином захистити сільськогосподарські

культури та худобу. Завдяки зменшенню швидкості вітру вздовж поверхні землі також зменшується небезпека вітрової ерозії.

Вітрозахисні смуги повинні бути водопроникними, з щільністю вертикальної крони близько 50-60 відсотків, але не більше 80 відсотків. Коли захисна смуга щільна і непроникна, більша частина вітрового потоку відхиляється вгору. Тиск на підвітряній стороні бар'єру зменшується, викликаючи турбулентність, яка значно зменшує швидкість вітру, але лише на короткій відстані під вітром від бар'єру.

Вплив на швидкість вітру пов'язаний з висотою (Н) найвищих дерев у бар'єрі та, як наслідок, виражається в кратних розмірах цієї висоти. Зазвичай ефект відчувається на відстані від 20Н до 40Н. Правильно керовані захисні смуги та вітрозахисні смуги можуть врятувати деревину від прополювання та проріджування, обрізки та ротаційних рубок без значного зниження їх захисної дії. Внаслідок зниження швидкості вітру та поліпшення мікроклімату вітрозахисні та захисні смуги в посушливих землях сприяють істотному розвитку рослинництва та тваринництва. Приріст загального сільськогосподарського виробництва в результаті правильно спланованої системи захисних смуг в посушливих регіонах становить близько 30 відсотків.

У деяких випадках вирощування посівів неможливо без ефективного захисту від вітру, оскільки ніжні пагони щойно пророслих культур розриваються частинками піску, які переносяться вітром, а потім висихають [35].

Якщо ґрунт починає піддаватись вітровій ерозії, її слід контролювати якомога швидше, оскільки серйозні пошкодження сіяців або ґрунту можуть статися за кілька хвилин. Часто вітрова ерозія починається на невеликій ділянці поля, де текстура ґрунту, агрегація або рослинні умови більш вразливі до впливу вітру. Високо ерозійні зони також включають пагорби, зони колісного трафіку та видування ґрунту. Якщо ці ділянки дозволити еродувати, матеріал, що переміщується, може спричинити ерозію інших частин поля, поки врешті-решт вся поверхня ґрунту не почне піддаватися ерозії. Ці вразливі ділянки або

«гарячі точки» потребують аварійного контролю в першу чергу. Спостереження за полем протягом років та впродовж сезону може показати, де знаходяться такі ділянки. Прогнозування ерозії на цих ділянках при очікуванні сильних вітрів є цінним інструментом для боротьби з ерозією. Легше контролювати ерозію до її початку, ніж зупиняти її після.

Якщо ґрунт починає розвіюватися, його необхідно контролювати якнайшвидше, оскільки серйозні пошкодження сходів або ґрунту можуть статися за лічені хвилини. Часто вітрова ерозія починається на невеликій ділянці поля, де текстура ґрунту, агрегація або рослинність більш уразливі до впливу вітру. Високоеродовані зони включають пагорби, колії від коліс і видування ґрунту. Якщо ці зони залишити без контролю, солонцеві матеріали можуть спричинити ерозію інших частин поля, аж поки не почне розвіюватися вся поверхня ґрунту. Ці вразливі ділянки або «гарячі точки»<sup>1</sup> потребують першочергового аварійного контролю. Спостереження за полем протягом років і впродовж сезону може показати, де саме знаходяться такі ділянки. Передбачення ерозії на цих ділянках під час прогнозування сильних вітрів є цінним інструментом у боротьбі з ерозією. Контролювати ерозію легше до її початку, ніж зупиняти вже після [35].

Аварійна обробка ґрунту - це обробка активного еродуючого поля для створення грубої, нерівної, комковатої поверхні, яка знижує швидкість вітру та допомагає затримувати вітрові частинки ґрунту. Аварійна обробка ґрунту є лише тимчасовим заходом з двох причин. По-перше, комки можуть швидко розпадатися під впливом умов ерозії. По-друге, може змінитися напрямок вітру, що призведе до втрати ґрунту з необроблених смуг.

Знаряддя, яке використовується для аварійного контролю вітрової ерозії, повинно м'яко підіймати ґрунт, створюючи якомога більше великих стабільних комків. Не слід використовувати дискові та боронувальні знаряддя з кількома рядами тісно розташованих зубців, які подрібнюють ґрунт. Знаряддя, такі як лістери, чизелі, лопати та піскоборці, добре справляються з грубуванням поверхні ґрунту та створенням комків. Лістери та вузькі чизелі найбільш

ефективні для аварійної обробки ґрунту. Лістери забезпечують високий ступінь грубості на дуже піщаних ґрунтах, де комки можуть утворюватися лише при глибокій обробці. Чизелі більш широко використовуються на вологих або важких ґрунтах, оскільки вони забезпечують хороші гребені та комки, потребують менше потужності та знищують менше рослин або залишків, ніж лістери.

Обробка смуг поперек поля перпендикулярно очікуваному напрямку вітру є найбільш ефективною. Успіх аварійної обробки смуг сильно залежить від кліматичних, ґрунтових умов та умов покриву. Якщо використовуються смуги, вони повинні бути якомога вужчими та покривати 50 відсотків еродуючої частини поля. Вузьке розташування чизелів на відстані 20–24 дюйми необхідне для смуги. Якщо 50 відсоткове покриття не зупиняє ерозію, пропущені смуги можна обробити аварійно для створення повного покриття.

Також варто згадати і про смугове вирощування сільськогосподарських культур при бічному вітрі. Це практика вирощування культур смугами, розташованими перпендикулярно до переважного напрямку вітрової ерозії. Смуги, схильні до вітрової ерозії, чергуються зі смугами, що мають покриття, стійке до вітрової ерозії. Ця практика зменшує ефект лавини під вітром, обмежуючи відстань, яку частинки можуть подолати, перш ніж потрапити в пастку. Оскільки переважаючий напрямок вітру відхиляється від перпендикуляра, потрібні відповідно більш вузькі смуги.

При проектуванні систем смугового посіву необхідно враховувати агрегацію ґрунту, розмір техніки, вплив горбів, боротьбу з пожнивними залишками та вітрозахисні смуги, а також переважаючий напрямок вітрової ерозії. На ґрунтах, які дуже схильні до ерозії, де потрібні вузькі смуги, слід розглянути постійну рослинність, таку як трава або злаково-бобові суміші.

Українські науковці справедливо наголошують на важливості контурно-смугової просторової організації агроландшафтів задля підвищення протиерозійної стійкості та адаптації їх до змін клімату, а також до сучасної сільськогосподарської діяльності [31].

Контурно-смугова просторова організація агроландафтів має відбуватися з урахуванням рельєфу, особливостей ґрунтового покриву, дотриманням науково обґрунтованих сівозмін із нормуванням насиченості їх просапними культурами, запровадження ґрунтозахисних технологій обробітку ґрунту та консервації ерозійно деградованих орних земель із наступним відведенням їх під природні угіддя. За контурного землевпорядкування орні землі поділяються на три еколого-технологічні групи, в межах яких на рівнинних землях з повнопрофільними та слабо еродованими ґрунтами розміщуються сівозміни інтенсивного типу, на ерозійно небезпечних схилах - ґрунтозахисні сівозміни без просапних культур, а також виокремлюються середньо- та сильноеродовані, а також малопродуктивні ґрунти, які доцільно вивести з орних під природні угіддя, зокрема заліснення та залуження [31].

Додавання рослинних залишків на поверхню зменшує швидкість вітру та затримує рухомі частинки ґрунту. Практично будь-які залишки, такі як сіно, солома або кукурудзяні стебла, можна використовувати.

Гній діє подібно до рослинних залишків або великих грудок і може зменшити вітрову ерозію, уповільнюючи швидкість вітру на поверхні ґрунту та затримуючи частинки ґрунту. Це може бути ефективним при вирощуванні пшениці, на парах та рядкових культурах.

Важливим аспектом використання земельних ресурсів в умовах прояву вітрової ерозії ґрунтів є застосування правильних способів механічної обробки ґрунту при врахуванні чинника – можливості виникнення вітрової ерозії.

Як відзначають П. Завінський та В. Бабій, «при вітровій ерозії ґрунту, механічна обробка площ може бути корисною для запобігання подальшої ерозії. Однак, важливо обрати правильний метод обробки, щоб не спричинювати ще більшої шкоди ґрунту. Різні типи культиваторів можуть бути використані для боротьби з вітровою ерозією ґрунтів. Глибкорозпушувальні культиватори дозволяють розрізати глибокі шари ґрунту, щоб зменшити його густину та збільшити проникнення води. Це може покращити якість ґрунту та запобігти його вітровій ерозії. Поверхневі культиватори використовуються для обробки

верхнього шару ґрунту, змішування залишків рослин і додавання добрива. Вони можуть також допомогти зменшити вітрову ерозію, зменшивши щільність та нерівності поверхні ґрунту. Роторні культиватори використовують для обробки поверхні ґрунту, змішування залишків рослин, розпушування та поверхневого вирівнювання. Мульчувальні культиватори можуть знижувати вплив вітру на поверхню ґрунту за рахунок захисту його поверхні за допомогою подрібнених рослинних решток, які її вкривають» [13].

Долати деградацію ґрунтів спричинену вітровою ерозією звичайно необхідно методами, які найбільше підходять до умов регіону, враховують специфіку ґрунтів та особливості використання землі. Так, науковці А. Кучер, І. Казакова, Л. Кучер, Х. Козак, А. Шрамль, Х. Кок та В. Пріст, досліджуючи дефляцію на прикладі районів Волинської області України, відзначають, що втрати поживних речовин у верхньому шарі ґрунту відносно невеликі порівняно з основними втратами, які, за даними дослідження, припадають на гумус. Якщо методи управління земельними ресурсами не адаптовані для вирішення проблеми збереження органічної речовини в ґрунтах, ці втрати призведуть до зниження родючості та продуктивності сільськогосподарських угідь у короткостроковій перспективі та, у більшій мірі, у довгостроковій перспективі, а також подальше збільшення ризику ерозії ґрунту. Для компенсації втрат органічної речовини та поживних речовин внаслідок дефляції ґрунту на постраждалих землях було визначено та досліджено кілька варіантів:

- 1) органічні добрива у вигляді суміші гною та соломи;
- 2) удобрення з використанням амофосу для вирощування. рівні фосфору та калімаг-30 для відновлення калію;
- 3) зміна господарського використання землі - заміна випасу луків на підсів, створення луків з багаторічними травами [43, с. 11].

Отже, щоб спричинити вітрову ерозію, необхідні три чинники, і для кожного можна запропонувати варіанти управління (табл. 3.1.).



Таблиця 3.1

## Варіанти управління для кожного фактора вітрової ерозії

<b>Фактори, через які виникає вітрова ерозія ґрунту</b>	<b>Варіанти управління для зменшення дії цього фактора</b>
Ерозійні вітри на поверхні ґрунту (швидкість вітру понад 28 км/год на висоті 3 м)	Створювати вітрові смуги дерев або захисні смуги сповільнюють швидкість вітру
Відкритий ґрунт (недостатній ґрунтовий покрив)	Стерня або інший рослинний покрив: глина, гравій, бризки та грудки
Відокремлений поверхневий ґрунт	Звести до мінімуму витоптування ґрунту худобою; мінімізувати дію автомобільного транспорту

Варто відзначити, що весь комплекс робіт по боротьбі та профілактиці руйнування ґрунтів через вітрову ерозію, вимагає, зокрема, від фермерів, суттєвих фінансових вкладень. Тому у цій роботі важливою є підтримка та фінансове стимулювання від держави.

Система економічного стимулювання природоохоронних заходів, зокрема в нашій державі, має розвиватися на основі пільгового режиму оподаткування, різних видів пільгового кредиту, інших методів, які дають змогу виконувати роботи без виділення коштів з бюджету, за рахунок накопичення сільськогосподарськими товаровиробниками власних ресурсів [22].

У Земельному кодексі України міститься стаття 205, в якій визначено складові економічне стимулювання раціонального використання та охорони земель (Рис. 3.1.), але конкретних механізмів стимулювання боротьби із вітровою ерозією цей документ не містить.



*Рис. 3.1. Економічне стимулювання раціонального використання та охорони земель [5, с. 125]*

До стимуляційних важелів варто віднести пільгове кредитування та оподаткування; звільнення від сплати за земельні ділянки, які перебувають у стані сільськогосподарського освоєння і під час поліпшення їх стану; компенсацію витрат і втрати доходів через консервацію земель; надання державою субсидій і дотацій господарствам, які проводять земле охоронні заходи; вдосконалення цінової політики щодо продажу екологічно чистої продукції [5, с. 125].

Також в системі стимулів є і примусові важелі впливу, зокрема, мова йде про платність землекористування (яка передбачена законодавством України); додаткове оподаткування використання еколого-небезпечних засобів і заходів; збори за забруднення навколишнього середовища, у тому числі погіршення якості ґрунтів, штрафні санкції за порушення принципів екологорівноваженого

землекористування; викуп права на забруднення (екологічна ліцензія) та екологічне страхування [5, с. 126].

Як відзначають І. Кошкалда, Т. Анопрієнко, «сьогодні в Україні не існує чітко визначеної процедури надання податкових і кредитних пільг землевласникам і землекористувачам, у тому числі розрахунку та встановлення їх розміру. Податковим кодексом України (ст. 271) визначений діапазон ставки земельного податку для сільськогосподарських угідь (незалежно від їхнього місця розташування) від 0,3% до 1% від їх нормативної грошової оцінки, з урахуванням коефіцієнта індексації. З метою підвищення зацікавленості власників землі та постійних землекористувачів до використання земель на основі заходів, спрямованих» [21, с. 260].

Звичайно в умовах війни дуже складно фінансово підтримувати фермерів, які ведуть боротьбу із наслідками вітрової ерозії ґрунтів. Однак, на сучасному етапі варто було б запровадити компенсації з бюджетних коштів за зниження доходу власників землі та землекористувачів внаслідок не лише тимчасової консервації деградованих та малопродуктивних земель, що стали такими не з їх вини.

Як справедливо відзначає О. Крамарьов, «ключовим моментом у будь-якій стратегії щодо розвитку економічного механізму раціонального використання сільськогосподарських угідь, яку обирає країна, є вибір концептуальної основи подальшого розвитку економічного механізму природокористування, передбачає збереження платежів на забруднення навколишнього природного середовища та природних ресурсів, формування системи фінансування та кредитування природоохоронних заходів» [22].

Найбільш розвинуті країни надають перевагу державній підтримці через регламентовані правила субсидування, якими керується розвиток сільськогосподарських господарств. Країни, що розвиваються, будують економічний механізм, заснований на різних тарифах. Найменш розвинені країни мають загальну податкову систему з відповідними стандартизованими передовими інструментами.

Вітчизняний земельний податок має формувати фонд для фінансування заходів із збереження земель та забезпечення відновлення родючості ґрунтів. Для накопичення фінансових ресурсів для відновлення земельних ресурсів доцільним було б створити земельний фонд для відновлення втраченої родючості ґрунтів. Джерелами наповнення цього фонду повинні бути в основному державні субсидії та штрафи, що накладаються на землекористувачів, які своїми діями призвели до погіршення якісного складу земельних ресурсів.

Кошти фонду мають використовуватися лише на рекреаційні цілі, зокрема: стимулювання інвестиційної діяльності, спрямованої на підвищення родючості землі; розвиток інфраструктури спеціалізованих закладів, що забезпечують земельну рекреацію; організація дослідження на земельній рекреації; вдосконалення та стандартизація методів дослідження продуктивності ґрунтів; вдосконалення методів реабілітації техногенно забруднених земель; регулювання методи, технології та технічні засоби; організація біологічного землеробства; здійснення підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів для сфери забезпечення родючості землі; проведення меліоративних, протиерозійних заходів щодо відтворення родючості земель; будівництво та реконструкція меліоративних споруд, інженерних меліоративних комунікацій; проведення рекультивації та профілактики опустелювання; спостереження за розмноженням родючості земель та формування відповідного інформаційного банку стан ґрунту.

Підсумовуючи, слід відзначити, що боротьба з вітровою ерозією вимагає системного підходу, який включає різноманітні агротехнічні та лісогосподарські заходи, спрямовані на збереження родючості ґрунтів і забезпечення їх стійкості до ерозійних процесів.

### Висновки до розділу 3

На основі викладено у третьому розділі матеріалу, можна зробити наступні висновки:

По-перше, важливим є правове регулювання і політика у сфері запобігання вітрової ерозії ґрунтів. Важливу роль у цьому відіграють міжнародні угоди, такі як Конвенція ООН по боротьбі з опустелюванням. На національному рівні різні країни розробляють закони та програми, спрямовані на запобігання ерозії. Ці заходи та програми демонструють зростаючу суспільну значимість ґрунтів та розуміння того, що їх збереження є критично важливим для сталого розвитку та забезпечення екологічної безпеки на національному і глобальному рівнях.

По-друге, вітрова ерозія - це серйозна проблема, яка може призвести до значних втрат ґрунту і його родючості. Для боротьби з цим явищем використовують комплекс організаційно-господарських, агротехнічних та лісових заходів, які допомагають зменшити вплив вітрів на ґрунт і підтримати його структуру. Застосування специфічних способів обробітку ґрунту, таких як безплужний метод, ущільнення посівів і нормований випас, є ключовими для захисту ґрунту від розмивання та збереження його родючості. Рослинні залишки і гній допомагають зменшити швидкість вітру і запобігти ерозії, покращуючи якість ґрунту і підтримуючи його структуру. Регулярне спостереження за станом полів та прогнозування ерозії на вразливих ділянках дозволяє своєчасно застосовувати необхідні заходи для запобігання деградації ґрунтів.

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ В ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

Відповідно до Закону України «Про охорону праці», охорона праці визначається як комплекс правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності працівників у процесі роботи.

Головним об'єктом охорони праці є здоров'я і працездатність людини, а предметом - заходи та засоби, що забезпечують їх збереження.

Основною метою охорони праці є забезпечення безпечних умов на кожному робочому місці, безпечної експлуатації обладнання, мінімізація або повне усунення впливу шкідливих і небезпечних виробничих факторів на працівників, а також зменшення виробничого травматизму та професійних захворювань.

Охорона праці має важливе соціальне, економічне та правове значення. Її соціальне значення полягає в захисті здоров'я працівників від впливу шкідливих і небезпечних факторів. Економічний аспект виражається в підвищенні продуктивності праці, зростанні економіки та збільшенні обсягів виробництва. Правове значення охоплює регулювання роботи з урахуванням складності умов праці, а також фізіологічних особливостей жінок та неповнолітніх.

Правові заходи охоплюють законодавчі акти як загального, так і спеціального характеру.

До загальних законодавчих актів щодо охорони праці належать: Конституція України, Кодекс законів про працю, Закон України «Про охорону праці», Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування на випадок нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань, що призвели до втрати працездатності».

Загальні законодавчі акти поширюються на всі об'єкти господарювання незалежно від форми власності та виду діяльності. Спеціальні законодавчі акти з питань охорони праці включають:

- державні стандарти безпеки праці;
- міжгалузеві та галузеві нормативні акти з питань охорони праці, такі як будівельні норми та правила, санітарні норми, правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів, правила пожежної безпеки тощо;
- нормативні акти, які діють в межах об'єкта господарювання, включаючи положення про систему управління охороною праці на об'єкті, службу охорони праці, комісію з питань охорони праці, роботу уповноваженого трудового колективу, навчання та перевірку знань з охорони праці, порядок атестації робочих місць щодо їх відповідності нормативним актам з охорони праці.

Кожен працівник має право на охорону праці, яке реалізується в процесі трудової діяльності. Це право включає:

- робоче місце, що відповідає вимогам охорони праці.
- загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, що призвели до втрати працездатності.
- відмову від виконання робіт, якщо виникає небезпека для життя та здоров'я через порушення вимог охорони праці.
- забезпечення індивідуального та колективного захисту за рахунок роботодавця.
- навчання безпечним методам праці за рахунок роботодавця.
- звернення до органів державної влади, місцевого самоврядування, роботодавця, профспілок з питань охорони праці.
- особисту участь або участь через представників у розгляді питань щодо забезпечення безпечних умов праці та в розслідуванні нещасних випадків або професійних захворювань.
- медичний огляд відповідно до медичних рекомендацій із збереженням місця роботи і середнього заробітку.

- компенсації та пільги, передбачені законодавством, колективним договором, угодою чи трудовим договором, якщо працівник зайнятий на важких роботах або в умовах шкідливих і (або) небезпечних умов праці.

При виконанні топографо-геодезичних робіт часто виникає необхідність працювати в умовах підвищеної запиленості та під високовольтними лініями електропередач. Тому важливо запроваджувати відповідні заходи для покращення умов праці та забезпечення безпеки працівників.

Згідно зі статтею 19 Закону України "Про охорону праці", роботодавець відповідає за фінансування заходів з охорони праці на підприємстві. Витрати на ці заходи включаються до валових витрат юридичних та фізичних осіб, які використовують найману працю, і визначаються згідно з переліком, затвердженим Кабінетом Міністрів України. Крім цього, фінансування заходів з охорони праці, включаючи профілактичні, а також виконання державних, галузевих та регіональних програм щодо поліпшення безпеки та гігієни праці, здійснюється за рахунок державного та місцевих бюджетів.

Цивільна оборона та захист є ключовими елементами у забезпеченні безпеки працівників під час надзвичайних ситуацій. Закон України "Про цивільну оборону України" надає кожному право на захист життя і здоров'я від наслідків аварій, катастроф, пожеж та стихійних лих. Держава зобов'язана створювати системи цивільної оборони, щоб захищати населення від небезпечних наслідків таких подій.

Перед початком польових топографо-геодезичних робіт керівники експедицій повинні повідомити про це місцеві органи влади. У випадку проведення робіт на територіях з особливими умовами, керівники топографо-геодезичних підрозділів зобов'язані інформувати місцеві лісові господарства, передавати їм плани маршрутів, зазначаючи засоби пересування, терміни та місця базування бригад. Вони також мають уточнювати найбільш небезпечні зони та вказувати місця, де можна сховатися у разі пожежі.

Якщо виникає пожежонебезпечна ситуація, слід переглянути організацію польових робіт, конкретизувати місця знаходження бригад, сповістити



працівників про можливі небезпеки та затвердити відповідні заходи на випадок пожежі. Під час загрози лісових пожеж, що можуть загрожувати життю людей, проведення польових робіт забороняється, і має бути забезпечена евакуація бригад у безпечні місця.

Використання програмного забезпечення для складання карт, планів та розробки текстової документації потребує значного часу за комп'ютером. Тому важливо дотримуватися правил безпечної роботи з комп'ютером, щоб уникнути невиробничих травм та зберегти здоров'я.

Раціонально обраний стілець або крісло, яке легко пристосувати під фігуру, сприяє правильному положенню під час роботи за комп'ютером. Спинка стільця повинна підтримувати нижню частину спини, але не бути занадто жорсткою, щоб не заважати рухам під час роботи.

Щоб уникнути серйозних проблем зі спиною, рекомендується працювати за комп'ютером не більше шести годин на день, роблячи перерви на гімнастику тривалістю 30 хвилин кожні дві години.

## ВИСНОВКИ

На підставі здійсненого дослідження сформульовано такі основні висновки і рекомендації.

1. З'ясовано, що низка українських та зарубіжних науковців у своїх дослідженнях розкривають проблему використання земельних ресурсів в умовах прояву вітрової ерозії ґрунтів. Аналіз робіт свідчить, що деградація земель через ерозійні процеси є глобальною проблемою, яка потребує термінових та ефективних заходів. Українські дослідники вказують на негативний вплив інтенсивного землекористування та кліматичних змін на ерозійну стійкість агроландшафтів, що вимагає адаптації сільськогосподарських практик. Закордонний досвід, зокрема дослідження в Європі, Африці та інших регіонах, демонструє різноманіття підходів до запобігання та боротьби з вітровою ерозією, від застосування вітрозахисних смуг до комплексних екологічних проектів.

2. Встановлено, що під терміном «вітрова ерозія ґрунтів» варто розуміти процес руйнування та переміщення ґрунтових частинок під впливом вітру, що відбувається, коли сила вітру достатня для того, щоб піднімати й переміщувати сухі та незакріплені частинки ґрунту, переважно пісок і пил. Вітрова ерозія призводить до втрати верхнього родючого шару ґрунту, зменшує родючість земель і може спричинити опустелювання та деградацію екосистем. Використання земельних ресурсів в умовах прояву вітрової ерозії ґрунтів – це адаптація та управління землями таким чином, щоб мінімізувати негативні наслідки вітрової ерозії.

Схильність ґрунтів до дефляції - це складний процес, на який впливає поєднання природних та антропогенних факторів. Більш посушливі регіони з меншим рівнем зволоженості та високими температурами є більш вразливими до дефляції. Швидкість і турбулентність вітру в таких умовах значно впливають на процеси руйнування ґрунтів. Швидкість вітру, особливо пориви, та його турбулентність визначають інтенсивність дефляційних процесів. Присутність

рослинного покриву суттєво знижує ризик дефляції, оскільки рослинність зменшує швидкість вітру на рівні ґрунту і закріплює ґрунт корінням. Гранулометричний склад, грудкуватість, вологість, карбонатність та вміст увібраних основ - всі ці характеристики впливають на схильність ґрунту до дефляції. Зокрема, збільшення грудкуватості і зв'язності знижує ризики, тоді як підвищення карбонатності може мати як позитивний, так і негативний ефект.

Нераціональна сільськогосподарська практика, як-от часте орання, випасання худоби та видобуток корисних копалин, також посилюють дефляцію. Правильне управління землекористуванням і збереження рослинного покриву можуть значно знизити ризики.

3. Виявлено, що вітрова ерозія - це глобальна проблема, що серйозно впливає на продуктивність сільськогосподарських земель та довкілля. Так, вітрова ерозія значною мірою впливає на північні регіони Європи, особливо з легкими піщаними ґрунтами. Країни Середземномор'я, такі як Іспанія та Італія, зазнають менших впливів через свої кліматичні умови. Проблема вітрової ерозії є менш гострою у Австралії завдяки раннім зусиллям зі стабілізації ґрунтів та лісовідновлення. Африка та Азія стикаються з серйозною ерозією, викликаною кліматичними змінами та зростаючою людською діяльністю. Зокрема, Китай та Узбекистан активно борються з цим явищем через деградацію сільськогосподарських угідь. Інтенсивна експлуатація земель і несприятливі кліматичні умови роблять Сахельську зону та Південну Африку вразливими до вітрової ерозії, погрожуючи продовольчій безпеці.

4. Значна частина сільськогосподарських земель України, особливо в зонах Полісся, Лісостепу і Степу, піддається вітровій та водній ерозії. Це призводить до зменшення гумусу, втрати поживних речовин, руйнування структури ґрунтів і, як наслідок, зниження родючості. Згідно з даними агрохімічної паспортизації, вміст гумусу в ґрунтах зменшився на 0,22% в період 1986-2017 років, а внесення органічних добрив значно скоротилося за останні десятиліття.

Зміна клімату сприяє зростанню частоти пилових бур і дефляційних процесів. В посушливі роки в степових зонах України пилові бурі можуть стати серйозною проблемою. Навіть в регіонах, які раніше вважалися безпечними з точки зору вітрової ерозії, спостерігаються значні зміни, пов'язані зі збільшенням температури та зменшенням опадів. Структура сільськогосподарських угідь, особливо високий рівень розораності і насичення сівозмін інтенсивними культурами, збільшує ризик ерозійних процесів. Необхідно оптимізувати сільськогосподарську діяльність, зменшити площі ріллі, розширити пасовища та сіножаті, а також створити захисні лісонасадження.

У минулому в Україні існувала система заходів щодо збереження ґрунтів, яка включала широке використання органічних і мінеральних добрив, сівозміни, меліорацію, лісонасадження. Сучасні заходи щодо покращення ґрунтів є недостатніми, і це вимагає відновлення та вдосконалення раніше існуючих практик, а також впровадження нових методів боротьби з ерозією. Особливо інновації для захисту ґрунту актуалізуються через негативний впливом наслідків військових дій на землях нашої держави. Підриви ґрунту снарядами різного калібру, замінювання тільки посилюють дію вітрової ерозії на ґрунти.

5. Вітрова ерозія ґрунту має глибокі соціально-економічні та екологічні наслідки, що вимагають термінових заходів та впровадження раціональних підходів до управління ґрунтовими ресурсами. Вітрова ерозія негативно впливає на здоров'я людей через підвищену концентрацію пилу в повітрі, що спричиняє загострення легневих захворювань, таких як астма. Втрата родючого верхнього шару ґрунту та органічних речовин призводить до зниження врожайності. Зниження продуктивності сільського господарства та заміна втрачених поживних речовин у ґрунті завдають значних збитків економіці. Інтенсивний вплив антропогенних факторів на земельний фонд України призвів до порушення екологічного балансу та спричинив деградацію агроландшафтів. Необхідність у збільшенні виробництва продовольства для

забезпечення поточних та майбутніх потреб стає дедалі складнішим завданням через погіршення стану ґрунтів.

6. З'ясовано, що комплексний підхід до правового регулювання і політики у сфері запобігання вітрової ерозії ґрунтів є ключовим та важливим. Провідну роль у реалізації комплексного підходу відіграють міжнародні угоди, такі як Конвенція ООН по боротьбі з опустелюванням, яка зобов'язує держави впроваджувати національні програми збереження ґрунтів та надає їм технічну та фінансову підтримку. Цілі сталого розвитку ООН також підкреслюють значення збереження екосистем суші.

На національному рівні різні країни розробляють закони та програми, спрямовані на запобігання ерозії. Китай має Закон про збереження води та ґрунтів, який регулює заходи для запобігання втратам ґрунту та води. У США Закон про збереження ґрунтів і водних ресурсів передбачає стратегічне планування та фінансову допомогу фермерам для збереження ґрунтів. У ЄС реалізуються масштабні програми, включаючи Зелену угоду, яка ставить охорону ґрунтів у пріоритет. Україна також розробила національні нормативно-правові акти та цільові програми, які спрямовані на оптимізацію використання земель, запобігання їх деградації та забезпечення стійкого розвитку землекористування. Такі заходи та програми демонструють зростаючу суспільну значимість ґрунтів та розуміння того, що їх збереження є критично важливим для сталого розвитку та забезпечення екологічної безпеки на національному і глобальному рівнях.

7. Доведено, що ефективна боротьба з вітровою ерозією ґрунтів вимагає комплексного підходу, що поєднує агротехнічні та лісогосподарські заходи, організаційно-господарські стратегії та раціональне використання земельних ресурсів. Основні напрями протидії включають протиерозійну організацію території, впровадження спеціалізованих сівозмін, використання багаторічних насаджень, посадку вітрозахисних смуг, а також застосування особливих методів обробітку ґрунту, таких як безплужна оранка, перехресний посів та ущільнення посівів. Важливою складовою є стабілізація піщаних дюн та

запобігання руйнуванню ґрунту вітром за допомогою розміщення посівів уперек напрямку вітру та нормованого випасу худоби.

Правильно сплановані та керовані заходи дозволяють знизити ризик втрати родючого шару ґрунту, зберегти його структуру, а також підвищити ефективність сільськогосподарського виробництва.

Важливим є комплекс заходів економічного стимулювання сільгоспвиробників щодо протидії вітровій ерозії. Держава повинна працювати над розробкою програм та проєктів у сфері попередження та боротьби із вітровою ерозією, а також запроваджувати фінансові механізми підтримки сільгоспвиробників, які проводять заходи боротьби із вітровою ерозією та заходи щодо її попередження.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Балюк С.А., Тімченко Д.О., Чорний С.Г. та ін. Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні (за ред. С.А. Балюка та Л.Л. Товазнянського). *Монографія*. Харків: НТУ ХПІ, 2010. 538 с. URL: [https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/16452/1/Naukovi\\_ta\\_prykladni\\_osnovy\\_zakhystu\\_gruntiv\\_vid\\_erozii\\_v\\_Ukraini.pdf](https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/16452/1/Naukovi_ta_prykladni_osnovy_zakhystu_gruntiv_vid_erozii_v_Ukraini.pdf) (дата звернення: 14.08.2024).
2. Биндич Т.Ю. Оцінювання диференціації ґрунтового покриву за допомогою космічних зображень. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 109. С. 162–170.
3. Булигіна М. Є., Булигін С. Ю. Дефляція ґрунтів в Україні. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. Випуск 14 (113). 2021. С. 23-29. URL: <https://journal.imaar.org.ua/info/attach.php?id=515> (дата звернення: 14.08.2024).
4. Булигін С.Ю. Якість земель як основа контролю землекористування. *Агроекологічний журнал*. 2015. № 1. С. 36–46.
5. Важинський Ф.А., Колодійчук А.В., Потинський М.Л. Економічне стимулювання раціонального використання та охорони земель. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2011. Вип. 21.13. С.123-128.
6. Вітвіцький С. В., Пляха М. Г., Богданович Р. П. Ґрунтознавство з основами геології. Київ: НУБіП, 2017. 490 с.
7. Волошнюк А.В. Дефляційні втрати ґрунту за різних технологій основного обробітку та технологій No-Till під час пилової бурі. *Агрохімія і ґрунтознавство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2015. Вип. 82. Харків: ННЦ «ІГА ім. Соколовського». С. 100–104.
8. Гавриш Н. С. Правовий режим ґрунтів в Україні [Текст] : автореф. дис. д-ра юрид. наук : 12.00.06; Нац. ун-т «Одес. юрид. акад.». Одеса, 2018. 40 с.
9. ДСТУ 7873:2015 Охорона ґрунтів. Заходи з охорони ґрунтів від дефляції. Загальні вимоги. 22.06.2015. URL:

[https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=62755](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=62755) (дата звернення: 21.07.2024).

10. Еродованість ґрунтів України. URL: <https://superagronom.com/karty/erodovanist-gruntiv-ukrainy> (дата звернення: 01.08.2024).

11. Ерозія ґрунтів і заходи боротьби з нею. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/ros1/wp-content/uploads/sites/20/lekcija-11.erozija-gruntiv-i-zahody-borotby-z-neju.pdf> (дата звернення: 03.09.2024).

12. Ерозія і дефляція ґрунтів та заходи боротьби з ними / За редакцією І.Д. Примака. Біла Церкава, 2001. 391 с.

13. Завінський П., Бабій В. Раціональне землеробство як захід боротьби з вітровою ерозією ґрунтів. *VI Міжнародна студентська науково - технічна конференція «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання»: тези.* URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/41283/2/023-024.pdf> (дата звернення: 20.08.2024).

14. Земельний кодекс України : Закон України від 25 жовтня 2001 р. *Відомості Верховної Ради України.* 2002. 3–4. Ст. 27.

15. Кодекс законів про працю України: Кодекс України від 10.12.1971 р. № 322 VIII: станом на 27 січня 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08#Text> (дата звернення: 26.08.2024).

16. Конституція України від 28 червня 1996 року із змінами і доповненнями. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text>. (дата звернення: 22.10.2024).

17. Кошкалда І. В., Анопрієнко Т. В. Напрями економічного стимулювання раціонального використання земель сільськогосподарського призначення в Україні. *Український журнал прикладної економіки.* 2020. Том 5. № 4. С. 256–264.

18. Крамарьов О.С. Удосконалення фінансового стимулювання раціонального аграрного землекористування в Україні. *Ефективна економіка.*



2016. № 2. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4778> (дата звернення: 25.10.2024).

19. Основи законодавства України про охорону здоров'я: Закон України від 19.11.1992 р. № 2801-ХІІ: станом на 27 жовтня 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12#Text> (дата звернення: 30.09.2024).

20. Охорона праці : методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи для студентів напрямів підготовки 6.050102 – «Комп'ютерна інженерія»; 6.050802 – «Електроніка» / уклад. : О. Л. Гуменюк, Т. П. Бивойно. Чернігів : ЧДТУ, 2011. 66 с.

21. Перспективи розвитку аграрного сектора України в умовах кліматичних змін : аналіт. доп. / [В. М. Русан, Л. А. Жураковська, Я. А. Жаліло та ін.]; за наук. ред. Я. А. Жаліла. Київ: НІСД, 2024. 47 с. <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2024.09>

22. Пічура В. І., Потравка Л. О., Дудяк Н. В., Рутта О. В. Моделювання водно-дефляційної деструкції степових ґрунтів України. *Екологічні науки*. 2022. № 5 (44). С. 121-129. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.5-44.17>

23. Полянський С., Полянська Т. Запобігання ерозійним процесам ґрунтового покриву у Волинській області. *Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція «Суспільно-географічні чинники розвитку регіонів»*. URL: <https://konfgeolutsk.wordpress.com/2019/04/10/%D0%B7%> (дата звернення: 06.09.2024).

24. Про схвалення Концепції Загальнодержавної цільової програми використання та охорони земель: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 19 січня 2022 р. № 70-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/70-2022-%D1%80#Text> (дата звернення: 18.10.2024).

25. Про державний контроль за використанням та охороною земель : Закон України від 19 черв. 2003 р. № 963-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/963-15> (дата звернення: 13.10.2024).

26. Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування: Закон України від 23 вересня 1999 року № 1105 XIV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1105-14#Text> (дата звернення: 18.10.2024).
27. Закон України «Про охорону земель» від 19 черв. 2003 р. № 962-15. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15>. (дата звернення: 18.10.2024).
28. Закон України «Про охорону праці» № 49, Ст. 668. *Відомості Верховної Ради України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення: 18.10.2024).
29. Світалінський М. Вітрова ерозія ґрунтів і земель України – види дефляції ґрунтів, причини, чинники і захист ґрунтів // *nrv.ua*. 20.03.2021. URL: <https://nrv.org.ua/vitrova-eroziya-gruntiv-i-zemel-ukrayiny/> (дата звернення: 18.08.2024).
30. Тараріко О.Г. Агроекологічний супутниковий моніторинг / Тараріко О.Г., Сиротенко О.В., Ільєнко Т.В., Кучма Т.Л. Київ: Аграрна наука, 2019. 204 с.
31. Тараріко О.Г., Ільєнко Т.В., Кучма Т.Л., Білокінь О.А. Ерозія ґрунтів як чинник опустелювання агроландшафтів України. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 3. С. 6-16. URL: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240316> (дата звернення: 25.09.2024).
32. Уряд схвалив Концепцію загальнодержавної цільової програми з використання та охорони земель. *Урядовий портал*. 20 січня 2022 року. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/uryad-shvaliv-konsepciyu-zagalnodержavnoyi-cilovoyi-programi-z-vikoristannya-ta-ohoroni-zemel> (дата звернення: 03.10.2024).
33. A soil deal for Europe. EC. 2023. URL: [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/eu-missions-horizon-europe/soil-deal-europe\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/eu-missions-horizon-europe/soil-deal-europe_en) (дата звернення: 25.09.2024).
34. Bartkowski B., Schepanski K. Wind erosion in European agricultural landscapes: More than physics. *People and nature*. 2023. Volume5, Issue1. P. 34-44. <https://doi.org/10.1002/pan3.10418> (дата звернення: 03.08.2024).

35. Ben Salem B. Prevention and control of wind erosion in arid regions. *An international journal of the forestry and food industries* Vol. 42 991/1. URL: <https://www.fao.org/4/u1510e/u1510e07.htm#TopOfPage> (дата звернення: 23.07.2024).
36. Benhizia R., Kouba Y., G. Szabó Monitoring the spatiotemporal evolution of the Green Dam in Djelfa Province, Algeria. *Sustainability*. 2021. № 13(14). URL: <https://doi.org/10.3390/su13147953> (дата звернення: 25.07.2024).
37. Borrelli P., Ballabio C., Panagos P. Wind erosion susceptibility of European soils. *Geoderma*. Volumes 232–234. 2014. P. 471-478. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706114002389?via%3Dihub> (дата звернення: 28.07.2024).
38. FAO. FAOSTAT. 2023. Crops and livestock products. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (дата звернення: 13.10.2024).
39. Hagen L. J., Woodruff N. P. Air Pollution From Duststorms in the Great Plains. *Atmospheric Environment*. 1973. vol. 7. P. 323–332. URL: [https://infosys.ars.usda.gov/WindErosion/publications/Andrew\\_pdf/1257.pdf](https://infosys.ars.usda.gov/WindErosion/publications/Andrew_pdf/1257.pdf) (дата звернення: 01.08.2024).
40. Jönsson P. Wind erosion on sugar beet fields in Scania, southern Sweden. *Agric. For. Meteorol.* 1992. № 62. P. 141–157. doi: 10.1016/0168-1923(92)90012-S. (дата звернення: 05.08.2024).
41. Kolyada V. Wind Soil Erosion in Ukraine: Prediction and Control. *8th International Soil Science Congress on Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management*. Izmir, Turkey, 2012. May 15–17. P. 159–162.
42. Kováč M., Moshynskiy V., Gerasimov I. Estimation of ukraine's land resource by the erosion processes dynamics. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*. 2020. № 42(1). P. 60–79. <https://doi.org/10.15544/mts.2020.07>
43. Kucher A., Kazakova I., Kucher L. Economics of soil degradation and sustainable use of land in danger of wind erosion. *Agricultural and*

*Resource Economics: International Scientific E-Journal*. 2015. Vol.1. № 1. P.5–13. URL: <https://are-journal.com/are/article/view/3/1> (дата звернення: 09.07.2024).

44. Künzer C. Soil Erosion, Deflation and Desertification - Challenges and Countermeasures. *Business Forum China*. 2007. № 5. P. 62–65. URL: [https://publik.tuwien.ac.at/files/pub-geo\\_2022.pdf](https://publik.tuwien.ac.at/files/pub-geo_2022.pdf) (дата звернення: 11.07.2024).

45. Lackóová L., Pokrývková J., Kozlovsky Dufková J. Long-Term Impact of Wind Erosion on the Particle Size Distribution of Soils in the Eastern Part of the European Union. *Entropy (Basel)*. 2021. № 23(8). doi: 10.3390/e23080935 (дата звернення: 21.07.2024).

46. Soil and Water Resources Conservation Act of 1977. 16 us c 2001 note. URL: <https://www.congress.gov/95/statute/STATUTE-91/STATUTE-91-Pg1407.pdf> (дата звернення: 05.07.2024).

47. Status of the World's Soil Resources – Main Report. *Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils*. Rome, Italy. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/9d5b32b5-b018-4aed-8939-5d560cf31283/content> (дата звернення: 05.08.2024).

48. Tian Y., Tsendbazar N. E., Fensholt R. A global analysis of multifaceted urbanization patterns using Earth Observation data from 1975 to 2015. *Landscape and Urban Planning*. 2022. № 219. URL: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.1043> (дата звернення: 15.08.2024).

49. Tol J., Franke L., le Roux J. Soil Erosion: Southern Africa's water tower is endangered. *Global Food Journal*. 2023. № 12. URL: <https://www.welthungerhilfe.org/global-food-journal/rubrics/agricultural-food-policy/the-danger-of-soil-erosion-in-southern-africa> (дата звернення: 05.08.2024).

50. UNCCD. The Great Green Wall implementation status and way ahead to 2030 advanced version. - Bonn, Germany, United Nations Convention to Combat Desertification. - 2020. URL: <https://go.nature.com/39zqgkr> (дата звернення: 04.08.2024).

51. Water and Soil Conservation Law of the People's Republic of China. June 29, 1991. *Ministry of ecology and environment the People's Republic of China*. URL: [https://english.mee.gov.cn/Resources/laws/envir\\_relatedlaws/202012/t20201204\\_811489.shtml](https://english.mee.gov.cn/Resources/laws/envir_relatedlaws/202012/t20201204_811489.shtml) (дата звернення: 10.08.2024).

52. Zhang H., Peng J., Zhao C. Wind Speed and Vegetation Coverage in Turn Dominated Wind Erosion Change With Increasing Aridity in Africa. *Earths Future*. 2024. URL: <https://doi.org/10.1029/2024EF004468> (дата звернення: 25.09.2024).