

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Коляда В.П., Коляда О.В., Корчашкіна Л.А.

# БОРОТЬБА З ЕРОЗІЄЮ ҐРУНТІВ



9 786177 988174



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Коляда В. П., Коляда О. В., Корчашкіна Л. А., Чугаєв С. В.**

# **БОРОТЬБА З ЕРОЗІЄЮ ҐРУНТІВ**

**навчально-методичний посібник**

Харків  
«Друкарня Мадрид»  
2021

УДК:631.4  
Б82

*Рекомендовано до друку вченою радою Луганського національного аграрного Університету (протокол № 5 від 19 травня 2020 р.)*

**Колектив авторів:**

Коляда В. П., Коляда О. В., Корчашкіна Л. А., Чугаєв С. В.

**Рецензенти:**

*Фатєєв А. І.*, доктор с.-г. наук, професор, завідувач відділу охорони ґрунтів, ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»;

*Шевченко М. В.*, доктор с.-г. наук, доцент, завідувач кафедри землеробства імені О. М. Можейка, ХНАУ імені В. В. Докучаєва

**Б82** **Боротьба з ерозією ґрунтів:** навч.-метод. посіб. /за заг. ред. В. П. Коляди. Харків : Друкарня Мадрид, 2021. 120 с.  
ISBN 978-617-7988-17-4

В посібнику представлено основи вчення про ерозію та дефляцію ґрунтів, форми їх прояву і фактори розвитку. Послідовно викладено основні принципи ведення контурно-меліоративної системи землеробства, а також перелік основних протиерозійних заходів.

Навчально-методичний посібник призначений для здобувачів спеціальності «Агрономія» (ступінь вищої освіти – бакалавр). Наведені матеріали можуть бути використані фахівцями землевпорядкувальних організацій, працівниками сільськогосподарської сфери, викладачами аграрних вузів і коледжів з обов'язковим посиланням на першоджерело.

**УДК:631.4**

**ISBN 978-617-7988-17-4**

© Луганський національний аграрний університет, Старобільськ, 2021  
© Коляда В. П., Коляда О. В.,  
Корчашкіна Л. А., Чугаєв С. В., 2021  
© ТОВ «Друкарня Мадрид», 2021

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	5
<b>РОЗДІЛ 1. ЕРОЗІЙНІ ПРОЦЕСИ – ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ТА ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЯВУ.....</b>	7
1.1. Види ерозії та причини її виникнення.....	7
1.2. Форми прояву водних ерозійних процесів.....	8
1.3. Форми прояву вітрових ерозійних процесів.....	13
1.4. Форми прояву агротехнічних ерозійних процесів.....	17
<b>РОЗДІЛ 2. ФАКТОРИ ВИНИКНЕННЯ ЕРОЗІЇ.....</b>	21
<b>2.1. Фактори виникнення процесу водної ерозії.....</b>	21
2.1.1. Клімат.....	21
2.1.2. Рельєф місцевості.....	21
2.1.3. Тип ґрунту.....	26
2.1.4. Геологічна будова.....	27
2.1.5. Рослинний покрив та тваринний світ.....	27
2.1.6. Господарська діяльність людини.....	28
<b>2.2. Фактори виникнення процесу дефляції.....</b>	29
2.2.1. Клімат.....	30
2.2.2. Рельєф місцевості.....	32
2.2.3. Тип ґрунту.....	33
2.2.4. Стан поверхні ґрунту.....	34
2.2.5. Господарська діяльність людини.....	34
<b>2.3. Передумови розвитку ерозійних процесів в умовах Донбасу.....</b>	35
<b>РОЗДІЛ 3. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ЕРОДОВАНИХ ҐРУНТІВ.....</b>	42
3.1. Методи визначення водної ерозії.....	42
3.2. Методи визначення вітрової ерозії.....	46
3.3. Дистанційні методи визначення та моніторингу ерозійних процесів.....	51
3.4. Класифікація та діагностика еродованих ґрунтів.....	54
<b>РОЗДІЛ 4. КОМПЛЕКС ЗАХОДІВ БОРТЬБИ З ЕРОЗІЄЮ ҐРУНТІВ.....</b>	59
4.1. Організаційно-господарські заходи.....	59
4.2. Протиерозійна організація ґрунтозахисної сівозміни.....	70

4.3. Смугове розташування культур та кулісних посівів.....	74
4.4. Агротехнічні та агроеліоративні протиерозійні заходи.....	75
4.5. Лісомеліоративні протиерозійні заходи.....	78
4.6. Гідромеліоративні та гідротехнічні споруди і їх значення у боротьбі з ерозією ґрунтів.....	83
4.7. Еколого-економічна ефективність впровадження протиерозійних заходів.....	85
<b>РОЗДІЛ 5. ДОСВІД ЗАХИСТУ ҐРУНТІВ ВІД ЕРОЗІЇ В ІНШИХ КРАЇНАХ СВІТУ.....</b>	92
5.1. Особливості захисту ґрунтів від ерозії в європейських країнах.....	93
5.2. Особливості захисту ґрунтів від ерозії в країнах Азії.....	95
5.3. Особливості заходів захисту ґрунтів від ерозії в Африці.....	96
5.4. Особливості заходів захисту ґрунтів від ерозії в Північній Америці.....	97
<b>РОЗДІЛ 6. КОНТУРНО-МЕЛІОРАТИВНІ СИСТЕМИ ЗЕМЛЕРОБСТВА (КМСЗ).....</b>	100
6.1. Історія впровадження контурно-меліоративної організації території в Україні.....	100
6.2. Основні положення контурно-меліоративної організації території КМОТ та КМСЗ	101
6.3. Приклад організації об'єкту КМСЗ в Донецькій області .....	106
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	112
ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК .....	116

## ПЕРЕДМОВА

Ерозія ґрунтів – це деградаційний процес, який відбувається за умов інтенсивної дії води, вітру та сільськогосподарської агротехніки і відноситься до найбільш руйнівних процесів довкілля, які безпосередньо загрожують життєдіяльності людства.

Тільки за останню тисячу років внаслідок ерозії і соціально-економічних причин втрачено 2 млрд. га орних земель, що на 46% більше сучасної площі ріллі.

Щорічно з орних земель України змивається 500 млн. т ґрунту, з яким втрачається 24 т гумусу, 1 млн. т азоту, 700 тис. т фосфору, 10 млн. т калію.

Ерозія ґрунтів – це соціальне явище, викликане антропогенним фактором і є результатом діяльності суспільства, в той час як природні фактори обумовлюють лише передумови для початку та поширення процесу на певні території.

Інформація, викладена у посібнику, має за мету допомогти студентам під час планування землекористування, яке сприяє запобіганню, мінімізації та відновленню земель після ерозії ґрунтів шляхом впровадження протиерозійних практик, які в подальшому сприятимуть сталому управлінню ґрунтами.

В цілому, ерозія ґрунту на сільськогосподарських угіддях пов'язана, головним чином, з недостатнім управлінням ґрунтом (наприклад, в умовах перезволоження, вирубки лісів, видобутку поживних речовин тощо) та інтенсивними методами землекористування, які порушують ґрунт та залишають його вразливим до впливу факторів-чинників ерозії. Більшість рішень для боротьби з ерозією ґрунту вже відомі, вони різноманітні і конкретні для кожної окремої ділянки.

В таких умовах вирішення проблеми потрібно впроваджувати та адаптувати для задоволення конкретних завдань на локальному рівні в довгостроковій перспективі, при цьому не існує лише єдиного рішення оскільки запущена проблема набуває комплексного характеру. Також не всі методи відновлення та подальшого збереження ґрунтів можуть виявитися життєздатними або ефективними у кожному конкретному випадку.

В той же час, саме впровадження протиерозійних практик управління ґрунтами на рівні сільського господарства залишається проблемою через недостатню обізнаність та інформацію про кращі заходи та переваги їх використання.

Наприклад, тераси чи агролісомеліорації в деяких районах можуть не забезпечити бажаного ефекту для фермерів. На додаток до цього, із зміною клімату очікується збільшення частоти екстремальних погодних подій.

Крім цього, збільшення попиту на нові вільні для сільськогосподарського виробництва площі часто призводить до переведення земель у рілля,

особливо за рахунок заліснених територій та земель випасу. Ці переведення вважаються недоцільними, оскільки вони є головним рушієм ерозії ґрунту.

Якщо відповідні ґрунтоохоронні практики не будуть застосовані для зупинки ерозії ґрунтів на довгостроковий період, економічні втрати можуть продовжуватися, оскільки земля залишається деградованою, і таким чином продовжується конверсія земель для розширення сільськогосподарських площ. Існує нагальна потреба припинити ерозію ґрунту та повернути здоров'я ґрунтів та продуктивність сільського господарства.

У сучасних умовах збільшення чисельності населення та зміни клімату природні райони стають дедалі меншими, а зупинка ерозії ґрунту та підвищення продуктивності земель необхідні для уникнення подальших небажаних трансформацій земель.

Ерозія ґрунту загальноновизнаний, але не новий процес. Вона зустрічається у всьому світу, від пасовищ до прибережних районів, до сільськогосподарських угідь та природних лісів. З цієї причини подолання ерозії ґрунтів вимагає спільних зусиль усіх зацікавлених сторін.

Запобігання та ліквідація ерозії ґрунтів для збереження здоров'я ґрунтів мають бути головними пріоритетами у всьому світі.

Не зважаючи на широке застосування методів моделювання прояву ерозійних процесів у даному посібнику акцент встановлено на розгляданні саме польових спостережень та вимірювань, як найбільш практичних. З іншого боку моделювання ерозії може бути кращим рішенням при дослідженні ерозійних процесів у великих масштабах.

Тим більше, що нові пристрої та технології, що застосовуються з метою точного землеробства, такі як безпілотні літальні апарати (БПЛА), дозволяють провести оперативну й достовірну перевірку даних. Такі можливості дозволяють проводити велику кількість вимірювань як у великих, так і в малих масштабах.

Після засвоєння інформації із даного посібника студент зможе:

1. Допомогати при зборі, аналізі та врахуванні всіх даних про ерозію ґрунтів та ознайомитись з інструментами її оцінки на рівні господарства для сприяння запобіганню її поширення у майбутньому;

2. Підвищити зацікавленість та обізнаність оточуючих у даній проблемі в контексті її активізації в умовах кліматичних змін, залучити всіх зацікавлених осіб до обговорення стану та перспектив відновлення існуючих протиерозійних заходів з метою запобігання, управління ерозією та практики відновлення ґрунтів;

3. Критично порівнювати фактори виникнення ерозії, оцінювати збитки від неї і визначати економічну ефективність протиерозійних заходів.

Крім усього зазначеного вище, дане видання сприяє підвищенню обізнаності про економічні, виробничі та екологічні витрати, спричинені ерозією ґрунтів.

# РОЗДІЛ 1 ЕРОЗІЙНІ ПРОЦЕСИ – ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ТА ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЯВУ

## 1.1. Види ерозії та причини її виникнення

**Ерозія ґрунту** (від лат. «*erosio*» - роз'їдання) – порушення та переміщення частини ґрунтового матеріалу (або матеріалу підстилаючих його порід) під дією вітру («дефляція»), води (водна ерозія) та сільськогосподарської техніки (агротехнічна ерозія).

В даному посібнику термін «ерозія ґрунту» відноситься лише до водної, вітрової та агротехнічної ерозії, оскільки в науковій літературі його тривалий час використовують у більш широкому сенсі, розуміючи під ним всі типи порушення – деструкції, а також перенесення верхньої частини ґрунту незалежно від того, якими саме силами це викликано.

Крім водної, вітрової та агротехнічної ерозії виділяють й інші їх форми: *берегову ерозію, суфозію, карсти, соліфлюкцію, зсуви, обвали, селі та техногенне порушення*, яке включає в себе траншейну ерозію (при будівництві доріг), військову ерозію (воронки від розривів снарядів, траншеї) і т.д.

**Водна ерозія** – це процес змиву та розмиву ґрунтів внаслідок поверхневого стоку тимчасових водних потоків з виділенням зон виносу, транзиту та відкладання перенесеного водою матеріалу ґрунту.

**Вітрова ерозія (дефляція)** – це процес порушення ґрунту і переносу дрібнозему вітром. Необхідна вимога для прояву дефляції – це вітер зі швидкістю, достатньою для переносу ґрунтових часточок. Максимальний прояв дефляції спостерігається під час вітрів підвищеної швидкості, коли в повітря піднімається велика кількість часток пилу.

**Агротехнічна ерозія (включаючи пилення)** – це порушення та зміщення гумусового поверхневого горизонту ґрунтів під час проведення операцій з обробітку ґрунту сільськогосподарською технікою.

*Абразія (берегова ерозія)* – це порушення та винос ґрунту з берегів за рахунок енергії хвиль морів, водосховищ та водойм. Також виділяють річну деструкцію берегів – процес, в результаті якого відбувається підмивання берегів річок.

*Суфозія* – це порушення ґрунтового покриву в результаті просідання, яке виникає в процесі розчинення і виносу із ґрунту і підстилаючої породи гіпсу, карбонатів та інших елементів. Внаслідок локальності просідання ґрунту утворюються мікропониження глибиною до 1 м.

*Карст* – це порушення ґрунтового покриву в результаті осідання, яке виникає при вилуговуванні підстилаючих ґрунт вапняків, в яких утворилися порожні частини.



*Соліфлюкція* – це сповзання зволоженого шару ґрунту по замерзлому шару, який виступає водоупором. Даний вид деструкції властивий ґрунтам лісотундри, тайги і спостерігається в період відтаювання ґрунту. У місці контакту з замерзлим шаром ґрунт перенасичується водою і переходить в тістоподібний стан, після чого починає рухатися вниз по схилу.

*Зсуви* – це зміщення ґрунту та підґрунтової частини порід на схилах шляхом сковзання по водоупорному горизонту, представленому більш щільними породами.

*Обвали* – це відрив та скидання ґрунту разом з частиною головної породи з крутих схилів під впливом власної сили тяжіння.

*Селі або сельова деструкція* – це короточасне порушення грязьовим потоком, який виникає на схилах гір та гірських долин.

*Техногенна деструкція* – вид деструкції, який включає в себе всі види порушення ґрунтів і підґрунтового шару, викликані будівельними роботами, добуванням корисних копалин відкритим способом, будівлею доріг і т. д.

Всі ерозійні процеси негативно впливають на стан ґрунтового покриву і в більшості випадків ведуть до його часткового або повного порушення.

За ступенем руйнації ерозію ґрунтів поділяють на **нормальну** (геологічну) та **прискорену** (антропогенну).

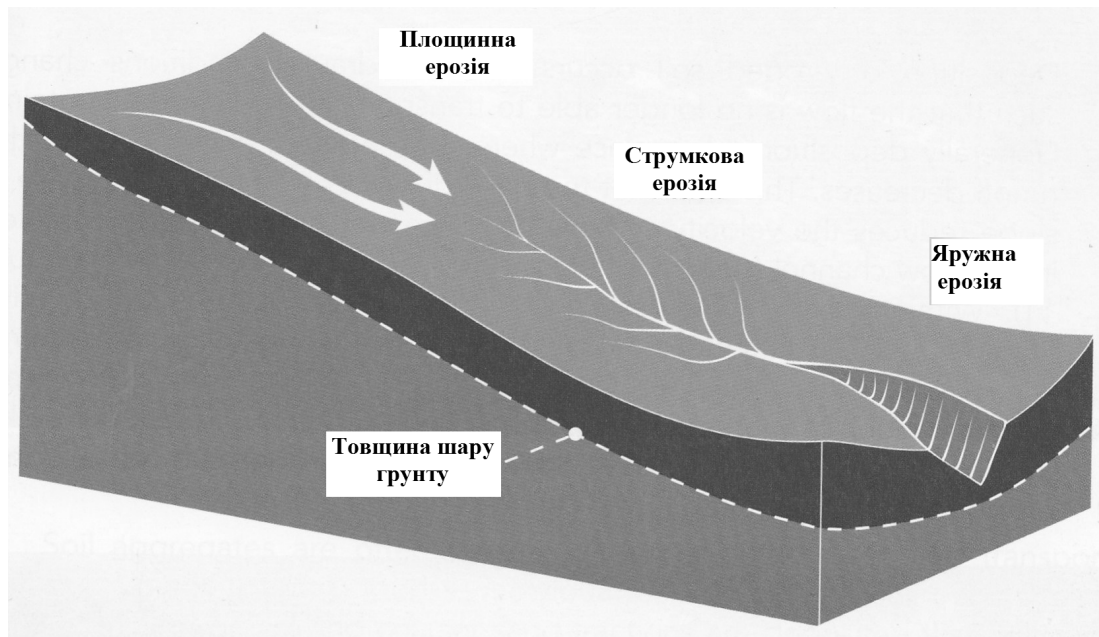
*Нормальна* (геологічна) ерозія відбувається повільніше за процеси ґрунтоутворення і не призводить до критичних наслідків, в той час як *прискорена* (антропогенна) ерозія пов'язана з активною господарською діяльністю людини, наприклад, обробіток земель вздовж схилу, використання підвищених норм поливу при зрошенні, інтенсивна вирубка лісів на схилах і т. д.

За умов інтенсивного розвитку ерозійні процеси знижують продуктивність земель, пошкоджують посіви, ускладнюють проведення обробітку ґрунту агротехнікою, викликають замулення водойм та річок. При цьому порушуються шляхи, лінії мережі та інші комунікації.

## **1.2. Форми прояву водних ерозійних процесів**

За формою прояву (характером взаємодії з ґрунтом) та типом походження води, яка надходить на ґрунт, виділяють ерозію:

- *площинну (поверхневу);*
- *струмкову (проміжну між площинною і лінійною);*
- *лінійну (або яружну) (рис 1.1, 1.2).*



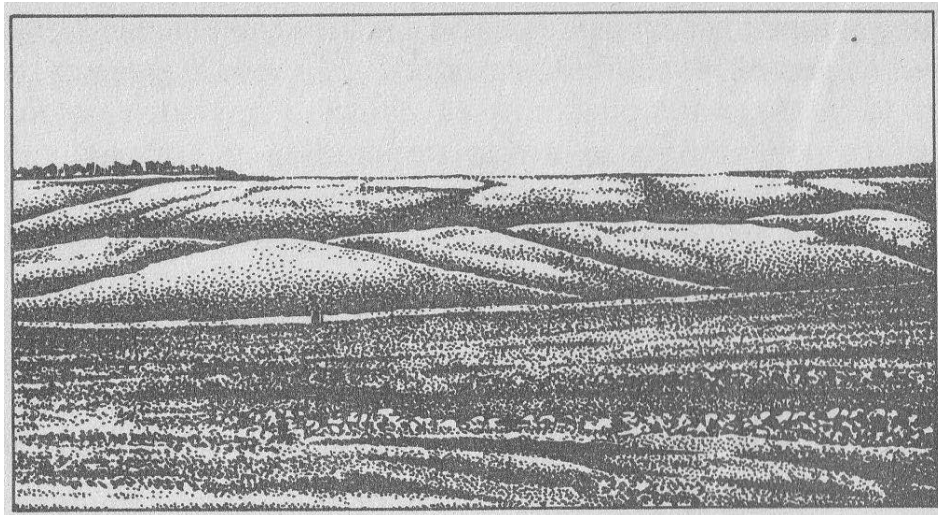
**Рис. 1.1. Схематична діаграма прояву водної ерозії (площинної, струмкової та яружної) на схилі простої форми за даними ФАО, 2019**

**Площинна (поверхнева) ерозія** – утворюється дрібними розмивами і невеликими потоками, які більш-менш рівномірно переміщують ґрунт в горизонтальній площині. Спостерігається на вирівняних схилах, які характеризуються рівномірним розподілом стоку по поверхні і подальшим рівномірним зливом. В результаті площинної ерозії відбувається зменшення верхніх родючих шарів ґрунту й скорочення профілів ґрунтів.

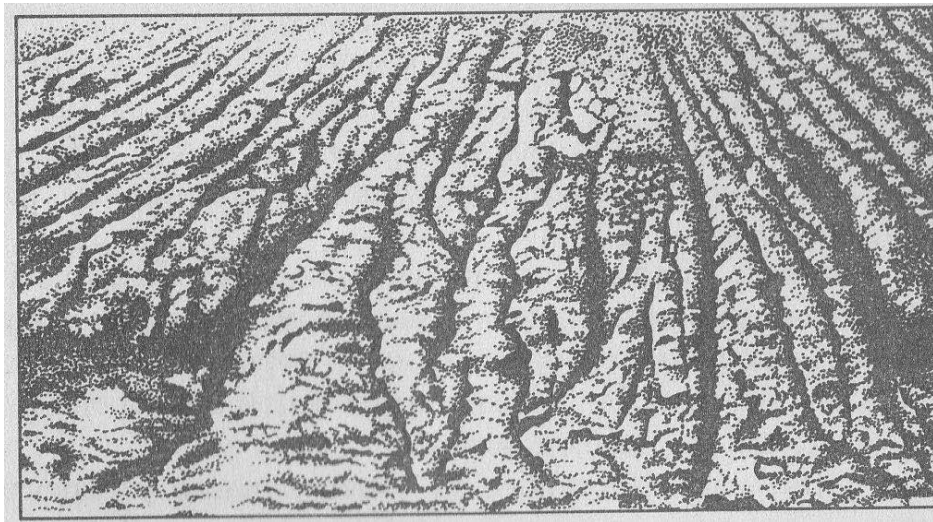
**Струмкова ерозія** – виникає у випадку нерівномірного розподілу стоку по схилу з утворенням струмків різної інтенсивності, які призводять до появи вимоїн та розмивів глибиною до 1 м. При змиванні та розмиванні утворюються промоїни глибиною до 1 м.

Форми струмкової ерозії спричиняють велику шкоду сільськогосподарському виробництву тим, що призводять до змиву поверхнього гумусового горизонту та ускладнюють проведення робіт на ріллі. За умов відсутності превентивних заходів ця форма ерозії переходить у яружну ерозію.

**Лінійна (яружна) ерозія** – форма ерозії, яка утворюється під впливом концентрації великих струмків, значною мірою зосереджених у вузьких протоках, через що розмив відбувається переважно у вертикальній площині.



А



Б

**Рис. 1.2. Форми прояву водної ерозії: а) площинна; б) струмкова, (Толчельников, 1990).**

Розмиви, як початкові форми рельєфу, які утворилися в результаті водних ерозійних процесів, в залежності від стадії розвитку поділяються на рівчаки, промоїни і яри.

*Промоїни* – це такі розмиви ґрунту глибиною 0,2-0,6 м, які не мають власного профілю та можуть зарівнюватися після проведення оранки сільськогосподарською технікою. З'являються після інтенсивного випадання опадів або підтоплення поверхневими водами.

*Рівчаки* – це такі розмиви ґрунту глибиною до 3 м і шириною до 8 м, які не мають власного повздовжнього профілю та не можуть бути вирівняні звичайними агротехнічними способами.

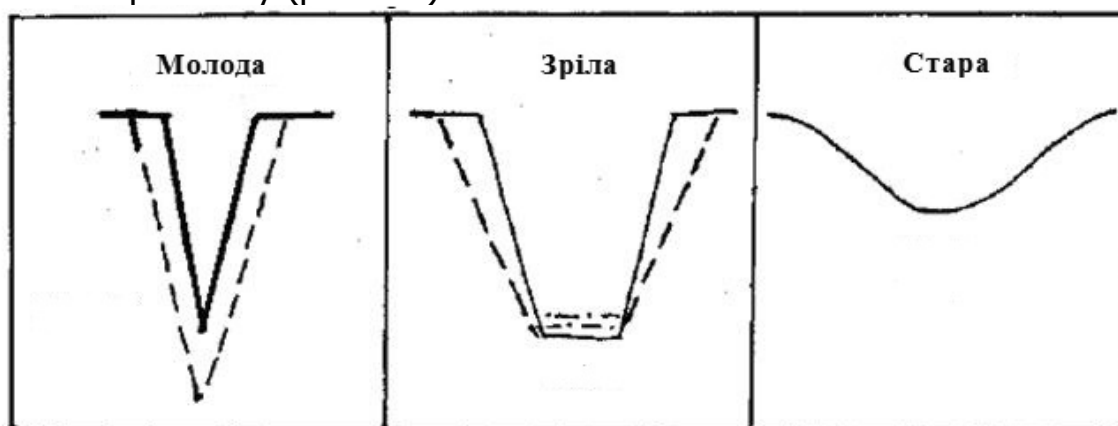
*Яри* – це такі розмиви ґрунту, які на відміну від рівчаків та промоїн мають власний повздовжній профіль (східчастий або увігнутий), який в свою

чергу відрізняється від профілю схилу. Середня глибина ярів до 30 м, ширина – від 50 м до 5 км.

Через значну глибину (від 1 м) розмиви, які не піддаються проведенню сільськогосподарського обробітку ґрунту, на відміну від форм струмкової ерозії, переходять у стадію формування *ярів та балок*.

**Яри** представляють собою лінійні форми рельєфу ерозійного походження глибиною понад 1 м з відсутнім або недостатньо сформованим ґрунтовим покривом і виходом на схилах ґрунтових або нижніх генетичних горизонтів ґрунту.

При дослідженні розвитку ярів доцільно виділяти 4 стадії: перша – промоїни та розмиви; друга – врізання нависаючого яру своєю верхівкою; третя – досягнення профілю рівноваги; четверта – затухання розвитку яру. Протягом розвитку будь-якого з ярів можна помітити різні вказані стадії на різних етапах розвитку (рис. 1.3).



**Рис. 1.3. Поперечний профіль яру на різних стадіях розвитку**

По розташуванню в рельєфі яри підрозділяються на *схиліві (або берегові), верхівкові та донні* – розташовані на дні балок. Крім цього виділяють *первинні* яри, які вперше розрізають поверхню схилів та *вторинні*, які розрізають та поглиблюють днища балок. Найбільш поширеними є донні та схиліві яри.

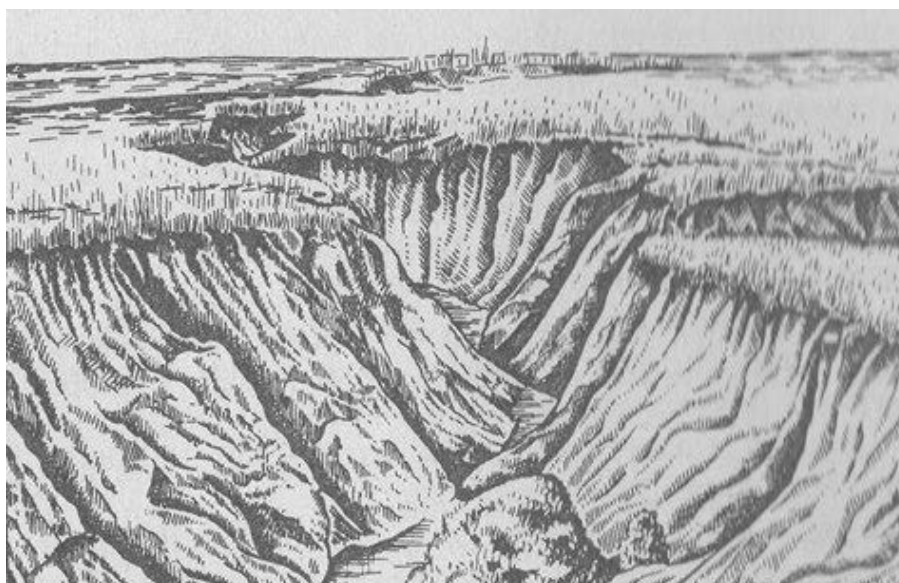
Якщо в донний яр, розташований на дні, впадають гирла берегових або схилових ярів – створюються передумови для розвитку *яружних систем*. Групувати яри між собою можна за показниками площі водозбірного басейну, по величині перепаду висот, по глибині та ступеню ураження території.

Про ураження території ярами можна судити по відсотку площі, яку яри займають, по сумарній довжині ярів (вимірюється довжиною яружної мережі на 1 км квадратний), по щільності утворення ярів (вимірюється кількістю ярів на 1 км квадратний), по розчленуванню ярами, обсягу ярів і т.д.

Для характеристики ступеня розгалуження схилових земель їх групують в залежності від середньої відстані між двома ярами: слабка – більше 1000 м, середня – 500-1000 м, сильна – 250-500 м, дуже сильна – менше 250 м.

При подальшому розвитку ерозійних процесів з ярів утворюються балки.

**Балки** – ерозійні форми рельєфу, які представляють собою кінцеву стадію розвитку ярів. Балка як елемент рельєфу представляє собою западину значної довжини з плоским або слабо увігнутим дном (у сухому стані або з тимчасовим водотоком) з добре визначеною бровкою, асиметрією берегів, ґрунтів або виходів порід та відкриту в бік загального нахилу поверхню (рис. 1.4).



**Рис. 1.4. Приклад яружно-балкової мережі**

Водна ерозія ґрунтів виникає за наявності поверхневого стоку на певній одиниці площі – для її появи необхідні такі фактори як наявність на поверхні ґрунту певної кількості води та ухилу, який забезпечить її стікання. В залежності від специфіки прояву стоку на поверхні ґрунту, розрізняють три види ерозії: **ерозію від танення снігу, дощову (зливову) та іригаційну**. Кожен з цих видів ерозії може проявлятися у вигляді як площинної, так і струмкової або яружної ерозії.

**Ерозія від танення снігу** – це змив ґрунту водою, яка утворюється в результаті танення частини снігу на поверхні ґрунту. Характеризується тривалістю процесу та може охоплювати великі території, як правило відрізняється низькою інтенсивністю, оскільки в період танення снігу ґрунт більшу частину часу знаходиться у мерзлом стані і не піддається зсуву. Незважаючи на відносно низьку інтенсивність даного виду ерозії, в перерахунку на показники стоку, вона може досягати значної величини та спричиняти значну шкоду сільськогосподарському виробництву як на ріллі, так і під посівами озимини.

Розрізняють *радіаційне сніготанення* – танення снігу, яке відбувається вдень від сходу до заходу сонця при ясній погоді за рахунок поглинання сонячного випромінювання, та *адвективне сніготанення* – танення снігу, яке може відбуватися впродовж доби за рахунок притоку теплових повітряних мас навіть при хмарній погоді, та може підсилюватися рідкими опадами.

**Дощова (зливова) ерозія** – це змив ґрунту водою, яка з'явилася на поверхні під час випадіння дощів та злив. Тривалість її дії на ґрунт вимірюється в годинах та хвилинах. За зливової ерозії порушення ґрунтів відбувається як в результаті змиву і розмиву ґрунту потоками води стікаючими по поверхні ґрунту, так і внаслідок порушення ґрунтових агрегатів краплинами. Потужність розмиваючого потоку залежить від інтенсивності дощу і його тривалості, а також від довжини та крутизни схилу і деяких інших факторів. Чим більше краплина дощу, тим більшою швидкістю і кількістю кінетичної енергії вона буде впливати на поверхню ґрунту, і тим більшим буде спричинене нею порушення ґрунту. При ударі краплина порушує ґрунтовий агрегат і часточки ґрунту з бризками потрапляють у струмки води та виносяться з поля. Крім того, великі за розміром краплі створюють турбулентність тимчасових водних потоків, підвищують їх як транспортуючу так і еродуючу властивості.

**Іригаційна ерозія** – процес який, спостерігається на зрошуваних землях під час поливу сільськогосподарських культур. В залежності від типу зрошення вона поділяється на: ерозію при поливі по борознах, по смугах, по чеках та при поливі дощуванням. Найменша ерозія спостерігається при поливі ділянок дощуванням; найбільша – при поливі по борознах.

Проявляється іригаційна ерозія за умов неправильної організації поливу, коли швидкість надходження води на поверхню ґрунту більше швидкості її вбирання, яка змінюється по мірі набухання та порушення агрегатів. Динаміка швидкості вбирання води ґрунтом залежить від властивостей ґрунту, кількості та якості дощувальних установок. Передбачити таку ерозію можна за рахунок використання ґрунтозахисної технології поливу, яка базується на використанні ерозійно припустимих поливних норм. Також при цьому може застосовуватися комплекс агротехнічних прийомів, направлених на підвищення вбирної здатності ґрунтів з одночасним дотриманням оптимальних термінів поливу.

### **1.3. Форми прояву вітрових ерозійних процесів**

Термін «вітрова ерозія», або дефляція (з лат. «deflatio» – видування) в науковій літературі почали застосовувати з 70-х років ХХ ст. для характеристики складного фізичного процесу руйнування і виносу ґрунтового матеріалу (переважно часток і агрегатів менше 1 мм) верхніх найбільш

родючих шарів ґрунту в результаті взаємодії головного агенту руйнування – вітру з підстилаючою поверхнею ґрунту.

*Вітер* – це рух повітря відносно земної поверхні. Це тривимірна векторна величина з дрібномасштабними коливаннями в просторі й часі, що накладаються на організований великомасштабний потік повітря.

*Вітровий режим* – це горизонтальне переміщення повітряних мас щодо земної поверхні. Швидкість вітру вимірюють у м/с, іноді в км/год або в умовних одиницях – балах. Напрямок вітру визначають тією частиною горизонту, звідки дує вітер і виражають в румбах горизонту або кутових градусах.

Руйнівна дія вітру в природі проявляється по-різному: у вигляді розвіювання пісків, лесів, перевіювання розораних безструктурних ґрунтів тощо.

За іншим визначенням **дефляція** – це перенесення ґрунтового матеріалу вітром, яке відбувається, коли швидкість вітру досягає значення, за якого руйнівна сила вітру перевищує силу протидефляційної стійкості ґрунту.

Крім того, як складову вітрового ерозійного процесу виділяють **абразію** – бомбардування та стирання переміщеними частинками поверхонь на шляху спрямування ґрунтового матеріалу.

За формою прояву вітрових ерозійних процесів виділяють:

- **місцеву вітрову ерозію** (в тому числі й локальні її прояви);
- **пилові бурі** (в тому числі й зимове видування (чорні бурі)).

При **місцевій** (повсякденній) ерозії вітри малої швидкості (до 12-15 м/с) піднімають в повітря часточки ґрунту і відносять їх на невеликі відстані (частіше в межах одного поля або робочої ділянки). За характером відокремлення ґрунту вона поділяється на два підвиди: *верхову* – у вигляді пилових стовпів, що утворюються на ріллі, а на вершинах гребенів здійснюється курява або пилова завіса; *приземну* – у вигляді приземного руху перевіяних пісків або поземки, при якій часточки рухаються на відстані до 1 м від поверхні ґрунту.

При **пилових бурях** вітри підвищеної швидкості (більше 12-15 м/с) піднімають в повітря не тільки часточки ґрунту, але й інколи посіви с.-г. культур і переносять їх на великі відстані (від десятків до сотень кілометрів).

Видування ґрунту з одного місця призводить до утворення відкладень в інших. Із зменшенням швидкості вітру або утворенням вихорів ґрунтові часточки починають відкладатися у вигляді вітрового зябу, пагорбків різної форми (найчастіше – хвилястої) та великих валів.

**Зимове видування** – процес вітрової ерозії, який відбувається зимою під час видування з поля сильним вітром снігу та верхніх сухих шарів ґрунту, а інколи й посівів озимини. При цьому утворюються пагорби із шарів снігу та ґрунту, які певним чином чергуються між собою.

**Пилення торфів** – процес вітрової ерозії, який відбувається локально в межах площі механічного пошкодження (порушення) висушеної поверхневої торфової кірки під дією вітрів невисокої критичної швидкості.

У процесі вітрової ерозії ґрунтів М.Й. Долгілевич виділяв три основні стадії дефляції – видування, або дефляція ґрунту, транспортування видутого дрібнозему та його подальше відкладання.

Переміщення еолового матеріалу вітровим потоком відбувається по-різному. Розрізняють п'ять типів переміщення часточок ґрунту, що відповідають певним формам дефляції:

1) *еффлюкція* – переміщення середньопилуватих часточок (0,1-0,5 мм) волочінням та стрибкоподібно (приблизно дві третини від усього винесеного матеріалу);

2) *екструзія* – переміщення більш крупних часточок (грудочок) перекочуванням за рахунок ударів (бомбардування) мілкими;

3) *детрузія* – зсув, сковзання з підвищених мікроділянок (із глиб, валів, гребенів);

4) *еффляція* – переміщення за рахунок підйому в повітря;

5) абразія – руйнування грудочок від ударів дрібними часточками.

Зарубіжні вчені виділяють такі фази видування (рис. 1.5), як:

- *дефляція* – початок постійного безперервного руху матеріалу ґрунту перекочуванням, яке відбувається за рахунок волочіння та ковзання (фракція 0,5-2 мм);

- *сальтація* – пересування ще менших часток (0,05-0,5 мм) стрибкоподібно на відстань не більше 1 м від поверхні ґрунту;

- *суспензія* – у вигляді аерозолі, що складається з винесених повітряним потоком найлегших частинок ґрунту (в тому числі й розміром менше 10 мкм (в іноземних джерелах РМ 10) з подальшим їх транспортуванням на значні відстані.

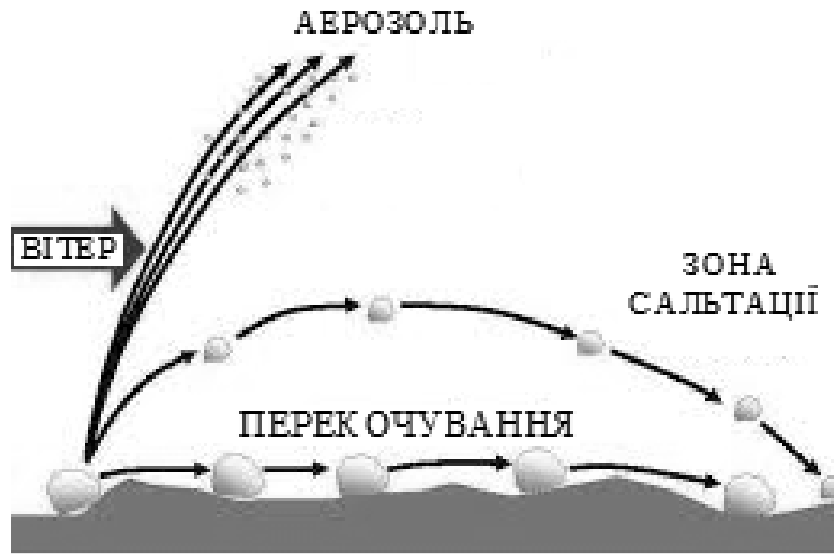
Процес вітрової ерозії визначається дією повітряного потоку повітря на поверхню ґрунту, при якій в приземному шарі утворюється турбулентна зона, та в результаті чого починається рух ґрунтових часточок.

Серед діагностичних швидкостей вітру критичною є перша (початкова або порогова) – швидкість, за якої розпочинається процес дефляції у вигляді постійного безперервного руху часток [26, 64].

Основними показниками ґрунтів при цьому лишаються питома вага часток та їх діаметр [192].

Серед інших фізичних показників ґрунту, від яких залежить критична швидкість вітру, на думку видатного американського вченого дослідника фізичних та кліматичних параметрів ерозійних процесів У. Чепіла, є: гранулометричний та агрегатний склад, показники шорсткості поверхні.

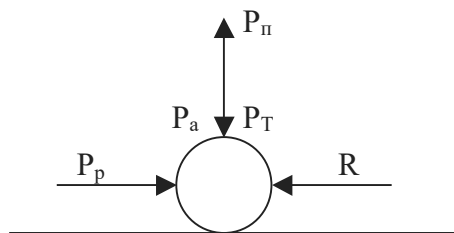




**Рис. 1.5. Фази видування ґрунтових часток при дефляції**

Частки, що падають на ґрунт, руйнують ґрунтові агрегати, у результаті чого у повітря підіймаються нові ерозійні частки розміром менше 0,1 мм. Таким чином, виникає «лавиноподібне» зростання інтенсивності дефляції.

В умовах прояву вітрової ерозії на частку ґрунту сумарно діють наступні основні сили: рушійна сила вітру ( $P_p$ ), яка спрямована паралельно підстилаючій поверхні, сила опору руху часток ( $R$ ), сила тяжіння часток ґрунту, спрямована вниз за вертикаллю з центру її тяжіння ( $P_T$ ), атмосферний тиск, спрямований вертикально вниз ( $P_a$ ), підйомні сили ( $P_n$ ) (рис. 1.6)



**Рис. 1.6. Сили, що діють на частку ґрунту в умовах прояву вітрової ерозії**

У разі насичення повітря ґрунтовими частками, які перебувають у зваженому стані через турбулентний характер повітряного потоку, для початку переміщення ґрунтів необхідна відповідна швидкість вітру менша за швидкість чистого повітря через те, що стрибаючі частки додають свою кінетичну енергію до енергії вітрового потоку.

Основна маса ґрунтового матеріалу (до 90 %) переноситься в приземному шарі повітря на висоті до 10 см шляхом перекочування (часточки

розміром 0,5-1,0 мм) та стрибкоподібно (часточки розміром 0,1-0,5 мм). Кількість часточок зменшується зі збільшенням висоти і по мірі віддалення від краю поля, що зазнає дефляції, пилоповітряний потік усе більше насичується дрібноземом. Коли вітер набуває максимальної насиченості ґрунтовим матеріалом, його здатність залучати нові частки знижується залежно від довжини поля та характеристик ґрунту.

Також слід зауважити, що відкладання ґрунтових часточок, що переносяться вітром відрізняється від перенесення піщаних часточок під час сальтації, та пилових часток у складі суспензії. Найближча відстань до відкладання часток під час сальтації знаходиться в межах від декількох десятків до декількох сотень метрів. Винесені пилові часточки у виді суспензії здатні переноситися вітром на більш дальні відстані не десятки або й тисячі кілометрів з осіданням в океанах.

#### **1.4. Форми прояву агротехнічних ерозійних процесів**

**Агротехнічна ерозія** – це відносно новий термін, який почав використовуватися науковцями у 90-х роках ХХ ст. та значно пізніше отримав поширення порівняно з водною та вітровою ерозією. Виникненню терміну «агротехнічна ерозія» значним чином сприяло використання ізотопів Цезію-137 у 80-ті роки для маркування переміщення ґрунтових часточок під час обробітку ґрунту вниз по схилу.

Визначення фізичної природи агротехнічної ерозії відбувається шляхом встановлення коефіцієнтів переміщення ґрунту в результаті його обробітку в залежності від глибини проведення операцій та швидкості руху техніки при цьому. Кількість переміщеного ґрунту збільшується із збільшенням глибини обробітку та швидкості руху агрегатів сільськогосподарської техніки.

На відміну від водної та вітрової ерозії, агротехнічна ерозія зазвичай не призводить до суттєвого порушення агрегатів ґрунту та диференціації різних розмірів ґрунтових часточок. Даний тип ерозії бажано враховувати при визначенні товщини гумусованого горизонту ґрунтів та виділенні різновидів ґрунтів з різним умістом органічного вуглецю. Крім того, агротехнічна ерозія може сприяти переміщенню частини ґрунту у місця активної дії водної та вітрової ерозії і прискорити динаміку виносу ґрунту за межі робочої ділянки.

#### **Питання для самоконтролю:**

1. Що таке «ерозія ґрунту»?
2. Чим відрізняється геологічна ерозія від прискореної?
3. Які основні види ерозії Ви знаєте?
4. Опишіть власними словами як на Вашу думку може проявлятися руйнівна дія води, вітру та використання агротехніки?

5. Наведіть основні форми прояву водної ерозії.
6. Які Ви знаєте форми прояву вітрової ерозії.
7. Що таке агротехнічна ерозія?
8. Назвіть основні фази видування ґрунтових часток при дефляції.
9. Які види водної ерозії Ви знаєте?

### **Перелік тестових завдань:**

1. Водна ерозія – це:
  - а) процес порушення ґрунту і переносу дрібнозему вітром;
  - б) процес змиву та розмиву ґрунтів внаслідок поверхневого стоку тимчасових водних потоків з виділенням зон виносу, транзиту та відкладання перенесеного водою матеріалу ґрунту;
  - в) порушення та винос ґрунту з берегів за рахунок енергії хвиль морів, водосховищ та водойм;
  - г) порушення ґрунтового покриву в результаті просідання, яке виникає в процесі розчинення і виносу із ґрунту і підстилаючої породи гіпсу, карбонатів та інших елементів.
2. Дефляція – це:
  - а) процес порушення ґрунту і переносу дрібнозему вітром;
  - б) порушення ґрунтового покриву в результаті просідання, яке виникає в процесі розчинення і виносу із ґрунту і підстилаючої породи гіпсу, карбонатів та інших елементів;
  - в) порушення ґрунтового покриву в результаті осідання, яке виникає при вилуговуванні підстилаючих ґрунт вапняків, в яких утворилися порожні частини;
  - г) порушення та винос ґрунту з берегів за рахунок енергії хвиль морів, водосховищ та водойм.
3. Порушення та зміщення гумусового поверхневого горизонту ґрунтів під час проведення операцій з обробітку ґрунту сільськогосподарською технікою називається:
  - а) дефляцією;
  - б) агротехнічною ерозією;
  - в) суфозією;
  - г) антропогенною ерозією.
4. Порушення ґрунтового покриву в результаті просідання, яке виникає в процесі розчинення і виносу із ґрунту і підстилаючої породи гіпсу, карбонатів та інших елементів відбувається в результаті:
  - а) абразії;
  - б) суфозії;
  - в) карсту;
  - г) дефляції.
5. За ступенем руйнації ерозію ґрунтів поділяють на:

- а) водну та вітрову;
- б) агротехнічну та нормальну;
- в) нормальну та прискорену;
- г) прискорену та агротехнічну.

6. За формою прояву (характером взаємодії з ґрунтом) та типом походження води, яка поступає на ґрунт, виділяють ерозію:

- а) площинну, струмкову та лінійну;
- б) площинну, дощову та іригаційну;
- в) яружну, поверхневу та іригаційну;
- г) струмкову, яружну та дощову.

7. Площинна ерозія виникає в результаті:

а) нерівномірного розподілу стоку по схилу з утворенням струмків різної інтенсивності, які призводять до появи вимоїн та розмивів глибиною до 1 м;

б) дрібних розмивів і невеликих потоків, які більш-менш рівномірно переміщують ґрунт в горизонтальній площині;

в) впливу концентрації великих струмків, значною мірою зосереджених у вузьких протоках;

г) змиву та розмиву ґрунтів внаслідок поверхневого стоку тимчасових водних потоків з виділенням зон виносу, транзиту та відкладання перенесеного водою матеріалу ґрунту.

8. Скільки виділяють стадій розвитку ярів:

- а) 5;
- б) 3;
- в) 4;
- г) 6.

9. В залежності від специфіки прояву стоку на поверхні ґрунту, розрізняють наступні види ерозії:

- а) ерозію від танення снігу, дощову та іригаційну;
- б) іригаційну, яружну та дощову;
- в) дощову, снігову та іригаційну;
- г) ерозію від танення снігу, радіаційну та дощову.

10. Які види ерозії виділяють за формою прояву вітрових процесів:

- а) місцева вітрова ерозія та пилові бурі;
- б) пилові бурі та зимове видування;
- в) пилові бурі та еффляція;
- г) дефляція та сальтація.

11. Підвиди місцевої ерозії:

- а) верхова та приземна;
- б) низинна та верхова;
- в) видування та пилення;
- г) верхова та абразія.

12. Форма дефляції, при якій переміщення середньопилуватих часточок (0,1-0,5 мм) відбувається волочінням та стрибкоподібно (приблизно дві третини від усього винесеного матеріалу):

- а) екструзія;
- б) еффлюкція;
- в) детрузія;
- г) абразія.

13. Форма дефляції при якій відбувається зсув, сковзання з підвищених мікроділянок (із глиб, валів, гребенів):

- а) екструзія;
- б) еффлюкція;
- в) детрузія;
- г) абразія.

14. Абразія – це:

- а) руйнування грудочок від ударів дрібними часточками;
- б) переміщення більш крупних часточок (грудочок) перекочуванням за рахунок ударів (бомбардування) мілкими;
- в) зсув, сковзання з підвищених мікроділянок (із глиб, валів, гребенів);
- г) переміщення за рахунок підйому в повітря.

15. Які фази видування виділяють зарубіжні вчені:

- а) екструзія, еффлюкція, детрузія;
- б) дефляція, сальтація, суспензія;
- в) дефляція, сальтація, детрузія;
- г) екструзія, еффлюкція, сальтація.

16. Від чого залежить інтенсивність агротехнічної ерозії:

- а) глибини обробітку ґрунту та швидкості руху техніки при цьому;
- б) ваги техніки для обробітку ґрунту;
- в) глибини обробітку ґрунту;
- г) ваги техніки для обробітку ґрунту та швидкості її руху.

## РОЗДІЛ 2 ФАКТОРИ ВИНИКНЕННЯ ЕРОЗІЇ

Виділяють дві групи факторів, що впливають на виникнення і інтенсивність розвитку ерозійних процесів:

- **природно-історичні** (клімат, рельєф, геологічні умови, рослинний покрив, властивості ґрунтів);
- **соціально-економічні** (господарська діяльність людини).

### 2.1. Фактори виникнення водних ерозійних процесів

#### 2.1.1. Клімат

Найбільший вплив на розвиток **водної ерозії** мають кількість і режим опадів, що випадають. Ерозія активніше проявляється при зливових і зatoryжних дощах, інтенсивному таненні снігу, особливо в поєднанні з повільним розмерзанням ґрунту.

При випадінні однієї і тієї ж кількості опадів за більш короткий час ерозія може збільшуватися. Якщо на півночі України переважають тривалі дощі малої інтенсивності, то в степовій зоні більш поширені нетривалі але інтенсивні дощі, коли за один-два дні може випасти вся середньомісячна норма опадів (40–50 мм). Ґрунт не в змозі вбирати в себе такий надлишок вологи і саме цей надлишок починає стікати по схилах.

На інтенсивність ерозії також великий вплив має *розмір дощових крапель*, який залежить від інтенсивності дощу. Діаметр крапель при тривалих опадах зазвичай складає 1–1,5 мм, а при зливах – від 3 до 5 мм. Вага таких крапель в 5–15 разів більше, а швидкість їх в приземному шарі повітря в два рази перевищує швидкість менших крапель. Як наслідок, сила удару крапель за умов зливових опадів у 10–30 разів більше, чим при тривалих дощах.

Прояв ерозійних процесів певною мірою залежить від ступеню континентальності клімату, а також характеру зим і тривалості весняного сніготанення.

#### 2.1.2. Рельєф місцевості

Від особливостей рельєфу певним чином залежить розмір та швидкість поверхневого стоку, і як наслідок, швидкість порушення та переносу ґрунту, а також його відкладання.

Інтенсивність ерозії залежить від кількості матеріалу, який змивається за один і той самий проміжок часу та збільшується із підвищенням швидкості потоку. Для кожної фракції часточок ґрунту різного розміру існує власна *критична швидкість* (швидкість течії води за якої починається її еродуюча дія

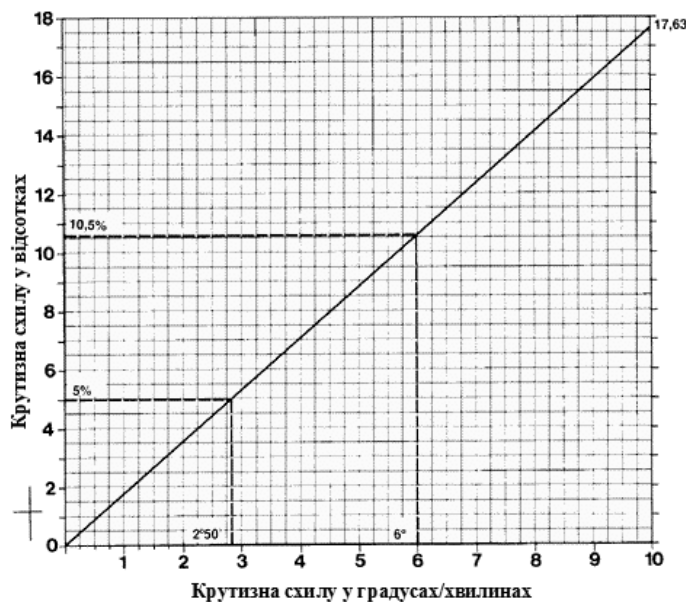
на ґрунт), яка залежить від діаметру часточок ґрунту, їх щільності та прискорення вільного падіння, а також від щільності середовища в якому вони рухаються.

Різні особливості рельєфу по-різному впливають на швидкість потоку та інтенсивність ерозії. Найбільший вплив на швидкість потоку спричиняє *ухил поверхні схилу*, із зростанням його крутизни швидкість потоку збільшується. В камеральних умовах кути нахилу схилів визначаються по топографічних картах та за допомогою відповідного програмного забезпечення.

Ступінь крутизни середніх та крутих схилів оцінюють у градусах або відсотках (рис. 2.1, рис. 2.2). На місцевості їх визначають за допомогою інклінометрів та схожих пристроїв, а в камеральних умовах – за висотою горизонталей та по відстані між ними.



**Рис. 2.1. Приклади значень ухилів території в градусах**



**Рис. 2.2. Графік співвідношення градусів та відсотків при вимірюванні крутизни схилу**

В залежності від крутизни схилу всі землі поділяють на: *круті, обривчасті, похилі та пологі*.

Величина пологих схилів – до 2 градусів, похилих – від 2 до 5 градусів, крутих – від 5 до 10 градусів, більше 10 – обривчасті або дуже круті схили.

За значенням коефіцієнта лінійного розчленування місцевості (визначається діленням суми довжин всіх ланок гідрографічної мережі (км) на площу відповідного водозбору (км<sup>2</sup>)) можна зробити висновки про характер рельєфу та найбільш відповідне його використання при плануванні ерозійних заходів. Існує залежність між коефіцієнтом розчленування території і площею змитих ґрунтів.

За ступенем розчленування територію поділяють на *слабко розчленовану, середньо- та сильно розчленовану*.

У приблизному вигляді залежність ступеню прояву ерозії та використання території від крутизни схилів (а-д) можна охарактеризувати наступним чином:

а) крутизна схилів  $\leq 1^{\circ}$  – ґрунт не піддається змиву та ділянки можна використовувати під будь-які культури і вони не потребують протиерозійних заходів;

б) на ділянках з крутизною  $1-3^{\circ}$  може спостерігатися слабкий змив ґрунту і обробіток рекомендується проводити впоперек схилу, а під ріллю та зяб рекомендовано проводити безвідвальний або нульовий обробіток;

в) при крутизні схилів  $3-5^{\circ}$  проявляється середній змив ґрунту. Для вирощування вже рекомендуються кормові ґрунтозахисні сівозміни з великою кількістю багаторічних трав;

г) при крутизні схилів від  $5-8^{\circ}$  може спостерігатися сильний змив ґрунтів, такі ділянки використовують у сільському господарстві за умов залуження їх меж по краях балок та ярів з їх обмеженням та контрольованим використанням;

д) при крутизні схилів  $\geq 8^{\circ}$  ґрунти виводяться з сільськогосподарського виробництва та підлягають залученню і закріпленню спеціальними штучними спорудами, що використовуються лише в умовах інтенсивного землеробства та значного дефіциту площ під землі ріллі.

На ерозію ґрунтів впливає не тільки крутизна, але і **довжина схилів** – відстань від водорозділу до бровки елемента гідрографічної мережі.

За умов видовженого схилу його нижня частина отримує більше наслідків дії поверхневого стоку, чим верхня та середні частини схилу. Саме тому довгі схили еродуються у більшій мірі, ніж короткі схили при тій же самій крутизні. Яружна ерозія, обвали та зсуви спостерігаються частіше у нижній частині схилів пагорбів та міжгірських понижень.

В середньому подвоєння довжини схилу збільшує загальний змив ґрунту в 3 рази за рахунок збільшення швидкості стоку і маси води, що стікає.

Швидкість потоку залежить не тільки від крутизни й довжини схилу, але і від таких факторів, як **експозиція** (орієнтація схилів відповідно до частин світу) та **форма схилів** (основні типи – прямі, випуклі, увігнуті).



Через те, що схили різної експозиції отримують різну кількість сонячного тепла та вологи, це в свою чергу впливає на різницю вологості і теплового режиму, амплітуд температурних коливань, складу рослинного покриву та швидкості прояву ерозійних процесів.

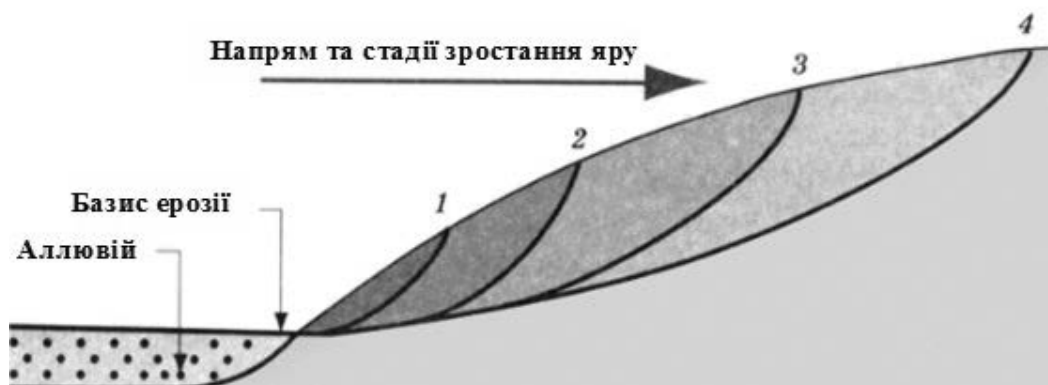
Найбільш сильно прояв впливу експозиції схилів на ерозію ґрунтів спостерігається навесні, коли сніг на південних схилах сходить швидше і вода, яка утворилася в результаті танення снігу провокує прояв ерозійних процесів.

Ґрунти північних схилів знаходяться у замерзлому стані й укриті снігом і дії ерозії не піддаються.

Також має місце вплив шорохуватості поверхні, товщини шару води, що стікає і т.д.

Максимальна глибина ерозійних врізань в поверхню не може бути більшою за певний рівень базису ерозії.

*Базисом ерозії* називається горизонтальна поверхня на рівні якої припиняється ерозія і нижче якої просування рівня поверхневого стоку не відбувається. Розвиток яру представлено на рисунку 2.3.



**Рис. 2.3. Розвиток яру відносно базису ерозії**

Базис ерозії співпадає з рівнем водної поверхні основного водоприймача, який розташований в нижній частині схилу, або в межах западини, ще не заповненої водою. Розрізняють *місцевий* та *загальний* базиси ерозії. Місцевими базисами є найбільш понижені елементи місцевості на локальному рівні. Загальним базисом ерозії є рівень світового океану. Перевищення водороздільного простору над рівнем базису ерозії називається глибиною базису ерозії і чим вона більше, тим вища швидкість потоку та сильніша ерозія ґрунтів.

**Елементи рельєфу, які впливають на розвиток ерозії.** Поверхневий стік формується в межах певної території, з площі якої потенційно може надходити кількість води і акумулюватися у концентрований

поверхневий стік або проявлятися лінійно. Називається така територія **водозбором і** обмежується лінією вододілу.

Складові елементи водозбору зазвичай представлені:

- вододілами;
- схилами;
- гідрографічною мережею.

**Вододільний простір (або вододіл)** – це простір, який знаходиться між вододільними лініями на рівнині і не має стоку у будь-яку річкову систему.

**Схил** – елемент рельєфу, який представляє собою нахилену ділянку земної поверхні, що була сформована в результаті ендегенних або екзогенних процесів.

**Гідрографічна мережа** – це така мережа понижень поверхні різного розміру, за якими відбувається стік поверхневих вод і яка на картах має вигляд розвиненого дерева.

**Розрізняють також такі елементи суходільної мережі:**

**Плакор** – найвища вирівняна пласка або слабо хвиляста привододільна ділянка басейну рівнинної ріки.

**Улоговина** – це лінійна форма рельєфу давнього ерозійного походження з пологими схилами і невираженими бровками глибиною до 2 м. Зазвичай розташовується у найбільш високих частинах водозборів і поступово переходить у плакорний простір водозбору. Площа водозбору не перевищує кількох десятків гектарів та у більшості випадків підлягає розорюванню.

**Лощина** – елемент гідрографічної мережі, який має явно виражені контури дна, більш високі і круті береги порівняно з улоговиною. Глибина - до 8-10 м. Площа водозбору – до 500 га.

**Балка** – лінійна форма рельєфу давнього ерозійного походження у вигляді витягнутого за формою пониження з вираженими бровками, широким днищем та добре вираженим річищем тимчасового водотоку на вкритому рослинністю дні. Балка представляє собою яр, який зупинився у розвитку.

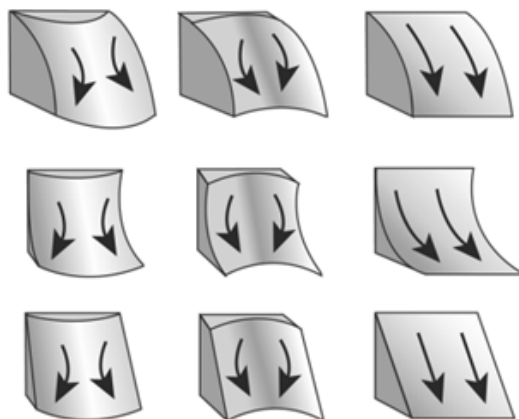
**Долина ріки** – найбільш стародавній елемент гідрографічної мережі, який відрізняється від балки наявністю постійного водотоку та пов'язаних з ним характерними формами рельєфу: заплавами, притерасними западинами, валами при річищах і т. д.

**Вплив профілів схилу на характер змиву.** Прийнято виділяти *випуклі* та *увігнуті* елементи рельєфу. Профілі схилу як в поздовжньому, так і поперечному напрямках бувають прямі, випуклі і увігнуті (рис.2.4).

Характер впливу поздовжніх і поперечних профілів на стік і змив різниться. На поздовжньо-прямих схилах процеси ерозії посилюються до їх основ. Руйнівна сила води наростає поступово. Значний змив проявляється приблизно від середини схилу. На поздовжньо-випуклих схилах ерозія більше

проявляється в нижній частині, де найбільша крутизна. На поздовжньо-увігнутих схилах ерозія сильніше виражена у верхній, більш крутій частині.

Найбільший розвиток водної ерозії спостерігається на випуклих ділянках схилів, найменше – на увігнутих; прямі схили повторюють в ослабленій формі картину розвитку ерозії на випуклих схилах.



**Рис. 2.4. Форма схилів – поєднання опуклих (верхній ряд), увігнутих (середній ряд) та прямих (нижній ряд) форм**

### 2.1.3. Тип ґрунту

Швидкість розвитку ерозії, як і ступінь ризику також залежить від властивостей ґрунтів, їх здатності протидіяти ерозії. Чим вище протиерозійна стійкість ґрунтів, тим менша швидкість ерозії.

До **властивостей ґрунтів**, що впливають на зниження ризику розвитку водної ерозії, відносяться: *структурність і водоміцність структури, підвищена потужність гумусового шару, висока катіонна ємність поглинання і ступінь насиченості ґрунтів катіонами кальцію, достатня водопроникність, невисока щільність і пористість* і т. д.

Протиерозійна стійкість залежить від багатьох властивостей ґрунтів, але насамперед від гранулометричного складу. Так найменшу критичну швидкість розмивання мають суглинкові та глинисті безструктурні ґрунти, які погано пропускають воду, легко запливають утворюючи при цьому кірку. В цей же час ґрунти легкого гранулометричного складу та рихлі ґрунти легко вбирають вологу, запобігаючи її концентрації на поверхні ґрунту.

Наступною властивістю ґрунтів, що зумовлює їх протиерозійну стійкість є структура ґрунту (залежить від гранулометричного складу), яка зумовлює фільтраційну здатність. Дрібнозерниста структура визначає фільтраційну здатність в 10 або 30 разів вище, чим на безструктурних ґрунтах. Крім того, фільтраційна здатність у ґрунтів різного гранулометричного складу також є різною. У піщаних ґрунтах вона в декілька раз вище, чим у глинистих або

суглинистих ґрунтів. Однак, за умови окультурення глинистих ґрунтів можливо отримати задовільну водотривку структуру. В цілому ж вірне ствердження про те, що чим більше структурні агрегати, тим ґрунт більш стійкий до ерозії.

Протиерозійна стійкість ґрунтів підвищується із збільшенням в ґрунті *вмісту гумусу*, оскільки від нього залежить ступінь оструктурування ґрунтів. Переважання у складі вмісту основ катіону кальцію збільшує водотривкість агрегатів і знижує ерозію, в той час як збільшена кількість катіонів натрію та магнію викликає осолонцювання ґрунтів і збільшує струмкову та площинну ерозії. Присутність в ґрунті легкорозчинних солей також знижує протиерозійну стійкість ґрунтів.

Вологість ґрунту також виступає фактором впливу на протиерозійну стійкість. Сухі ґрунти більш стійкі до ерозії, чим зволожені та перезволожені. Крім того вологі ґрунти мають меншу здатність насичуватися та утримувати в собі вологу і в свою чергу обумовлюють більш інтенсивний поверхневий стік. Підвищення змиву пояснюється тим, що в перенасиченому водою ґрунті агрегати легше ковзають та рухаються. Даний тип ґрунту не може швидко вбирати в себе зливові опади, через що інтенсивність поверхневого змиву швидко зростає.

#### **2.1.4. Геологічна будова**

Вплив материнської породи на розвиток ерозії, в основному визначається ступенем опірності ґрунтів і порід розмиванню під дією води. Відомо, що властивості ґрунту залежать від мінералогічного, хімічного, механічного складу материнської породи. Саме ці показники визначають водно-фізичні властивості ґрунту, повітряний та поживний його режими. Найбільш важливими факторами, що зумовлюють протиерозійну стійкість ґрунтів до розмивання є водно-фізичні властивості підстилаючої ґрунту породи. Водна ерозія більш поширена на ґрунтах, що утворені на породах з незначною водопроникністю та здатністю легко розмиватися. Це леси та лесовидні суглинки, делювіальні та елювіальні відклади.

#### **2.1.5. Рослинний покрив та тваринний світ**

Рослинний покрив виконує виключно важливу ґрунтозахисну роль, скріплюючи поверхневий шар ґрунту кореневими системами; надземна маса рослин уповільнює швидкість поверхневого стоку води, сприяє кращому її вбиранню. Там, де є рослинний покрив, більше накопичується снігу, в результаті ґрунт менше промерзає, навесні швидше відтає, стає водонепроникним і менше піддається водній ерозії.

Крім того, рослинний покрив впливає на швидкість ерозії через кількість наземної та підземної рослинної маси. Коренева система рослин скріплює структурні елементи ґрунту і тим самим перешкоджає їх розмиву та змиву. Більшість рослинних угруповань мають більш розвинену кореневу масу порівняно з надземною.

У сільськогосподарських рослин за виключенням багаторічних трав співвідношення між надземною та підземною кореневою масою різні. Внаслідок цього корені зернових, зернобобових та інших сільськогосподарських культур не здатні захистити ґрунт від ерозії. Критичніша ситуація на полях під просапними технічними культурами та полями під чорним паром.

Завдяки корневим системам збільшується шороховатість та фільтраційна здатність ґрунтів. Рослинні залишки також збільшують шороховатість поверхні ґрунтів і в результаті цього збільшують водовбираючу здатність поверхні та знижують інтенсивність ерозії. Крім цього, рослинність захищає поверхню від руйнівної дії дощових крапель.

В цілому ж, сільськогосподарські культури по-різному захищають ґрунт від водної ерозії. Чим краще розвинута надземна частина рослин, тим і вище їх ґрунтозахисна ефективність. Найменшу ґрунтозахисну ефективність мають просапні культури. Далі за ними ідуть горох, ячмінь, овес. Пшениця та жито краще захищають ґрунт від ерозії, чим ячмінь та овес. Найбільший ґрунтозахисний ефект мають посіви травосумішок та багаторічних трав.

Таким чином, при вирощуванні сільськогосподарських культур є доцільним не тільки отримання високої рентабельності і прибутків від реалізації отриманої продукції, але і захист ґрунтів від ерозії.

У більшості випадків тваринний світ суттєво впливає на протиерозійну стійкість ґрунтів. Так, в одних умовах він її прискорює, а в інших зменшує. Збільшення ризиків прояву ерозії відбувається за умов неконтрольованого випасу худоби, і як наслідок, зростання фізичного навантаження та руйнації поверхні ґрунту. Зовсім іншим чином впливає діяльність землерийок, ховрахів, кротів та дощових черв'яків, які проводять розрихлення ґрунту, утворенням нірок і розпушення поверхневого шару.

### **2.1.6. Господарська діяльність людини**

В даний час масштаби господарської діяльності людини надзвичайно великі, тому розвиток ерозійних процесів часто визначається не стільки природними факторами, скільки факторами соціально-економічними. Ерозія ґрунтів розвивається активно, коли не проводять протиерозійні заходи, навіть які не потребують великих матеріальних витрат, або у випадках неправильного використання людиною земельних угідь.

До них відносяться: оранка і посів сільськогосподарських культур уздовж схилів; обробіток просапних культур на ерозійно небезпечних територіях; розорювання прибалкових і прияружних площ, днищ і схилів балок; вирубування лісів; непомірне випасання худоби, що вибиває стежки, по яких збільшуються промоїни, які дають початок ярам; розбивка полів сівозмін без урахування рельєфу місцевості вздовж схилів, що призводить до утворення промоїн по межових борознах. Неправильне розташування доріг, поганий догляд за ними призводять до того, що неукріплені кювети перетворюються в яри.

Дуже велику шкоду ерозія спричиняє не тільки у вигляді зниження родючості ґрунтів і зменшення площі земель під обробітком, але й внаслідок порушення доріг, сільськогосподарських будівель, замулення водойм, річних русел, порушення сінокосів та пасовищ, винесення з полів добрив та засобів захисту рослин.

Обробіток ґрунту, а також посів сільськогосподарських культур частіше усього проводиться вздовж довгих меж полів. Розташування контурів полів таким чином визначає напрям обробітку ґрунту та довжину робочого ходу техніки, від яких залежить стік та ерозія. На розораному полі більша частина надлишкової води стікає у борозни, що утворені по межах полів при оранці.

Розташування видовжених меж полів під кутом до напрямку схилів унеможливорює або робить збитковим проведення обробітку ґрунту впоперек схилу. Внаслідок такого планування із збільшенням довжини проходу техніки вздовж схилу або під кутом до схилу, збільшується і площа водозбору борозн, і як наслідок, обсяг води що протікає по них спричиняє змив ґрунту.

При розташуванні лісосмуг під кутом до основного напрямку схилу, потоки води (що утворилися внаслідок танення снігу на пагорбах лісосмуг) надходять вже не в саму лісосмугу, а рухаються вздовж неї і концентруються при скиданні в яри та балки. Нарізання великих площ полів в умовах розчленованого складного рельєфу призводить до місцевої концентрації стоку штучними рубежами, такими як – лісосмуги, межі полів, шляхи. В таких умовах розмив та змив ґрунту відбувається там, де в природних умовах попередній розподіл і скидання стоку виключали можливість виникнення ерозійних процесів.

## **2.2. Фактори виникнення процесу дефляції**

Дефляція належить до ймовірних спорадичних комплексних процесів, які можуть розвиватися за виникнення відповідних для цього умов та збігу багатьох факторів. Такими умовами насамперед є природно-кліматичні, що характеризуються посушливістю і континентальністю в поєднанні з напруженим вітровим режимом, властивостями поверхні ґрунту та діяльністю людини.

Саме особливості цих факторів, у вигляді кількісних значень ураховуються в більшості рівнянь з обчислення втрат ґрунту в результаті дії вітрової ерозії. Вплив деяких факторів, які відповідають за виникнення процесу дефляції подібний до факторів прояву водної ерозії ґрунтів.

На посилення **вітрової ерозії** активним чином впливають низька річна кількість опадів, нерівномірний їх розподіл протягом року, високі температури повітря, що викликають висушування поверхні ґрунту, підвищена приземна швидкість і низька відносна вологість повітряних мас вітру, які рухаються.

### 2.2.1. Клімат

Основним кліматичним фактором дефляції є **вітровий режим**, який в свою чергу характеризується:

- *швидкістю* (миттєва, середньодобова, максимальна тощо) повітряних потоків. Визначають швидкість (м/с) за допомогою анемометрів, виділяючи у бік зростання – штиль, слабкий, сильний та дуже сильний вітри, шторм і вихор (ураган);

- *переважаючим напрямком вітрів*. Визначають через повторюваність вітрів для кожного з регіонів впродовж року та на основі багаторічних даних. Відображають графічно за допомогою нанесення відповідних позначок на креслення так званої «рози вітрів» з виділенням відрізків, які відповідають кількості днів впродовж року з певним напрямком вітру. Після цього відрізки по румбах з'єднують прямими лініями (рис. 2.5);

- *формою вітрового потоку* (турбулентною або ламінарною його природою). Вітровий потік є нерівномірним – поривчастим, а пориви обумовлює термічна (обумовлена нерівномірним прогріванням окремих ділянок земної поверхні) та динамічна (обумовлена здатністю повітря обтікати різні форми мікро та нанорельєфу) турбулентності;

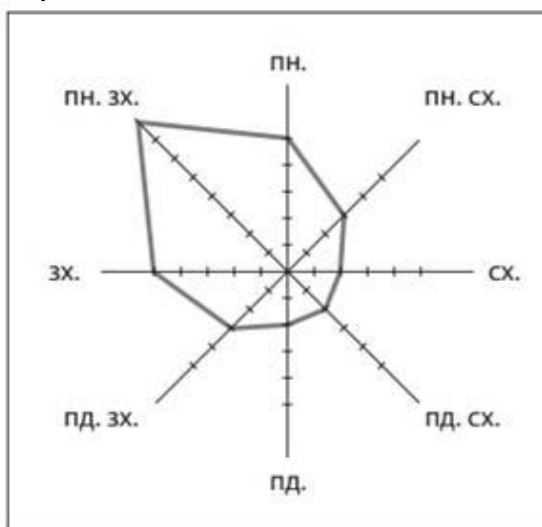
- *тривалістю в часі* (враховують проміжок часу, впродовж якого спостерігали певну дію вітру та частоту проявів за дефляційний період або місяць, рік і т. д. ).

Серед інших кліматичних факторів вітрової ерозії, які визначаються на метеорологічних станціях та постах, наступні: температура повітря та ґрунту (кількість випадків промерзання), кількість та інтенсивність опадів у вигляді дощу (мм/міс. і мм/хв), вологість повітря, атмосферний тиск.

Кліматичні умови регіону з ризиком виникнення та поширення дефляції в поєднанні з характеристиками ґрунту є вирішальним фактором у дослідженні дефляційних процесів.

Залежність дефляції ґрунтів від клімату пов'язана з кількістю опадів (зволоженням ґрунтів) і температурою, які в сумі визначають ступінь посушливості клімату. Зі збільшенням посушливості клімату і зменшенням зволоженості території ймовірність прояву та інтенсивність дефляції ґрунтів

зростають. Отже, дефляція ґрунтів змінюється за зональними особливостями, а кліматичний фактор дефляції при цьому залежить від швидкості вітру, кількості опадів та випаровування.



**Рис. 2.5. Приклад побудови графіку «рози вітрів» із переважаним вітром північно-західного напрямку**

Від домінуючих вітрів залежить проведення агротехнічних і протиерозійних заходів: установлення снігозатримуючих щитів, висівання куліс, нагортання валів при снігозатриманні, насадження полезахисних лісових смуг здійснюють перпендикулярно напрямку вітру.

Для вираження швидкостей вітру в балах через різний характер дії вітру на наземні предмети (наприклад форму диму, гойдання гілок і стовбурів дерев і т. д) існує шкала Бофорта (табл. 2.1).

Крім негативного впливу на якість повітря, вітрова ерозія веде до деградації сільськогосподарських земель шляхом прямого або опосередкованого впливу на радіаційний баланс атмосфери. Пил, який виноситься в процесі вітрової ерозії, виступає джерелом аерозолей, а останні у випадку їх інтенсивного накопичення в атмосферному шарі здатні змінювати кліматичні варіації та впливати на тепловий баланс планети. Лишається актуальною спроба врахувати вплив ерозійних процесів на емісію CO<sub>2</sub> в атмосферу за умов парникового ефекту.

Крім того, опосередкований вплив клімату на дефляційні процеси проявляється в процесі частих температурних коливань. Так, теплі зими з багаторазовим переходом температур через 0° С призводять до інтенсивного порушення та розпилення структурних агрегатів, що значно підвищує коефіцієнт руйнування агрегатів у дефляційно небезпечний період. Кращі гідротермічні умови протягом вегетаційного періоду навпаки визначають



добрий розвиток рослинності, яка вкриває поверхню ґрунтів та захищає їх від видування.

Таблиця 2.3.

### Шкала Бофорта

Бали	Швидкість, м/с	Характеристика	Візуальна оцінка
0	0-0,5	Штиль	Дим піднімається вертикально, листя нерухомі
1	0,6-1,7	Тихий	Вітер відчувається як легке подув, дим злегка в бік
2	1,8-3,3	Легкий	Подув вітру відчувається особою, листя шелестить
3	3,4-5,2	Слабкий	Листя, тонкі гілки колишуються
4	5,3-7,4	Помірний	Тонкі гілки починають рухатися
5	7,5-9,8	Свіжий	Коливаються великі гілки
6	9,9-12,8	Міцний	Гойдаються товсті гілки
7	12,9-15,2	Сильний	Гойдаються стовбури дерев
8	15,3-18,2	Дуже міцний	Гойдаються великі дерева, ламаються гілки
9	18,3-21,5	Шторм	Ламаються гілки, зсуваються з

Ступінь покриття поверхні ґрунту сніговим покривом, а також шляхом утворення льодяної кірки на поверхні ґрунту, обумовлює його захищеність від дії вітру в зимовий та ранньовесняний періоди. Тому зі збільшенням проективного покриття ґрунту снігом та глибини снігового покриву збільшується протидефляційна стійкість діяльної поверхні ґрунтів.

#### 2.2.2. Рельєф місцевості

Слід зазначити, що на відміну від водної ерозії, дефляція спостерігається як на схилах, так і на рівних ділянках, тому аналізуючи вплив рельєфу на дефляцію доцільно розглядати вплив його макро-, мезо- та мікроформ. Вітер може виносити продукти видування в різному напрямку й

навіть вверх по схилу. Ступінь порушення ґрунту в результаті дефляції залежить від топографії місцевості. В першу чергу дефляції віддаються випуклі ділянки поверхні та вітроударні схили.

При цьому чим вище крутизна вітроударного схилу, тим більше швидкість вітру та порушення ґрунту. При спрямуванні вітру вниз по схилу його швидкість зменшується. На завітраних схилах та в пониженнях дія вітру послаблюється. В таких місцях найчастіше відбувається відкладання ґрунтового матеріалу, видутого з підвищень. Мікрорельєф гребенистих ділянок порівняно з вирівняною (або ще й прикатаною) поверхнею впливає на зменшення інтенсивності видування у 1,5-2 рази. Динаміка вітроерозійних процесів залежить від форми, орієнтації, розміру відкритої для дії вітру пилосбираючої площі земель. Під такою розуміємо розорані ділянки з відсутніми перешкодами на шляху його спрямування (лісосмугами, смугами багаторічних трав, кулісними посівами тощо).

### 2.2.3. Тип ґрунту

Ґрунт характеризується гранулометричним складом, вологістю, грудкуватістю, станом поверхні ґрунту, зв'язністю (стійкістю ґрунтових агрегатів до механічного руйнування). Серед основних показників ґрунту, які впливають на його здатність видуватися, виділяють:

- гранулометричний склад ґрунту – важким за гранулометричним складом ґрунтам властиве рівномірне по площі видування та закономірне чергування зон виносу та наносу; легким піщаним та супіщаним ґрунтам властиві утворення нерівномірних осередків видування і валів наносів. Серед агрофізичних показників, які найбільш точно характеризують здатність ґрунту до видування такі: середній розмір агрегатів ґрунту, розмір найбільш нестійкої фракції ґрунту, що враховується у розрахунках стійкості ґрунтів та відсоткове співвідношення різних фракцій гранулометричного складу (піску, мулу, глини тощо);

- уміст гумусу (органічної речовини), мулу, карбонатів Ca та Mg тощо. За допомогою цих показників різні автори наводять залежності щодо їх впливу на протидефляційну стійкість через створення додаткового зчеплення між агрегатами ґрунту. Але слід пам'ятати, що дані показники можуть проявляти різний вплив на протидефляційні характеристики ґрунту відповідно до ґрунтово-кліматичних особливостей різних регіонів досліджень;

- вологість ґрунту – дефляційна стійкість вологого ґрунту пояснюється тим, що ґрунтова волога, яка знаходиться між часточками ґрунту, завдяки поверхневому натягу, збільшує силу зчеплення ґрунтових часток. Від величини будови ґрунтових грудочок залежить вміст вологи в них та швидкість висихання. У великих мікроагрегатах волога в основному заповнює

їхні пори всередині, а у розпиленому ґрунті заповнює міжагрегатні пори, у зв'язку з чим такий ґрунт швидше висихає.

- *грудкуватість* (показник структурного складу ґрунту, який виражає кількість вітростійких агрегатів діаметром понад 1 мм у поверхневому шарі) та *зв'язність ґрунту* (стійкість ґрунтових агрегатів до механічного руйнування). Величина грудкуватості визначає тільки можливість початку вітрової ерозії до того моменту, поки усі ерозійні часточки поверхневого шару не буде винесено повітряним потоком. Якщо їхня кількість не буде поповнюватись знову створеними у процесі ерозії дрібними часточками, то вітрова ерозія призупиниться у початковій стадії навіть за сильного вітру.

Величина зв'язності застосовується у якості діагностичного показника потенційної стійкості ґрунтів і залежить на думку різних вчених від складу поглинутих катіонів, внесеної кількості органічних добрив, глинистих часток та дисперсного матеріалу. Також зв'язність агрегатів зростає при збільшенні співвідношення гумусу та карбонатів кальцію

#### **2.2.4. Стан поверхні ґрунту**

**Стан поверхні ґрунту** або (шорсткість) – наступний важливий фактор у визначенні здатності поверхні ґрунту видуватися вітром.

Загалом, показник шорсткості поверхні, утворений рослинами (висота стебел, розмір листя по всій довжині стебла залежно від типу культури), рослинними та іншими залишками на поверхні в поєднанні з механічно міцними агрегатами ґрунту, збільшує її протидефляційну стійкість.

Слід зазначити, що шорсткість поверхні ґрунту, спричинена її мікро- та нанорельєфом, також може бути фактором, який збільшує інтенсивність дефляції, за рахунок того, що шорсткість створює додаткову турбулентність пилоповітряного потоку. Залишені на поверхні у вертикальному стані рослинні рештки у шість разів ефективніші, ніж така кількість, що розташована горизонтально.

До інших елементів шорсткості поверхні ґрунту відносяться брили, грудки, гребені, типи мульчі (рослинного та штучного походження).

Таким чином, є доцільним приклад розташування лісосмуг або рядів культур у межах поля впоперек основному напрямку дії вітрів, які переважають у цьому регіоні.

#### **2.2.5. Господарська діяльність людини**

Обумовлює зміни багатьох природних факторів, а саме: мікрорельєфу поля, його ширини вздовж напрямку панування ерозійних вітрів, характеру використання розташованого поруч поля, стану лісосмуг (конструкції, висоти і відстані між ними), шорсткості поверхні поля, стану рослинного покриву

(висоти і густоти), ступеня покриття поля рослинними рештками, способу обробітку ґрунту, кількості внесених мінеральних і органічних добрив тощо.

Схожого погляду дотримуються й зарубіжні вчені при визначенні кількості еродованого ґрунту які схожим чином враховували ерозійну енергію вітру, дефляційну стійкість ґрунту, ступінь його покриття та шорсткість поверхні, здатність до утворення кірки та вологість.

Зі збільшенням площі поля підвищується кількість накопичених часток, що переміщуються стрибкоподібно та викликають бомбардуючий ефект поверхні при приземленні із залученням додаткової кількості ґрунтових часток. Показник стабільності сухих ґрунтових агрегатів (коефіцієнт руйнування) в такому випадку виступає діагностуючою ознакою здатності ґрунту до видування. Так, за ступенем піддатливості дії вітру поля квадратної форми значно стійкіші, ніж подовжені вузькі поля прямокутної форми, для яких рекомендовано обов'язково дотримуватися рекомендацій з висадження рядних та кулісних культур перпендикулярно переважаючому напрямку дії вітру.

### **2.3. Передумови розвитку ерозійних процесів в умовах Донбасу**

**Рельєф.** Територія Донецької та Луганської областей включає Донецький кряж, східну частину Приазовської височини, Приазовську берегову рівнину, південно-західні відроги Середньоруської височини. Поверхні Середньоруської і Приазовської височин, а також Донецького кряжу глибоко розчленовані щільною мережею річкових долин, балок та й ярів. Для Донецького кряжу при цьому характерне утворення бугрів, куполів, що пов'язане з нерівномірним заляганням та вивітрюванням корінних порід різного походження. Швидке падіння висот у напрямку від хребтів до річних долин, відокремленість окремих елементів рельєфу, наявність схилів різної довжини та крутизни, а також використання їх у сільському господарстві без застосування протиерозійних заходів є однією з причин інтенсивного розвитку ерозійних процесів на Донбасі. Через підняття Донецької височини у більшості районів Донбасу спостерігається активізація ерозії, в результаті чого відбувається поглиблення днища балок, в які вриваються глибокі яри.

**Клімат.** Для клімату Донбасу характерним є виражена континентальність з посушливо-суховійними явищами, періодично повторюваними пиловими бурями, нерівномірним розподілом опадів впродовж року і великими коливаннями їх кількості по роках. Особливістю клімату є також наявність вертикальної зональності і різноманіття мікроклімату в залежності від експозиції і крутизни схилів. У зв'язку з нерівномірністю розподілу та танення снігу, обумовленою вертикальною зональністю, талі води з верхніх частин схилу стікають по верхньому шару

ґрунту, який вже відтанув, викликаючи при цьому підсилений змив та розмиви.

Опади часто випадають у вигляді злив, більша частина яких припадає на першу половину теплого періоду – квітень-червень, коли ґрунт слабо захищений рослинністю. Зима малосніжна, характеризується нестійкою погодою. Поряд з сильними морозами відбуваються часті відлиги, що викликає поверхневий стік, і як наслідок, змив ґрунту, утворення льодяної кірки. За відсутності сніжного покриву ґрунт промерзає на метр-півтора. Дуже поширені суховії. Напряму вітру змінюється несуттєво. З жовтня по квітень переважають вітри південно-східних напрямків. Середня швидкість вітру для різних районів Донбасу варіює в межах від 4 до 8,5 м/с, максимальна від 18 до 40 м/с; пилові бурі викликаються південно-східними вітрами. Найбільш руйнівна їх дія для ґрунтів і посівів в квітні. Сильні вітри, викликають нерівномірний розподіл снігу зимою, сприяють не тільки вітровій, але і водній ерозії.

За інтенсивністю та частотою прояву вітрової ерозії в межах Донбасу виділяють дві зони.

**Перша зона** – це зона з щорічним виникненням ранньовесняних та частих зимових пилових бур, включає в себе *підзону Східного Донбасу* (розташована у східній частині Донецького кряжу, долинах річок Сіверський Донець та Луганка). Характерний загальний ухил місцевості на південь та схід. Включає в себе в Донецькій області – Шахтарський і Амвросіївський райони, в Луганській – Старобільський, Лисичанський, Новоайдарський, Станично-Луганський, Слов'яносербський, Перевальський, Лутугинський, Червонодонський, Антрацитівський райони.

*Підзона Південного Донбасу* – включає південно-західну та південну частини Донецького кряжу, його західні відроги та частину Приазовської Низовини. Характерний загальний ухил поверхні на південь. Входять Ясинуватський, Маріїнський, Великоновоселківський, Волновахський, Старобешівський, Тельманівський, Новоазовський, Володарський та Першотравневий райони Донецької області.

Також виділяють *підзону Приазовської височини і Приазовської низовини* (включає в себе гребінь по лінії Токмак-Чернігівка-Куйбишів з ухилом на північ та південь). В підзону входять Гуляйпільський, Пологський, Чернігівський, Приазовський, Куйбишівський, Бердянський, Приморський та східна частина Токмакського району Запорізької області.

**Друга зона** характеризується періодичним виникненням вітрової ерозії один раз у 3-4 роки. Це північно-західний Донбас. Розташований у центральній і північно-західній частині Донецького кряжу із загальним ухилом на північний захід. Включає в себе Кременський і Біловодський райони Луганської області, Лиманський, Слов'янський, Бахмутський,

Олександрівський, Добропільський, Костянтинівський, Червоноармійський райони та північну частину Шахтарського району Донецької області.

Щорічне виникнення вітрової ерозії в першій зоні пов'язане з появою сухих повітряних мас з північного сходу та специфічним рельєфом місцевості. Вітрові потоки, які надходять з півночі на Донецький кряж збільшують швидкість та досягають Приазовської височини у концентрованому виді, далі рухаються у напрямку Приазовської низовини. Такому утворенню вихорів повітря також сприяє понижений атмосферний тиск з боку Азовського моря. В результаті цього відбувається своєрідне поєднання повітряних мас високого тиску з боку суші з повітрям низького тиску з боку моря.

**Ґрунтовий покрив.** Ґрунтовий покрив регіону характеризується різноманітністю та великою мозаїчністю, що обумовлено особливостями рельєфу, клімату, материнськими породами. На головному водороздільному плато Донецького кряжу поширені чорноземи потужні вилужені та чорноземи звичайні перехідні до потужних на лесових породах. На схилах Донецького Кряжу поширені чорноземи на елювії щільних корінних порід, головним чином піщаників та сланців.

Незначну площу на схилах кряжу займають чорноземи на вапняках. У північних та північно-західних районах Донбасу широко поширені чорноземи звичайні середньогумусні на карбонатному лесі. В районі Приазовської височини та північно-східної частини Луганської області поширені чорноземи звичайні малогумусні на лесі. В приморській частині виділяють чорноземи звичайні перехідні до потужних на лесових породах.

Також широке розповсюдження на Донбасі отримали галогенні ґрунти, утворення яких пов'язане з виходом на поверхню засолених порід або неглибоким заляганням мінералізованих вод. У зв'язку з цим, вони розвиваються переважно на еродованих схилах, річних терасах, седловинах, делювіальних шлейфах.

Ґрунтовий покрив борових терас представлено дерновими слаборозвинутими та дерновими розвинутими ґрунтами на давньоалювіальних піщаних відкладах.

Різні ґрунти володіють різною стійкістю до ерозійних процесів. Найбільш стійкими до ерозії є чорноземи потужні та звичайні на лесових породах, менш стійкі – чорноземи на щільних породах та дернові ґрунти.

**Рослинність.** Рослинність Донецького басейну представлена в межах різнотравно-типчаково-ковилевих та типчаково-ковилевих степів. В теперішній час степи розорані. Залишилися невеликі ділянки цілинного степу у заповідниках та на схилах балок, природна рослинність яких представлена травами. Лісова рослинність Донбасу представлена трьома типами – байрачним, заплавними, хвойними видами на піщаних терасах.

### ***Питання для самоконтролю:***

1. Які фактори впливають на появу та розвиток ерозійних процесів?
2. Які основні показники ґрунту впливають на його протиерозійну (протидефляційну) стійкість?
3. Які показники клімату впливають на виникнення та інтенсивність розвитку ерозійних процесів?
4. Які основні показники рельєфу впливають на його протиерозійну (протидефляційну) стійкість? В чому різниця?
5. Дайте розгорнуте визначення терміну «господарська діяльність людини»?
6. Які на Вашу думку природні та антропогенні особливості території Донбасу сприяють появі та поширенню ерозійних процесів?
7. Охарактеризуйте як впливає рослинність на розвиток ерозійних процесів.
8. Охарактеризуйте залежність розвитку ерозійних процесів залежно від властивостей ґрунтів.

### **Перелік тестових завдань:**

1. Основні фактори, які зумовлюють виникнення ерозії:
  - а) клімат, рельєф, геологічні умови, рослинний покрив, властивості, ґрунтів, господарська діяльність людини;
  - б) клімат, рельєф, рослинний покрив, властивості, ґрунтів, господарська діяльність людини;
  - в) рельєф, рослинний покрив, властивості, ґрунтів, господарська діяльність людини, метеорологічні умови;
  - г) клімат, рельєф, геологічні умови, рослинний покрив, господарська діяльність людини.
2. Які з кліматичних показників здійснюють найбільший вплив на формування водної ерозії:
  - а) кількість і режим опадів;
  - б) континентальність клімату та характер зим;
  - в) кількість опадів і тривалість весняного сніготанення;
  - г) інтенсивність опадів та вологість повітря.
3. В залежності від крутизни схилу всі землі поділяють на:
  - а) круті, обривчасті, похилі та рівнинні;
  - б) круті, обривчасті, похилі та пологі;
  - в) пологі, похилі та обривчасті;
  - г) дуже круті, обривчасті, похилі та пологі.

4. При якій крутизні схилів ґрунти виводяться з сільськогосподарського виробництва:

- а)  $\geq 6^{\circ}$ ;
- б)  $\geq 8^{\circ}$ ;
- в)  $\geq 9^{\circ}$ ;
- г)  $\geq 10^{\circ}$ .

5. Базисом ерозії називається:

а) горизонтальна поверхня на рівні якої припиняється ерозія і нижче якої просування рівня поверхневого стоку не відбувається;

б) горизонтальна поверхня на рівні якої спостерігається найінтенсивніший рівень ерозії;

в) горизонтальна поверхня на рівні якої немає прояву ерозії;

г) поверхня з якої розпочинається просування рівня поверхневого стоку.

6. Протиерозійна стійкість ґрунтів найбільше залежить від:

- а) агрохімічних властивостей;
- б) гранулометричного складу;
- в) показника кислотності;
- г) пористості.

7. Водна ерозія більш поширена на ґрунтах, що утворені на наступних породах:

- а) морена;
- б) флювіогляціальні відклади;
- в) лес і лесовидні суглинки;
- г) елювіальні породи.

8. Найвищою ґрунтозахисною здатністю характеризуються:

- а) просапні культури;
- б) озима пшениця та жито;
- в) багаторічні трави;
- г) ячмінь та овес.

9. Улоговина – це:

а) лінійна форма рельєфу давнього ерозійного походження з пологими схилами і невираженими бровками глибиною до 2 м;

б) елемент гідрографічної мережі, який має явно виражені контури дна;

в) найбільш стародавній елемент гідрографічної мережі, який відрізняється від балки наявністю постійного водотоку та пов'язаних з ним характерними формами рельєфу;

г) лінійна форма рельєфу давнього ерозійного походження у вигляді витягнутого за формою пониження з вираженими бровками, широким



днищем та добре вираженим річищем тимчасового водотоку на вкритому рослинністю дні.

10. Долина ріки – це:

а) лінійна форма рельєфу давнього ерозійного походження з пологими схилами і невираженими бровками глибиною до 2 м;

б) елемент гідрографічної мережі, який має явно виражені контури дна;

в) найбільш стародавній елемент гідрографічної мережі, який відрізняється від балки наявністю постійного водотоку та пов'язаних з ним характерними формами рельєфу;

г) лінійна форма рельєфу давнього ерозійного походження у вигляді витягнутого за формою пониження з вираженими бровками, широким днищем та добре вираженим річищем тимчасового водотоку на вкритому рослинністю дні.

11. Лощина – це:

а) лінійна форма рельєфу давнього ерозійного походження з пологими схилами і невираженими бровками глибиною до 2 м;

б) елемент гідрографічної мережі, який має явно виражені контури дна;

в) найбільш стародавній елемент гідрографічної мережі, який відрізняється від балки наявністю постійного водотоку та пов'язаних з ним характерними формами рельєфу;

г) лінійна форма рельєфу давнього ерозійного походження у вигляді витягнутого за формою пониження з вираженими бровками, широким днищем та добре вираженим річищем тимчасового водотоку на вкритому рослинністю дні.

12. Балка – це:

а) лінійна форма рельєфу давнього ерозійного походження з пологими схилами і невираженими бровками глибиною до 2 м;

б) елемент гідрографічної мережі, який має явно виражені контури дна;

в) найбільш стародавній елемент гідрографічної мережі, який відрізняється від балки наявністю постійного водотоку та пов'язаних з ним характерними формами рельєфу;

г) лінійна форма рельєфу давнього ерозійного походження у вигляді витягнутого за формою пониження з вираженими бровками, широким днищем та добре вираженим річищем тимчасового водотоку на вкритому рослинністю дні.

13. Основним кліматичним фактором дефляції є:

а) вітровий режим;

б) кількість опадів;

в) температурний режим;

г) баричний градієнт.

14. Напрямок вітрів відображають за допомогою:

- а) рози вітрів;
- б) термоізоплет;
- в) ізобар;
- г) немає правильної відповіді

15. Показник шорсткості поверхні:

- а) збільшує її протидефляційну стійкість;
- б) зменшує її протидефляційну стійкість;
- в) не впливає на її протидефляційну стійкість.

16. Скільки зон виділяють в межах Донбасу за інтенсивністю та частотою прояву вітрової ерозії:

- а) 2;
- б) 4;
- в) 5.

17. Середня швидкість вітру для різних районів Донбасу варіює в межах:

- а) від 4 до 8,5 м/с;
- б) від 18 до 40 м/с;
- в) від 1 до 5 м/с.

18. Максимальна швидкість вітру для різних районів Донбасу варіює в межах:

- а) від 4 до 8,5 м/с;
- б) від 18 до 40 м/с;
- в) від 1 до 5 м/с.

19. Пилі бурі в умовах Донбасу викликаються:

- а) південно-східними вітрами;
- б) північно-східними вітрами;
- в) південно-західними вітрами;
- г) північно-західними вітрами.

20. Найбільш стійкими до ерозії в умовах Донбасу є:

- а) чорноземи потужні та звичайні на лесових породах;
- б) чорноземи на щільних породах;
- в) дернові ґрунти.

## РОЗДІЛ 3. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ЕРОДОВАНИХ ҐРУНТІВ

### 3.1. Методи визначення водної ерозії

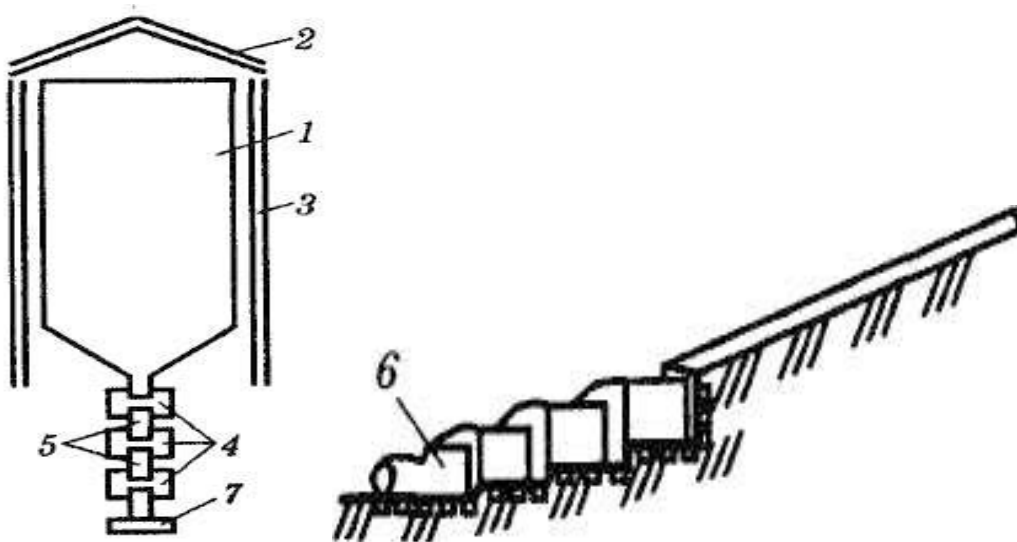
Серед методів кількісного врахування змиву та розмиву ґрунтів використовують:

- метод стокових майданчиків;
- метод визначення обсягу струмкових розмивів;
- метод водозбірних басейнів малої площ.

**Метод стокових майданчиків.** Метод визначення втрат ґрунту від водної ерозії, який отримав широке поширення у всьому світі.

*Стоковий майданчик* – це певна територія ділянки на схилі, що має довжину і ширину та ізольована від іншої частини схилу земляними валами, або дерев'яними чи металевими щитами.

Для обліку твердого стоку (змиву ґрунту) вниз майданчика споруджують відстійники (у яких осідають грубі наноси), водозливи (на яких враховують загальний стік води) і розділювальний лоток, який відводить невелику, визначену частину потоку води із завислими в ній частинками ґрунту у спеціальний приймач (рис. 3.1).



**Рис. 3.1. Стоковий майданчик:**

1 – стоковий майданчик; 2 – направляючі канали; 3 – загороджувальні канали; 4 – відстійники; 5 – водовідливи; 6 – розділювальний лоток; 7 – водозбірна посудина.

Масу змитих часточок визначають шляхом зважування. Для цього відстійники очищають від ґрунту після кожного дощу або танення снігу. Коли відома маса посудини з водою і ґрунтом, маса порожньої посудини, маса посудини з водою і щільність твердої фази ґрунту то різниця між масою абсолютно сухого ґрунту в посудині за відніманням маси води, яка міститься у ґрунті за умови заповнення всіх пор водою, дає кількість змитого ґрунту.

Крім того обчислюють такі показники:

- масу ґрунту, змитого із стокового майданчика;
- загальну масу змитого ґрунту з облікової площі (дорівнює масі ґрунту у відстійниках плюс маса ґрунту, змитого рідким стоком);
- масу ґрунту, змитого з 1 га ріллі.

Розрахунки можна провести також іншим методом. Для цього із загального стоку води з ґрунту відбирають зразок певного об'єму (наприклад, 1 л), фільтрують, а залишок на фільтрі висушують і зважують. Якщо відомий загальний стік води і ґрунту з облікового майданчика, об'єм зразку, взятого для аналізу, а також маса сухого ґрунту в зразку, розраховують і твердий змив.

**Метод визначення обсягу струмкових розмивів.** Розрахунок змиву ґрунту проводять шляхом врахування розмивів, що утворилися після весняного сніготанення або зливових дощів високої інтенсивності на всій площі схилу.

Для цього на ділянках досліджень за допомогою нівеліру або екліметру закладають профілі вздовж схилів під прямим кутом до горизонталей. По профілях виділяють ділянки довжиною 25-100 м та шириною 1 м. Видовжений бік ділянок розташовують вздовж горизонталей. Якщо схил однорідний відстань між ділянками складає 150-200 м, на ділянках з невеликими ухілами відстань зменшується до 50-100 м, а на крутих ділянках та схилах – до 20-25 м. На ділянках лінійкою з позначками визначають з максимальною точністю глибину та ширину розмивів ґрунту, а також кількість переміщеної частини ґрунту. Результати польових спостережень обробляють, визначаючи обсяг змитого (або намитого) ґрунту по кожній ділянці з наступним переведенням в гектари.

Отримані дані відображають у вигляді дробу на плані господарства, шляхом нанесення мережі закладених профілів з результатами змиву (наносу) по ділянках (в чисельнику – глибина розмивів та потужність наносів, в знаменнику – їх ширина). Після об'єднання точок профілів з однаковим зливом ізолініями, виділяють контури ділянок різного ступеня еродованості.



**Рис. 3.2. Загальний вигляд розмивів в місцях концентрації поверхневого стоку (ділянка схилу ДП «ДГ Донецьке», м. Торецьк, Донецька обл., 2016 р.)**

Слід пам'ятати, що даний метод є приблизним, і через це може мати відхилення як у бік збільшення, так і у бік зменшення кількості змитого ґрунту.

**Метод водозбірних басейнів малої площі.** За допомогою даного методу можна розрахувати кількість винесеного з поверхні ґрунту дрібнозему. В цьому методі твердий стік визначається відбором проб ґрунту на помутніння в гирловій частині водозбору. Такий тип досліджень дає усереднені дані для всієї площі водозбору без врахування відкладів на площі вище точки пункту проведення замірювань.

**Метод врахування зростання верхівок ярів.** Даний метод проводять шляхом встановлення постійних реперів, на основі яких роблять повторні вертикальні та горизонтальні зйомки. Після співставлення отриманих матеріалів отриманих в різний час, можливо вирахувати приріст довжини та ширини яру та обсяг винесеного з яру ґрунту. Розвиток ярів визначають за матеріалами супутникової або аерофотозйомки шляхом накладання контурів ярів з якомога більшим інтервалом зйомки. В результаті цього отримують ступінь зростання ярів, та площі, що піддається впливу лінійної ерозії; після визначення змін глибини яру в часі розраховують обсяг ґрунту, винесений водотоками.

Для розрахунку **потенційного змиву ґрунту** внаслідок ерозійних процесів використовують емпіричні моделі (ступеневі залежності модуля змиву від довжини схилу та ухилу із коефіцієнтами, що враховують інші чинники).

Найбільш широко в світі застосовується універсальне рівняння втрат ґрунтів **USLE (Universal Soil Loss Equation)** – універсальне рівняння втрат ґрунту Уїшмеєра-Сміта та його вдосконалений варіант RUSLE. За цим рівнянням для прогнозу ерозії використовують розрахунки середнього за характерними профілями рельєфу змиву:

$$W = RKLSCP, \quad (3.1.)$$

де  $W$  – модуль змиву ґрунту, т/га рік, а множники представляють собою фактори:  $R$  – ерозійної властивості дощів;  $K$  – піддатливості ґрунтів ерозії, т/га рік;  $L$  – довжини схилу;  $S$  – крутизни схилу;  $C$  – рослинності та сівозміни;  $P$  – ефективності протиерозійних заходів.

Тільки перший показник  $K$  даного рівняння має розмірність, інші фактори враховуються як безрозмірні індекси. Більшість сучасних наукових робіт в сфері моделювання присвячено саме вдосконаленню USLE та його інтеграції в сучасні ГІС-технології

Однією з загально вживаних моделей прогнозу втрат ґрунтів на пострадянському просторі є **гідромеханічна модель Ц. Є. Мірцхулави** (після доопрацювання прийнята у якості ДСТУ в Україні у 2016 р.):

$$W = 0,011 \rho \Omega \cdot d \left( \frac{308 k^{0,6} I^{0,6} J^{0,7} m^{1,4} n^{0,6} L^{1,6}}{V_{\Delta\delta on}^2} + \frac{0,000013 v_{\Delta\delta on}^{3,32}}{I \tau i^{1,16} m^{2,32} n} - L \right) \frac{T}{L}, \quad (3.2.)$$

де  $W$  – модуль змиву;  $\rho$  – щільність твердої фази ґрунту;  $\Omega$  – середня частота пульсаційної швидкості;  $d$  – середній діаметр агрегатів;  $k$  – коефіцієнт стоку;  $I$  – середня інтенсивність опадів;  $J$  – ухил;  $m$  – коефіцієнт, що враховує відхилення характеру руху схилового стоку від руху рівного шару води;  $n$  – коефіцієнт шорсткості;  $L$  – довжина ділянки активної ерозії;  $T$  – тривалість випадіння “еродуючої” частини зливи.

Ю. П. Сухановський доповнив модель Ц. Є. Мірцхулави залежністю пульсаційних швидкостей потоків від енергетичних параметрів дощу та потоку.

Г. І. Швєбс для розрахунку модуля змиву ґрунтів запропонував наступну модель:

$$W = a L^{0,5} J^b, \quad (3.3.)$$

де  $W$  – середній модуль змиву;  $a$ ,  $b$  – емпіричні коефіцієнти;  $L$  – довжина схилу;  $J$  – ухил.

У практиці проектування протиерозійних заходів широко також застосовується модель Г. П. Сурмача:

$$W = \frac{k}{10\sqrt{\Delta L}} J^\alpha L^\beta \rho Y^\gamma P_t P_e P_s \quad (3.4.)$$

де  $W$  – середній змив ґрунту;  $k$  – коефіцієнт;  $\Delta L$  – довжина ділянки схилу, на якій визначається змив;  $J$  – ухил цієї ділянки;  $L$  – відстань від вододільної лінії до замикаючого створу;  $\rho$  – параметр, що характеризує ступінь насиченості водного потоку частинками ґрунту;  $Y$  – величина зливого стоку;  $P_t$  – коефіцієнт ерозійної стійкості ґрунтів;  $P_e$  – коефіцієнт впливу ступеня еродованості ґрунтів на їх відносну протиерозійну стійкість;  $P_s$  – коефіцієнт впливу ступеня еродованості ґрунтів на стік зливових і талих вод;  $\alpha = 1,3$ ;  $\beta = 0,5$ ;  $\gamma = 1,1$ .

### 3.2. Методи визначення вітрової ерозії

При вивченні дефляції ґрунтів виникає необхідність обліку об'єму видутих часток і зменшення товщини гумусових горизонтів. Така кількісна характеристика дає можливість оцінки інтенсивності дефляції на різних ґрунтах та агрофонах, а також втрати родючості ґрунтів у результаті виносу поживних речовин разом з дрібноземом.

Для натуральних вимірювань кількості видутого ґрунту застосовують спеціальні прилади, характеристика яких представлена в таблиці 3.1.

Існує багато методів визначення обсягу видування та протидефляційної стійкості. У посібнику ми розглянемо основні з них.

**Метод визначення видутого ґрунту за кількістю дрібнозему, накопиченого в опаді лісосмуг, які розташовані на підвітряному боці полів, з урахуванням площі пилозбору.**

Переміщення дрібнозему відбувається на континентальному, трансграничному, міжрегіональному та локальному рівнях, але в усіх випадках даний процес припускає наявність ділянок або територій емісії пилу, напрямку та швидкості руху повітря і перешкоди на шляху повітряних мас, де відкладається дрібнозем, тобто місця седиментації. Найбільш важливим в даному випадку є локальний рівень переносу дрібнозему, який стосується територій сільськогосподарського призначення. Переміщення дрібнозему в цих випадках відбувається під впливом вітру в приземному шарі атмосфери.

Оскільки полезахисні лісосмуги являються бар'єрами на шляху повітряних мас, то більша частина винесеного з полів дрібнозему відкладається під їх пологом. Акумуляючим субстратом при цьому є лісовий опад. Кожній лісосмузі відповідає та або інша пилозбірна площа з боку дефляційно небезпечних вітрів. На території сільськогосподарських

підприємств України створені системи захисних насаджень, тобто землі сільськогосподарського призначення поділені на окремі ділянки, які в даному випадку і є пилосбірними площами.

Таблиця 3.1.

**Характеристика приладів вимірювання видутого ґрунту**

<b>Назва приладу</b>	<b>Особливості застосування</b>
Пісковловлювач Знаменського	Використовується для уловлення дрібнозему та пилу. Встановлюються на кілках висотою 10, 20, 50 та 100 см над поверхнею на кожному варіанті дослідів. Після вимірювання, пил зважують і далі проводять перерахунок переносу дрібнозему в т/га.
Пиловлловлювач Семенова	Застосовується для вимірів кількості ґрунтових часток, які пересуваються стрибками та волочінням по поверхні ґрунту під впливом повітряного потоку. Установлюють прилад у невеликі ямки на рівні поверхні ґрунту. Після зважування дрібнозему та пилу, який через отвори потрапив до пиловловлювача, проводять перерахунок переносу дрібнозему в т/га.
Польовий ерозіомір О.Г. Зузи	Складається з 5 окремих секцій висотою 10 см кожна і вхідного отвору шириною 1 см, які фіксуються за допомогою штиря та повільно встановлюються між двома боковими стінками, що служать одночасно і флюгаркою. Ґрунтові часточки відкладаються на дно кожної приймальної камери, цей матеріал зважують, потім складають до купи та робиться висновок про загальний винос ґрунтових часток, або про диференціацію їх за висотою через кожні 10 см.
Пастки часточок ґрунту	Використовуються у вигляді кюветів, ящиків, циліндрів тощо. Розміри – в залежності від виїмки, в яку розміщують пристрій. Вловлений за фіксований час через отвори з заданими розмірами дрібнозем та пил зважується і перераховується в т/га.

Для визначення кількості винесеного з полів дрібнозему можна використовувати систему лісових насаджень як систему контрольних створів. У кожному створі періодично виконується відбір зразків лісового опаду не менше як у п'яти повтореннях, розмірами не менш ніж 25×25 см. Далі із зразків лісового опаду відмивається твердий осад, який спочатку перераховується на одиницю площі, а потім на всю площу лісосмуги. Витрати



ґрунту від дефляції з прилеглого боку шкідливих вітрів поля розраховують за формулою (3.5.):

$$B = \frac{d \cdot S_d}{S_n}, \quad (3.5.)$$

де – втрати дрібнозему з поля, т/га;  $d$  – відкладення дрібнозему на одиницю площі в лісосмузі, т/га;  $S_d$  – площа лісосмуги, га;  $S_n$  – площа лісосмугового простору, га.

В залежності від мети досліджень, відбір зразків виконується у різні терміни. Для визначення кількості перенесеного з поля дрібнозему в зимово-весняний період виконується відбір зразків осіннього опаду у квітні-травні наступного року. При визначенні кількості перенесеного дрібнозему за вегетаційний період, відбір зразків виконується на початку і в кінці вегетаційного періоду. За різницею між даними кількості твердого осаду в указаних строках визначають кількість винесеного з поля дрібнозему за цей період. В старих насадженнях можна визначити відкладення пилу в лісовому опаді за багаторічний період. Для цього необхідно визначити вік лісового опаду будь-яким із існуючих методів з використанням високоточних приборів.

**Визначення глибини видування ґрунту за складовою гравію у його верхньому шарі та на поверхні.** Соболевим С.С. запропоновано на щебенистих ґрунтах визначати співвідношення щебеню на поверхні ґрунту (середню кількість на площі розміром в  $1 \text{ м}^2$ ) і орному шарі (середня кількість перерахована на  $1 \text{ м}^3$ ). Пізніше цей метод було доповнено М.Й. Долгілевичем для гравійних ґрунтів. Розрахунки глибини видування ґрунту проводять за формулою 3.6.:

$$H = 0,021 \frac{P_1}{P} \quad (3.6.)$$

де  $H$  – глибина видування ґрунту, см;  $P_1$  – вага щебеню і гальки з дослідної ділянки, що дорівнює  $0,25 \text{ м}^2$ ;  $P$  – вага щебеню і гальки в об'ємі ґрунтового бура висотою 4 см; 0,021 – величина, постійна для бура.

Застосування цієї методики можливе на ґрунтах, що мають у своєму складі гравій (1-3 мм) і гальку. Давдаріані О.С. запропонував внести поправку на дію ґрунтообробних механізмів (що переміщуються), яка встановлюється із співвідношення складу щебеню на поверхні і в орному шарі на ділянках, що не були дефльованими.

**Метод "шпильок".** Балаян Г.О. та Роменський Л.Г. запропонували метод шпильок для врахування видутого та змитого ґрунту. На металеву палицю довжиною 8 см і товщиною 1-2 см наносять сантиметрові і міліметрові мітки. Палицю заглиблюють у ґрунт до нульової відмітки.

Періодична перевірка її заглиблення через відповідний проміжок часу показує кількість видутого або навіяного шару ґрунту.

Метод "шпильок" поряд з позитивними сторонами має і цілий ряд недоліків. Перш за все, це невелика точність визначення глибини видування. Підготовка шпильок, їх установка і сам процес вимірювання досить складний. При визначенні даних виникають труднощі у точному вимірюванні наносу або виносу ґрунту, досліднику при цьому необхідно буквально лягати на землю. Шпильки важко використати у періоди почергового замерзання і розтавання ґрунту, бо у такому разі вони можуть випирати, що відзначиться на похибках дослідницьких результатів.

**Метод реперів.** Використовують здебільшого для визначення змитого й намитого матеріалу при дослідженні водної ерозії. Репери у вигляді круглих сталевих та залізних прутів (1,5-2 м довжиною) можуть бути використані також для визначення зносу та наносу ґрунту дефляційними процесами. Така форма реперів (сталених прутів) не дуже сильно порушує аеродинамічні властивості вітро-піщаного потоку.

**Ґрунтово-геоморфологічний метод.** Це один з найбільш відомих географічних методів, який широко використовується багатьма фахівцями. Застосовується нівелір технічний і нівелір глухий різних типів. На середньо- і сильнодефльованих ґрунтах наближені значення видування ґрунтів можна одержати на дослідницьких ділянках шляхом закладення ґрунтово-геоморфологічних профілів. Точність цього методу невисока. Він може бути використаний в експедиційних дослідженнях на середньо- і сильнодефльованих ґрунтах, в умовах горбисто-улоговинного або горбисто-хвилястого рельєфу. До цього методу відносяться також закладення ґрунтових розрізів, прикопок у цілях визначення морфологічних ознак. Детальний опис нівелювання розкрито у роботах Бочарова О.П.

**Визначення глибини видування ґрунту за об'ємом відкладеного вітрового наносу.** Бельгібаєв М.Є. у 1970 р. запропонував формулу, за якою можна визначити глибину видування при наявності відкладень вітрового наносу:

$$h = \frac{V}{S}, \quad (3.7.)$$

де  $h$  – глибина видутого ґрунту, м;  $V$  – об'єм вітрового наносу, м<sup>3</sup>;  $S$  – площа пілозбору, звідки видуто вітровий нанос, м<sup>2</sup>.

Одержані таким шляхом величини глибини видування ґрунту будуть дещо занижені, через те, що не враховуються дрібнозем, який виноситься за межі дослідних полів вертикальними градієнтами швидкості вітру. Тому глибину видування ґрунту точніше можна визначити за формулою 3.8.:

$$h = \frac{V \cdot K}{S}, \quad (3.8.)$$

де  $K > 1$  і визначає кількість винесеної пилуватої фракції. Для важких ґрунтів значення коефіцієнта  $K$  буде значно більшим, ніж для легких.

**Визначення глибини видування ґрунтів за ступенем їх опіщання.** На легких ґрунтах (легкосуглинкових, супіщаних, рідше піщаних) при інтенсивному та багаторічному прояві дефляції відмічається процес їх опіщання.

Вперше процес опіщання внаслідок селективного видування ґрунтів був описаний А. Г. Гаелем у 1960 р. При цьому формується вітровий елювій, який може включати камені, гравій та крупний пісок (за класифікацією Н.А. Качинського). Ступінь опіщання легких ґрунтів можна визначити шляхом порівняння даних механічного складу ґрунту за різні роки. Припустимо, що темно-каштанові супіщані ґрунти в цілинному стані мали вміст фізичної глини 19 %. Після залучення їх до обробітку та розвитку дефляційних процесів вміст фізичної глини зменшився до 12 % в результаті опіщання.

Об'єм видутого шару ґрунту при опіщанні можна визначити за формулою 3.9.:

$$V_1 = V_2 \frac{a-b}{100}, \quad (3.9.)$$

де  $V_1$  – об'єм видутого шару ґрунту,  $\text{см}^3$ ;  $V_2$  – об'єм розрахункового шару ґрунту визначеної грубизни на площі  $1 \text{ м}^2$ ,  $\text{см}^3$ ;  $a$  – вміст фізичної глини у вихідному ґрунті (контроль), % ;  $b$  – вміст фізичної глини після прояву дефляції, %.

**Визначення глибини видування ґрунтів за оголенням коренів рослин.** Здавна дерева з оголеними коренями називали "ходячими". Випадки оголення кореневої системи можна спостерігати на узбережжі рік, озер, уздовж ярів і балок. Оголення кореневої шийки відбувається і в трав'янистих рослин у результаті інтенсивного видування ґрунту. При цьому часто засікаються і самі рослини у період їх вегетації. У місцях знаходження кореневої шийки рослин від поверхні можна виміряти винос або нанос ґрунту.

Характер пошкоджень сільськогосподарських рослин визначається шляхом огляду об'єктів. При цьому виділяються ділянки, де рослини не пошкоджено, засічено, видуто і засипано.

Серед складних універсальних моделей прогнозу дефляційних процесів, які набули поширення не лише в межах однієї країни, слід виділити рівняння вітрової ерозії (**WEQ – Wind Erosion Equation**), пізніше оновлена версія **RWEQ (Revised Wind Erosion Equation)**, яке було розроблено Міністерством сільського господарства Сполучених Штатів Америки.

На зміну рівнянню **WEQ** прийшли більш ускладнена багатофакторна модель **WEPS (Wind Erosion Prediction System)** – Система прогнозування вітрової ерозії (модулі моделі були представлені такими факторами: «Погодні

умови» (Weather), «Гідрологія» (Hydrology), «Ґрунт» (Soil), «Рослинність» (Crop), «Розкладання Рослинних Решток» (Residue Decomposition), «Агротехнічні заходи» (Management) та «Ерозія» (Erosion)) та комплексна модель – **WEELS (Wind Erosion on European Light Soils, 1999)**, що базувалася на фізичних спостереженнях за змінами поверхневого шару ґрунтів легкого гранулометричного складу, що зазнають дефляції.

Дані, які застосовуються за різні проміжки часу з урахуванням особливостей культур у сівознах – отримано за рахунок ГІС знімків упродовж дефляційно небезпечних періодів та можливо в подальшому використовувати в імітаційних моделях.

Інтенсивність видування ґрунту залежно від швидкості пилоповітряного потоку та інших кількісних параметрів, можна визначити за рівнянням Бочарова та Шиятого в модифікації ННЦ ІГА імені Соколовського, де вихідним параметром для розрахунків втрат ґрунту є величина потенційно-можливих втрат  $E_p$ , т/га, яку визначають за запропонованою формулою:

$$E_p = 10^{a-bK-cS} \times 0,1, \quad (3.10.)$$

де  $K$  – грудкуватість верхнього шару ґрунту (уміст агрегатів понад 1 мм у діаметрі, % до загальної маси ґрунту);  $S$  – кількість рослинних залишків на поверхні ґрунту, приведених у стандартну довжину, шт/м<sup>2</sup>;  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – коефіцієнти регресії визначені експериментально, які залежать від генетичних особливостей ґрунту, виду і положення рослинних решток.

### **3.3. Дистанційні методи виявлення та моніторингу ерозійних процесів**

В основі використання методів дистанційного моніторингу (ДЗ) для визначення *ступеню еродованості ґрунтів* та *інтенсивності ерозії* лежить сильний вплив ерозійних процесів на оптичні властивості ґрунтів.

Ерозія призводить до втрат ґрунтами гумусу та глинистих фракцій гранулометричного складу, що суттєво підвищує яскравість ґрунтів. До того ж, це явище посилюється тим, що за великого ступеню еродованості, підвищується ймовірність виходу при оранці на денну поверхню більш світлих (як правило) перехідних горизонтів, а при дуже сильному прояві ерозійних процесів – навіть материнської породи.

В залежності від величини змитої частини ґрунту виділяють слабо-, середньо- та сильнозмиті ґрунти. Як правило (за рідкими виключеннями), кожен більш високий ступінь змитості буде характеризуватися більш світлим забарвленням. В наукових працях Швєбса Г. І. у 1981 р. наводиться приклад залежності оптичних властивостей чорноземів від ступеню змитості (табл. 3.2.).

Таблиця 3.2.

**Оптичні властивості чорноземів в залежності від ступеню змитості  
(за Г. І. Швобсом, 1981 р.)**

Категорія	Ступінь еродованості	Забарвлення поверхневого шару ґрунту
1	Слабка	Слабко-освітлене
2	Середня	Освітлене
3	Сильна	Світле

Характеристику кольорових ознак еродованих ґрунтів в залежності від ступеню змитості, запропоновану Соболевим С. С., відображено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3.

**Кольорові ознаки ґрунтів різного ступеню еродованості**

Ґрунти	Кольорові ознаки орного шару ґрунтів			
	Слабозмитих	Середньо-змитих	Сильнозмитих	Дуже сильнозмитих
Чорноземи та каштанові	Не відрізняються від незмитих	Буруватий відтінок	Буре забарвлення	Буре забарвлення
Солонцюваті чорноземи, солонцюваті каштанові та бурі	Блідувато-буре забарвлення стрічкоподібної форми	Буруватий відтінок	Буре забарвлення	Світло-сіре та біле забарвлення

Як видно з таблиці, у більшості випадків збільшення ступеню змитості відповідає переходу від одного забарвлення до іншого, як правило, від більш темного до більш світлого. Отже, ступінь прояву ерозійних процесів та явищ сильно впливає на кольорові властивості ґрунтів, завдяки чому існує принципова можливість розпізнавання ґрунтів різного ступеню еродованості за аерокосмічними матеріалами.

За кольоровими (або псевдокольоровими) зображеннями ґрунтового покриву, отриманими внаслідок поєднання аеро- або космічних зображень, виконаних в різних діапазонах спектру можна діагностувати ступінь прояву ерозії шляхом візуальної інтерпретації. Ефективність такої інтерпретації залежить від обраних діапазонів спектру. Такий метод забезпечує досить точні результати в тих місцеположеннях, де ерозійні процеси є настільки розвинутими, щоб розрізнятися за тоном, формою та текстурою на псевдокольорових зображеннях. Псевдокольорові особливості еродованих (а також і засолених) ґрунтів представлено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4.

**Спектральні особливості еродованих ґрунтів  
(за Петерсоном, 1998 р.)**

Деградаційний процес	Слабка інтенсивність прояву	Середня інтенсивність прояву	Сильна інтенсивність прояву
Ерозія	Палево-коричневі за тоном ареали	Світло-палеві ареали	Світло-коричневі ареали з включеннями сірих стрічок
Ерозія та засолення	Світло-коричневі ареали з червоними включеннями	Світло-коричневі ареали з білими крапленнями	Світло-сірі та білі ареали з великою кількістю стрічок

Треба зазначити, що дистанційне діагностування еродованих ґрунтів хоча і спирається на кольорові (псевдокольорові) ознаки останніх, як це видно з приведених класифікацій, але може виконуватися і за дистанційними матеріалами в окремих діапазонах, а також за матеріалами панхроматичної зйомки, бо різне забарвлення орного шару передається на чорно-білих знімках через різницю в тональності зображення (через показник яскравості або подібні показники).

**Загальний алгоритм дистанційного визначення стану еродованості ґрунтів на певній території.** Першим кроком є польове визначення та подальше лабораторне уточнення ступеню еродованості ґрунтів (для цього обираються ґрунти в характерних місцезонах в кількості, достатній для коректного проведення математико-статистичних процедур). Другим кроком є визначення спектральних характеристик цих ґрунтів (це може бути як прямий показник яскравості, так і показники варіабельності оптичних ознак або криві відбивання). Третім кроком є співставлення спектральних даних зі ступенем еродованості ґрунтів та пошук математично виражених зв'язків між ними. На четвертому кроці отриманий математичний вираз (або схема) використовується для визначення ступеню еродованості всіх ґрунтів території за спектральними ознаками (цей математичний вираз буде чинним лише в межах даної території або в межах територій з подібними ґрунтами).

Якщо ж для даної території вже існує апробована модель залежності між спектральними характеристиками ґрунтів та ступенем їх еродованості, то визначення останнього полягає лише у підстановці спектральних даних у цю

модель та отримання рішення, яке інтерпретується згідно із встановленими відповідностями.

### 3.4. Класифікація та діагностика еродованих земель

Класифікацію та діагностику еродованих ґрунтів в польових умовах проводять шляхом порівняння з контролем морфологічних ознак орного шару і ґрунтового профілю, які об'єктивно відображають властивості еродованих ґрунтів і, отже, рівень їх родючості. Відповідно до класифікації ґрунти схильні до площинної водної ерозії, підрозділяють на слабо-, середньо- та сільнозмиті. З урахуванням цієї класифікації:

#### *Чорноземні ґрунти*

**Слабозмиті** – горизонт А змитий на 30%; орний шар не відрізняється за кольором від незмитих ґрунтів; на поверхні ґрунту дрібні промоїни.

**Середньозмиті** – горизонт А змитий більш ніж наполовину; орний шар має бурий відтінок.

**Сильнозмиті** – змитий повністю горизонт А і частково В1; орний шар має бурий відтінок або бурий колір, характеризується брилистістю і схильністю утворювати кірку.

#### *Каштанові ґрунти*

**Слабозмиті** – змито до 30% початкової потужності гумусових горизонтів А + В1; в ріллю залучається верхня частина горизонту В1.

**Середньозмиті** – змито 30-50% потужності горизонтів А + В1; при оранці значна частина або весь горизонт В1 втягується в орний шар.

**Сильнозмиті** – змита велика частина гумусового шару; розчиняється горизонт В2; колір ріллі наближається до кольору материнської породи.

#### *Сіроземи*

За ступенем еродованості орних ґрунтів зі сталою глибиною їх оранки не менше 25 см і потужністю гумусових горизонтів до 40 см.

**Слабозмиті** – змито не більше половини горизонту А.

**Середньозмиті** – змито більш ніж наполовину або повністю гумусовий шар; розчиняється горизонт В2.

**Сильнозмиті** – змито частково або повністю горизонт Вк; розчиняється нижня частина Вк або верхня частина горизонту С.

У результаті дії ерозії утворюються еродовані та намиті (нанесені) ґрунти, які мають змінені властивості та ознаки, потребують додаткового обліку та оцінки поточного стану. Так, в еродованих ґрунтах зазвичай відсутня частина генетичного профілю, що в свою чергу зменшує вміст гумусу, знижує рівень родючості та погіршує його екологічні функції.

На думку Булигіна С. Ю., ерозія зумовлює деградацію ґрунтів і негативно впливає на більшість показників ґрунту шляхом: зменшення

водотривкості, зниження загальної шпаруватості, збільшення рівноважної щільності, погіршення водно-фізичних показників, зменшення водопроникності та умісту біофільних елементів.

Відповідно до ступеня еродованості ріллі зменшується й врожайність культур. Наприклад на слабоеродованих – на 20%, середньозмитих – на 60%, сильнозмитих – на 80%. Відповідно до типу кожної культури теж існує різниця у втраті врожайності. Наприклад, технічна просапна культура (цукровий буряк) порівняно з культурою суцільного посіву (ярий ячмінь) може мати в 3-4 рази більші втрати.

Через той факт, що на еродованих ґрунтах відсутня частина найбільш родючого поверхневого шару ґрунту, саме нестача поживних речовин та гумусу виступає основним лімітуючим фактором. Також, за даними Булигіна С. Ю., на еродованих ґрунтах підвищується коефіцієнт гуміфікації, а тому внесений гній доцільно розглядати не лише як добриво, але й як меліорант для відновлення їх родючості в майбутньому.

Показники родючості ґрунту в результаті дії вітрової ерозії також знижуються, як і кількість агрономічно цінних пилюватих та мулистих фракцій. Найбільш суттєві зміни у хімічному складі під дією дефляції спостерігаються на легких за гранулометричним складом ґрунтах: зниження вмісту гумусу, азоту, валового та рухомого калію, водорозчинного фосфору, збільшення кількості піщаної фракції.

До основних заходів, спрямованих на контроль та попередження дефляційних процесів, належать технологічні операції із створення мікрорельєфу, що знижує швидкість вітру в приземному шарі. Практикується залишення поукісних рослинних решток, висадження кулісних культур або культур суцільного посіву для закриття поверхні від дії вітру або зміна сільськогосподарського призначення ділянки на більш заощадливе (пасовища, сіножаті, рекреаційний фонд тощо).

### ***Питання для самоконтролю:***

1. Опишіть процес визначення змиву ґрунту методом стокових майданчиків.
2. Від яких основних характеристик залежить величина виносу ґрунту при водній (вітровій) ерозії?
3. Які Ви знаєте моделі визначення потенційного виносу ґрунту внаслідок ерозійних процесів?
4. В чому полягає суть дистанційних методів визначення ступеню еродованості ґрунтів та інтенсивності ерозії?
5. Назвіть прилади вимірювання величини винесеного ґрунту при ерозії.
6. Наведіть класифікацію еродованих ґрунтів.



## Перелік тестових завдань:

1. Серед методів кількісного врахування змиву та розмиву ґрунтів використовують:

- а) метод стокових майданчиків;
- б) метод визначення обсягу струмкових розмивів;
- в) метод водозбірних басейнів малої площі;
- г) всі відповіді правильні.

2. Метод визначення обсягу струмкових розмивів є:

- а) найбільш точним;
- б) приблизним;
- в) немає правильної відповіді.

3. Найбільш широко в світі застосовується універсальне рівняння визначення втрат ґрунтів:

- а) USLE (Universal Soil Loss Equation);
- б) гідромеханічна модель Ц. Є. Мірцхулави;
- в) модель Ю. П. Сухановського
- г) немає правильної відповіді

4. Пісковловлювач Знаменського:

а) встановлюють на кілках висотою 10, 20, 50 та 100 см над поверхнею на кожному варіанті дослідів;

б) встановлюють у невеликі ямки на рівні поверхні ґрунту;

в) складається з 5 окремих секцій висотою 10 см кожна і вхідного отвору шириною 1 см;

г) використовують у вигляді кюветів, ящиків, циліндрів.

5. Пиловловлювач Семенова:

а) встановлюють на кілках висотою 10, 20, 50 та 100 см над поверхнею на кожному варіанті дослідів;

б) встановлюють у невеликі ямки на рівні поверхні ґрунту;

в) складається з 5 окремих секцій висотою 10 см кожна і вхідного отвору шириною 1 см;

г) використовують у вигляді кюветів, ящиків, циліндрів.

6. Польовий ерозіомір О.Г. Зузи:

а) встановлюють на кілках висотою 10, 20, 50 та 100 см над поверхнею на кожному варіанті дослідів;

б) встановлюють у невеликі ямки на рівні поверхні ґрунту;

в) складається з 5 окремих секцій висотою 10 см кожна і вхідного отвору шириною 1 см;

г) використовують у вигляді кюветів, ящиків, циліндрів.

7. Пастки часточок ґрунту:

а) встановлюють на кілках висотою 10, 20, 50 та 100 см над поверхнею на кожному варіанті досліду;

б) встановлюють у невеликі ямки на рівні поверхні ґрунту;

в) складається з 5 окремих секцій висотою 10 см кожна і вхідного отвору шириною 1 см;

г) використовують у вигляді кюветів, ящиків, циліндрів.

8. Для визначення кількості винесеного з полів дрібнозему відбір зразків лісового опаду виконується:

а) не менше як у п'яти повтореннях;

б) не менше як у трьох повтореннях;

в) не менше як у двох повтореннях.

9. Визначення глибини видування ґрунту за складовою гравію у його верхньому шарі та на поверхні запропонував:

а) Соколов С.С.;

б) Балаян Г.О. та Роменський Л.Г.;

в) Бельгібаєв М.Є.

10. Метод "шпильок" запропонував:

а) Соколов С.С.;

б) Балаян Г.О. та Роменський Л.Г.;

в) Бельгібаєв М.Є.

11. Визначення глибини видування ґрунту за об'ємом відкладеного вітрового наносу:

а) Соколов С.С.;

б) Балаян Г.О. та Роменський Л.Г.;

в) Бельгібаєв М.Є.

12. В основі використання методів дистанційного моніторингу (ДЗ) для визначення ступеню еродованості ґрунтів та інтенсивності ерозії лежить:

а) сильний вплив ерозійних процесів на оптичні властивості ґрунтів;

б) сильний вплив ерозійних процесів на агрохімічні властивості ґрунтів;

в) сильний вплив ерозійних процесів на агрофізичні властивості ґрунтів;

г) сильний вплив ерозійних процесів на біологічні властивості ґрунтів.

13. Слабозмиті чорноземні ґрунти мають наступні характеристики:

а) горизонт А змитий на 30%; орний шар не відрізняється за кольором від незмитих ґрунтів; на поверхні ґрунту дрібні промоїни.

б) горизонт А змитий більш ніж наполовину; орний шар має бурий відтінок.

в) змитий повністю горизонт А і частково В1; орний шар має бурий відтінок або бурий колір, характеризується брилистістю і схильністю утворювати кірку.

14. Средньозмиті чорноземні ґрунти мають наступні характеристики:

а) горизонт А змитий на 30%; орний шар не відрізняється за кольором від незмитих ґрунтів; на поверхні ґрунту дрібні промоїни.

б) горизонт А змитий більш ніж наполовину; орний шар має бурий відтінок.

в) змитий повністю горизонт А і частково В1; орний шар має бурий відтінок або бурий колір, характеризується брилистістю і схильністю утворювати кірку.

15. Сильнозмиті чорноземні ґрунти мають наступні характеристики:

а) горизонт А змитий на 30%; орний шар не відрізняється за кольором від незмитих ґрунтів; на поверхні ґрунту дрібні промоїни.

б) горизонт А змитий більш ніж наполовину; орний шар має бурий відтінок.

в) змитий повністю горизонт А і частково В1; орний шар має бурий відтінок або бурий колір, характеризується брилистістю і схильністю утворювати кірку.

## РОЗДІЛ 4. КОМПЛЕКС ЗАХОДІВ ПО БОРотьБІ З ЕРОЗІЄЮ ҐРУНТІВ

**Заходи по боротьбі з ерозією поділяються на** організаційно-господарські, агротехнічні та агро меліоративні, лісомеліоративні, гідромеліоративні та гідротехнічні.

### **4.1. Організаційно-господарські заходи та протиерозійна організація території**

**Організаційно-господарські заходи** передбачають створення умов для запобігання і припинення ерозійних процесів, раціонального використання земель і підвищення родючості ґрунтів.

Заходи цієї групи включають в себе:

- правильний вибір напрямку ведення сільського господарства і сівозмін, розробка структур площ під заліснення або під культури і схеми ґрунтозахисних сівозмін;
- внутрішньогосподарське землевпорядкування з урахуванням передбачуваних заходів по боротьбі з ерозією ґрунтів;
- раціональне розміщення і будівництво дорожньої мережі, кордонів для зручності проведення протиерозійних меліоративних заходів;
- правильне планування та організація території селищ і земель, що їх оточують, а також інфраструктурних об'єктів (господарських територій, місць випасу і т.д.).
- розміщення полів довгою стороною вздовж горизонталей місцевості.

**Протиерозійна організація території.** Від протиерозійної організації території залежить ефективність усіх інших заходів захисту ґрунтів від ерозії. Головне її завдання – раціональне розміщення агропромислового виробництва на земельному масиві господарства з органічним поєднанням з природними умовами і характером використання кожної земельної ділянки.

З метою протиерозійної організації землекористування виділяють технологічні групи земель (I-II-III; за даними УкрНДІ землеробства і УкрНДІ захисту ґрунтів від ерозії) (табл. 4.1.).

**Перша технологічна група** включає в себе рівнинні землі, а також схили крутістю до 3°. Сюди належать усі орні землі, технологічно придатні для вирощування просапних культур (у тому числі буряків) уперек схилу. Тут впроваджують інтенсивні польові сівозміни з максимальним насиченням просапними культурами: цукрові буряки – 25-30%, кукурудза на зерно – до 20 %, горох – 15-20%.

Таким чином, на рівнинній частині землекористування, згідно з рекомендаціями Інституту землеробства УААН, концентрують усі просапні культури та посіви озимої пшениці, вирощуваної за інтенсивною технологією з обов'язковими технологічними коліями вперек схилів або контурно.

Розміщення колії навіть на незначних схилах уздовж призведе до різкого посилення розмиву ґрунту, втрат елементів живлення, замулювання водойм.

Таблиця 4.1.

### Еколого-технологічні групи земель

Еколого технологічна група	Характеристика земель	Особливості проведення протиерозійних заходів
<b>Перша група</b>	Землі розташовані на рівнинах і схилах крутістю до 3°, характер рельєфу і якісний стан ґрунтового покриву яких дає змогу вирощувати всі види культур.	Поздовжні сторони полів і лісосмуги розміщують впоперек схилів. Заходи проти вітрової ерозії посилюються ґрунтозахисним обробітком, посівом куліс упоперек основного напрямку панівних вітрів. На парах проектують буферні смуги, а впоперек основного напрямку панівних вітрів, які співпадають з напрямком схилу, висівають куліси.
<b>Друга група</b>	Включає землі, які розташовані на схилах від 3 до 5° з слабо - і середньозмитими ґрунтами.	Розміщують ґрунтозахисні сівозміни з використанням культур, що мають високу ґрунтозахисну здатність. Розміщувати пари і просапні культури недоцільно.
<b>Третя група</b>	Належать землі на схилах крутістю понад 5°, а також з малорозвиненими ґрунтами на елювії твердих порід, піску, з малоеродованими, але низькопродуктивними ґрунтами.	Повністю виводять з обробітку з наступним залуженням або залісенням.

Висока концентрація в першій технологічній групі земель просапних культур потребує коригування системи застосування органічних добрив. Для компенсації втрат органічної речовини внаслідок високих темпів її

мінералізації в зерно-паро-просапних сівозмінах варто рекомендовані зональні норми органічних добрив збільшувати на 40-50%, при потребі – за рахунок зменшення їх у ґрунтозахисних сівозмінах, де баланс органічної речовини регулюється наявністю двох-трьох полів багаторічних трав.

До **другої технологічної групи** належать оброблювані землі на схилах крутістю від 3 до 7°. Тут розміщують інтенсивні зерно-трав'яні сівозміни:

1. 1-2 – багаторічні трави; 3 – озима пшениця; 4 – озиме жито; 5 – ячмінь з підсівом багаторічних трав.

2. 1-3 – багаторічні трави; 4 – озима пшениця; 5 – озиме жито, післяжнивні; 6 – ячмінь з підсівом багаторічних трав.

3. 1-2 – багаторічні трави; 3 – озима пшениця; 4 – озиме жито на зелений корм, післяукісні звичайної рядкової сівби; 5 – ячмінь з підсівом багаторічних трав.

Частка багаторічних трав тут, залежно від структури посівних площ, може досягати 40-50% загальної площі групи.

**Третя технологічна група** представлена землями на схилах крутизною понад 7°, де важко проводити навіть найпростіші технологічні операції впоперек схилу. Тут проводять постійне залуження з коротким польовим періодом:

1. 1-4 – багаторічні трави; 5 – озимі з підсівом трав.

2. 1-3 – багаторічні трави; 4 – озимі з підсівом буркуну; 5 – буркун; 6 – озимі з підсівом багаторічних трав.

Для більш кваліфікованої та успішної боротьби з ерозією ґрунтів виділяють три класи (А, Б, В), а в їх межах дев'ять категорій (I-IX) земель (за С. С. Соболевим) (табл. 4.2.).

Таблиця 4.2.

**Класи, категорії земель та їх характеристика**

Категорія	Характеристика	Особливості використання
<b>Клас А – орні землі, рілля</b>		
<b>I</b>	Землі, що не піддаються дії водної та вітрової ерозії. Рівні площі з ухилом до 1°. Стікання дощових опадів не викликає ерозії вниз по схилу.	Розміщують польові сівозміни з обов'язковим їх захистом лісосмугами.
<b>II</b>	Ерозія виражена слабо. Стікання становить загрозу для ділянок внизу схилу. Відносяться ділянки біля водорозділів крутизною 1-3°.	Використовують під польові сівозміни з проведенням агротехнічних та лісомеліоративних заходів.

<b>III</b>	Землі відносяться до середнього ступеню прояву ерозії на схилах 3-4°. Поверхня слабкорозчленована улоговинами та промоїнами. Ерозія викликається стіканням води з земель вище по схилу.	Використовують в польовій ґрунтозахисній сівозміні із застосуванням агротехнічних та лісомеліоративних заходів.
<b>IV</b>	Спостерігається сильна ерозія на схилах 4-6°. Поверхня схилів чітко розчленована улоговинами та промоїнами.	Використовують протиерозійну організацію території у вигляді смугового розташування культур та агротехнічних, лісомеліоративних, гідротехнічних заходів. Використовують під сади та виноградники.
<b>Клас Б – землі, придатні для обмеженого обробітку</b>		
<b>V</b>	Землі, на яких спостерігається сильна ерозія, непридатні для систематичного вирощування польових с.-г. культур. До даних земель відносяться пасовища та сінокоси, а також сильно еродована рілля з обмеженим використанням.	Землі відводять під кормові ґрунтозахисні сівозміни та залужують.
<b>Клас В – землі, не придатні для обробітку, зайняті яружно-балковою мережею</b>		
<b>VI</b>	Схили та днища балок.	Використовують під сінокоси та нормований випас худоби з покращенням стану поверхні.
<b>VII</b>	Круті схили балок.	Використовують під нормований випас худоби застосовуючи заходи з покращення поверхні.
<b>VIII</b>	Ділянки непридатні для землеробства, сінокосів та випасу.	Використовують для лісорозведення та садів.
<b>IX</b>	Землі непридатні для землеробства, сінокосів, випасу та лісорозведення (обриви, каменясті та селеві зсуви і т.д.).	

Завдяки диференціації земельного фонду частину посівів культур, які здатні запобігати ерозії, з рівнинної частини землекористування переносять на схили, що дає змогу виключити розміщення просапних на схилах, оскільки для них звільняється площа на землях першої технологічної групи.

Зрозуміло, що для забезпечення їх високої продуктивності треба піднести на відповідний рівень усі фактори росту й розвитку рослин. Зокрема, щоб підтримати додатній баланс гумусу, високу біологічну активність ґрунту, оптимізувати його агрофізичні показники, тут потрібно вносити не менш як 18-20 т/га органічних добрив. Необхідно забезпечити також бездефіцитний баланс основних поживних речовин і оптимальну реакцію ґрунтового розчину.

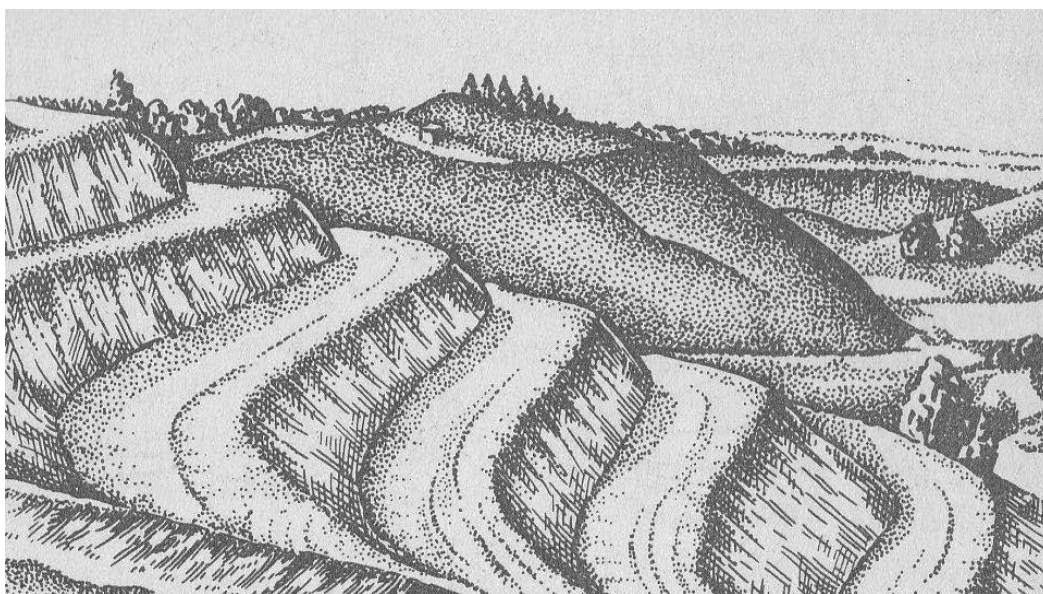
Сильноеродовані розмиті ґрунти на крутих схилах балок треба використовувати під постійне залуження бобово-злаковими сумішками з періодичною їх заміною смуговим перезалуженням багаторічними травами.

Таким саме способом проводять і переведення ярів в балки. Для цього необхідно досягти утворення профілю рівноваги та забезпечити залуження схилів трав'янистою рослинністю. При цьому більш круті схили можуть загортатися бульдозерною технікою в середину яру. Після цього ґрунт, переміщений на дно яру вкривають більш родючим гумусованим шаром, який знаходиться ближче до верхівки яру та засівають багаторічними травами з потужною кореневою системою. Бровки та верхні частини залужених ярів засаджують чагарниковою та деревною рослинністю.

Схили крутістю понад 20° терасують утворюючи траншейні та східчасті тераси (рис. 4.1.).

*Траншейні тераси* – тераси, які складаються з двох елементів – канав та нагорнутих земляних валів з ґрунту, викопаного у канавах.

*Східчасті тераси* – тераси, які складаються з плоских сходів шириною 2-4 м і один бік яких врізається у схил, а другий утворюється за рахунок насипу із зрізаного ґрунту.



**Рис. 4.1. Приклад терасування схилів**



Після терасування схили використовують під плодові та лікарські деревні насадження: горіх, обліпиху, чорноплідну горобину, калину, липу. Організація території при цьому ґрунтується на контурних межах між технологічними групами земель, за якими проектується водорегулювальні лісосмуги, посилені найпростішими гідротехнічними спорудами (канави в нижньому міжрядді і вал або вал-дорога внизу узлісся – рубежі першого порядку).

При визначенні меж технологічних груп (категорій) земель враховують, що суворо по горизонталях лінію переходу однієї групи в іншу проводити не завжди доцільно через складну їх конфігурацію. Тому слід дотримуватись основного напрямку горизонталей з випрямленням лінії переходу по улоговинах. При цьому ділянки, що складаються з більш як 30 % площ гіршої групи, виділяють у групу земель менш інтенсивного використання.

Зв'язок у системі еколого-технологічних груп земель здійснюється на основі добре зафіксованих контурних рубежів між групами земель, найчастіше за допомогою водорегулюючих валів і лісосмуг. Виконуючи свою основну функцію безпечного відведення незатриманої у середині полів агротехнічними заходами частини стікаючої води в залужені водотоки, вони є спрямовуючими лініями для контурного виконання окремих технологічних організацій, і насамперед, основного обробітку та сівби сільськогосподарських культур. По межах між першою і другою, а в окремих випадках – між другою і третьою технологічними групами земель, установлюють лінійні рубежі у вигляді вала-дороги, водорегулювального валу, валу-тераси, лісосмуги, валу-канави в поєднанні з лісосмугою.

Лінійні рубежі розміщують з максимальним наближенням до напрямку горизонталей. На багатоскатних і сильно хвилястих схилах, а також при пересіченні улоговин і мікрознижень лінійні рубежі доцільно розміщувати так, щоб радіуси повороту на землях першої технологічної групи не перевищували 60 м, другої – 30 м і третьої – 15 м.

Протяжність ліній рубежу вздовж схилу залежить від його крутості, типу ґрунтів і господарського використання ділянки. У зв'язку з тим, що при чергуванні культур у сівозміні в полях періодично розміщують культури з різною ґрунтозахисною здатністю, допустиму довжину ліній току визначають за найбільш небезпечною в ерозійному відношенні. У польових сівозмінах це чистий пар і цукрові буряки, в ґрунтозахисних – зернові.

Лінійні рубежі першого порядку доповнюють рубежами другого і третього порядків, які розміщують при влаштуванні сівозміни і природних кормових угідь по межах полів і робочих ділянок, сіножатей- і пасовищеоборотних ділянок і всередині них. Види, розміри і кількість лінійних рубежів, їх розміщення по території встановлюють під час проектування на основі гідрологічних розрахунків, поверхневого стоку води й змиву ґрунту.

На ділянках з пересічним рельєфом і схилами крутістю понад  $1^\circ$  поля нарізують довгими сторонами впоперек схилу по лініях, наближених до горизонталей. Допускається відхилення від горизонталей тільки на коротких відрізках (50-100 м) з уклоном не більше  $1,5-2^\circ$  по лінії межі поля. В цьому випадку по межах полів проектують дворядні водорегулювальні лісові смуги, посилені в міжрядді валом-канавою із земляними перемичками (рубежі другого порядку).

Внутрішньопольова організація включає виділення робочих ділянок, які за можливістю мають бути однорідними, компактними, зручними для роботи техніки. Найдоцільніше паралельно-контурне розміщення елементів, які проектуються так, щоб довгі сторони полів і робочих ділянок наближалися до горизонталей, випрямляючись в улоговинах. Ширина робочих ділянок по всій довжині повинна бути кратною ширині захвату ґрунтообробних і посівних агрегатів.

Якщо вздовж схилу в межах першої та другої технологічних груп земель швидкість стікання води на полях сівозмін перевищує допустимі межі, проектують рубежі третього порядку. При цьому перевагу віддають наорюваним валам, які обробляються. На землях другої технологічної групи в разі необхідності проектують складніші земляні споруди.

Таким чином, протиерозійну організацію території здійснюють у такій послідовності:

- виділення земельних фондів (технологічних груп земель) за інтенсивністю використання;
- розміщення водорегулювальних смуг, посилених канавою і валом-дорогою, по межах переходу одного фонду в інший (рубежі першого порядку);
- розміщення сівозмін на виділених фондах полів сівозмін, лісосмуг з валом-канавою між полями (рубежі другого порядку) і всередині їх;
- розміщення робочих ділянок всередині полів з рубежами наступних порядків, мережі польових доріг і польових станів.

Польові дороги розміщують по лініях вододілів, по нижніх узліссях лісосмуг. По коротких сторонах полів дороги, як і лісосмуги, нарізують чітко перпендикулярно горизонталям з влаштуванням розпилювачів стоку.

Розміщення лінійних рубежів оцінюють по відхиленню їх від ліній току або від горизонталей. Горизонтальними вважають рубежі, в яких відхилення від ліній току не менше ніж  $80^\circ$  або від горизонталей не більше ніж на  $10^\circ$ . Найбільш небажане відхилення від лінії току і горизонталей на  $45^\circ$ , оскільки в цьому випадку той чи інший рубіж концентрує найбільшу кількість води. Яри, які уклинюються в ріллю й утруднюють контурну організацію території, виположують, вимоїни засипають. Це роблять після спорудження водозатримувальних або водовідвідних валів вище від ярів або вимоїн, які засипаються. Це запобігає надходженню потоків води з вододільних площ на

виположені ділянки. Невеликі вимоїни глибиною до 30 см зарівнюють під час оранки кількома проходами звичайного плуга, а потім ґрунт обробляють упоперек схилу. Великі вимоїни та яри виположують бульдозерами, знявши перед цим гумусовий шар ґрунту вздовж їх.

**Полезахисні лісосмуги.** Їх створюють у першій групі земель для поліпшення мікроклімату полів, захисту їх від пилових бур, посух і суховіїв. В умовах поширення вітрової ерозії захисна дія їх виражається в зміні структури вітрового потоку і зменшенні його швидкості, затриманні часток ґрунту, що рухаються, і відповідно в послабленні руйнівної дії вітру на ґрунт.

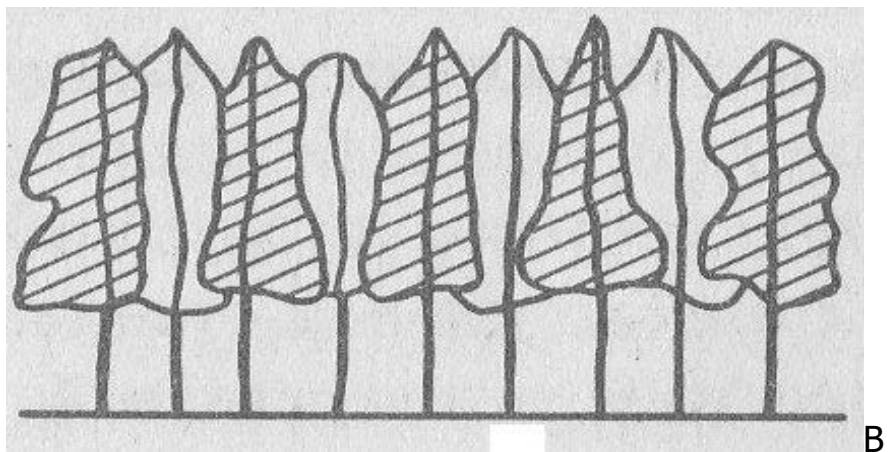
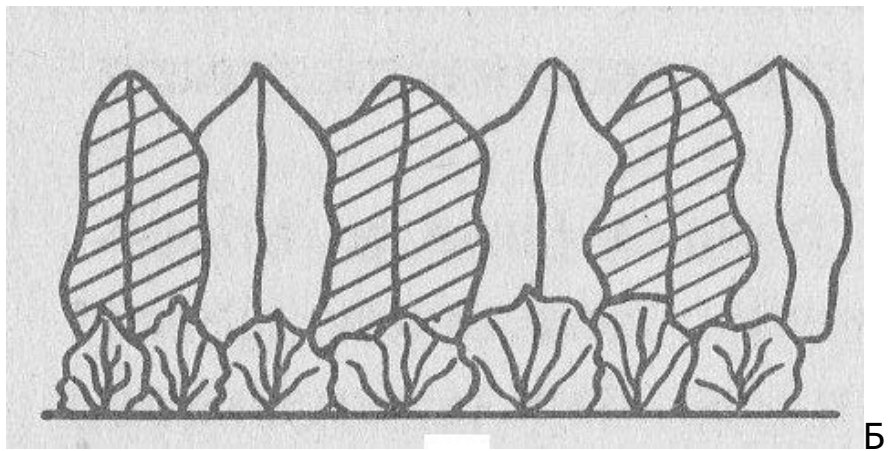
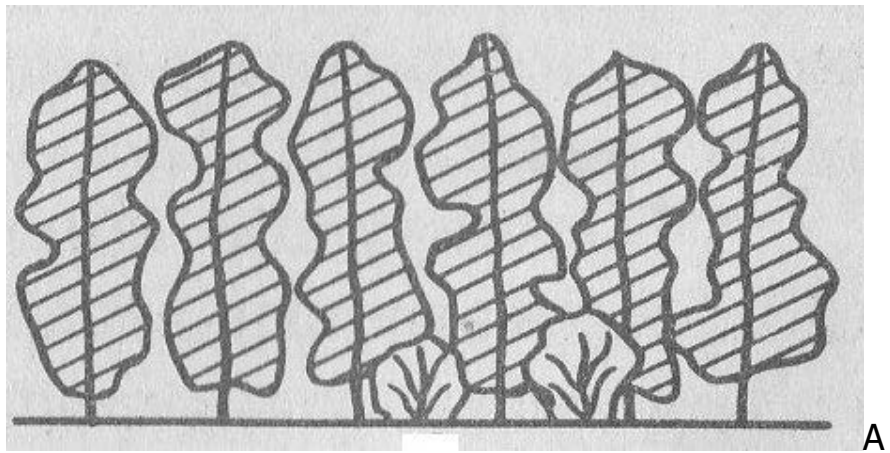
Ефективність лісосмуг при цьому значною мірою залежить від їх вітропроникності. Розрізняють продувні, непродувні та ажурні лісосмуги (рис. 4.2.).

Лісосмуги змінюють швидкість та структуру повітряного потоку. Висота та конструкція лісосмуги зумовлюють показники «вітрової тіні» – відстані перед лісосмугою та за нею, де спостерігається найбільший вплив на вітер. Довжина її з підвітряного боку в 5-15 раз більше показника висоти лісосмуги, а з завітреного – в 30-60 раз. Найбільший супротив дії вітру спостерігається на прикладі лісосмуг непродувної конструкції, найменший – у продувних.

Масовими обстеженнями, проведеними в різних природно-кліматичних зонах, встановлено, що під впливом лісових смуг урожайність зернових культур може бути на 2-8 ц/га вищою, ніж на відкритих полях. Найбільше реагують на вплив лісових смуг люцерна, цукрові буряки, соняшник, озима пшениця, кукурудза на силос, картопля.

Стокорегулювальні лісові смуги закладають по межах технологічних груп земель. В окремих випадках на довгих схилах і при високій небезпеці водної ерозії їх проектують всередині полів уже на схилах крутістю 0,5°. Вплив стокорегулювальних лісосмуг на водну ерозію виражається в кольматації змитого ґрунту, зменшенні швидкості поверхневого стоку, його водопоглинанні.

Лісові насадження фільтрують як поверхневий, так і внутрішньоґрунтовий стік, утримуючи більшу частину біогенних речовин і нітратів. Все це знижує забруднення поверхневих і підґрунтових вод, небезпеку появи евтрофікації водойм. Найповніше водорегулювальна і протиерозійна ефективність лісосмуг проявляється, коли вони розміщені перпендикулярно до ліній стоку (по контуру) і стікаюча вода надходить до них розсіяно. Тому на схилах з одностороннім падінням їх створюють упоперек схилу прямолінійно, а на розсіювальних і збираючих – по контуру. У деяких випадках лісосмугу переривають на плані, зміщують її наступний відрізок на другу горизонталь, нижче чи вище по схилу, щоб уникнути перетину нею горизонталей.



**Рис. 4.2. Конструкції лісозахисних смуг: А – ажурні, Б – непродувні, В – продувні**

При такому розміщенні лісосмуг поліпшуються умови сніговідкладання і зволоження ґрунту, бо зменшується здування снігу в гідрографічну мережу і створюються умови більш розсіяного надходження талих вод від снігових шлейфів униз по схилу і зволоження полів. Максимальну протиерозійну

здатність мають густі чагарникові смуги, в яких основна маса наносів ґрунту відкладається на відстані 1,5-2,5 м від верхнього узлісся. Стокорегулювальні смуги в перші 2-3 роки життя після садіння не мають протиерозійного значення і самі потребують доповнення іншими заходами. Різкого зменшення стоку і ерозії можна досягти суміщенням водорегулювальних і в деяких випадках прибалкових лісових смуг з найпростішими гідротехнічними спорудами: переривчастою каналом в нижньому міжрядді з валом на узліссі й водозатримувальним валом по нижньому краю лісосмуги, а також приузлісними валами на улоговинах.

**Земляні та інші протиерозійні споруди в середині полів.** У разі великих водозборів і наявності протяжних схилів для усунення небезпеки ерозії ріллі стокорегулювальних лісових смуг і валів по межі технологічних груп земель часто буває недостатньо, і тоді в середині полів сівозмін для безпечного скидання зайвих вод паводків чи злив рекомендується обладнувати водостоки, виположувати улоговини або влаштовувати протиерозійні рубежі другого порядку у вигляді земельних валів різної конструкції. Особливо сильно знижує ефективність землеробства на основі контурної організації території розчленованість полів улоговинами. У зв'язку зі збільшенням бокових ухилів (до улоговин) у цьому разі обробляти ґрунт по контуру на значній частині поля доводиться вздовж мікросхилів і улоговин.

По дну розораних вибалків водяні потоки снігових і зливових вод роблять великі виміїни, які досягають в окремих випадках 0,7-1 м глибини і 1,5-2 м ширини. Подальше поглиблення їх робить непрохідними для сільськогосподарських машин і знарядь, розчленовує поля на невеликі ділянки, обмежені двома улоговинами і витягнуті вздовж схилу.

Щоб запобігти виносу мульчувального матеріалу водою і забезпечити високу кольматувальну здатність прийому, армування улоговин важливо здійснювати від вододілу вниз по схилу і щоб товщина мульчувального шару в найглибшому місці була не менша 20 см, але й не більша, ніж глибина улоговини. Прийом особливо ефективний, коли глибина виміїн дорівнює глибині основного обробітку (20-30 см). В цьому випадку мульча більше змішується з ґрунтом, що запобігає змиву її талими і зливовими водами й прискорює розклад мікроорганізмами влітку.

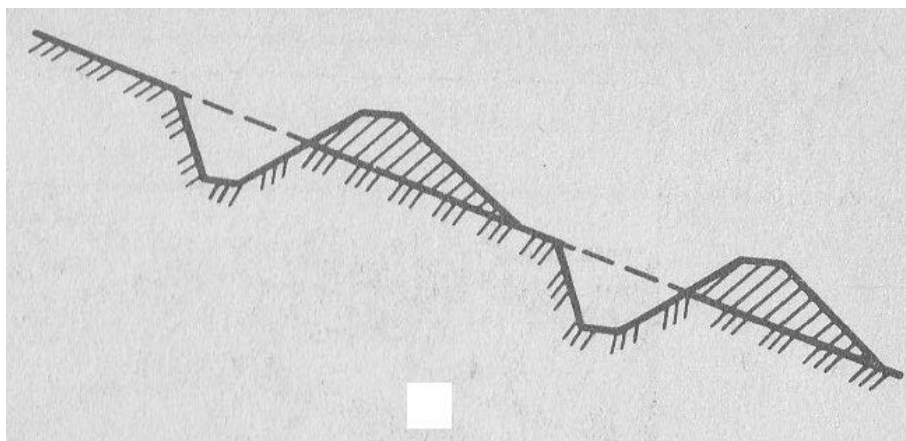
При армуванні глибоких (глибше 0,5 м) і вузьких (до 5 м) улоговин для запобігання змиву мульчі по краях улоговини її закріплюють приорюванням в 1-2 проходи агрегату вздовж. Наступний основний обробіток поля в цьому разі, незалежно від типових особливостей знарядь, проводять по контуру з обов'язковим виключенням агрегату на замульчованих улоговинах.

На допосівних і післяпосівних обробітках навесні на такому полі в перший рік здійснення прийому використовують тільки гідрофіковані агрегати, які дають змогу переводити знаряддя в неробоче положення в місцях армування улоговин, а також регулювати їх заглиблення залежно від

ущільнення ґрунту і наявності на поверхні рослинних решток при безполицевому обробітку поля. Культури сіють звичайними агрегатами і в прийнятому режимі.

Із земляних споруд у практиці контурно-меліоративної організації землекористування найбільше поширені різної конструкції відповідні борозни – розпилювачі стоку й оброблювані стокорегулювальні вали-тераси.

Схема валу-тераси представлена на рис. 4.3.



**Рис. 4.3. Схема нагорнутого валу-тераси із зонами виїмки та насипу**

Розпилювачі стоку досить прості і найбільш ефективні щодо запобігання подальшому розвитку лінійної ерозії на полях. Вони призначені для розпилення великих потоків води на мілкі у випадках, коли вони формуються в раніше створених вимоїнах, вздовж різних меж, доріг тощо.

Обов'язковим елементом протиерозійної організації території, що забезпечує функціонування системи в саморегулювальному режимі, є обладнані в середині полів або по їх краю водотоки для безпечного скидання незатриманої агротехнічними заходами і водорегулювальними рубежами води сильних паводків і злив.

Споруджують водотоки на основі гідрологічних розрахунків і на пропускній здатності стоку не менше як 10%-ї забезпеченості, використовуючи як природні видолинки, так і штучно створені. Перевага перших у тому, що в них на дні русла часто зберігається природна рослинність і вони можуть надійно спрацьовувати відразу ж після впровадження системи, другі – кращі після залуження. Для запобігання розмиву русла водотоків їх залужують злаковими багаторічними травами, які не бояться тимчасового затоплення, часткового замулення і добре скріплюють ґрунт коренями у верхньому шарі. Із низових злаків – це райграс, тонконіг, костриця, лисохвіст, стоколос.

Більш детальне визначення контурно-меліоративної організації території та основні її принципи викладено у розділі 5.

Після визначення меж технологічних груп земель приступають до організації сівозмін, що є одним із найважливіших процесів у системі протиерозійної організації території.

#### 4.2. Протиерозійна організація ґрунтозахисної сівозміни

Ґрунтозахисні сівозміни проектують на середньо - і сильноеродованих землях, а також на слабоеродованих, розміщених на схилах більше 3 градусів, які є сильно ерозійно небезпечними (потенційний змив 15 т/га і більше). Кількість полів у таких сівозмінах – 5-8. На місцевості з дрібною контурністю одне поле може складатись з набору окремих невеликих ділянок.

Ширина поля не повинна перевищувати на схилах 3-4° – 300–400 м, на схилах 4-7 ° – 200 м. Напрямок довгих сторін поля – по контуру, при цьому необхідно дотримуватись паралельності довгих сторін та допустимого радіусу повороту агрегатів (15-60 м). Довжина поля, як правило, визначається природними рубежами, і не повинна перевищувати 1000 м.

Найбільш ефективну сівозміну можна розрахувати за формулою 4.1. (Толстих Г.І., 1990)

$$Бг = \frac{(Y_1 \cdot K_1 + Y_2 \cdot K_2 + \dots + Y_n \cdot K_n) \cdot 0,35 - (M_1 + M_2 + \dots + M_n)}{Пл} \quad (4.1.)$$

де Бг – баланс гумусу в сівозміні, т/га за рік; Y – врожаї основної продукції кожної (1, 2...n) культури сівозміни, т; K – коефіцієнт відношення основної продукції до пожнивних і кореневих решток; 0,35 – вихід гумусу з 1 т пожнивних і кореневих залишків; M – мінералізація гумусу під кожною (1, 2...n) культурою, т/га за рік; Пл – площа сівозміни, га.

У правильно організованих ґрунтозахисних сівозмінах раціонально використовується водний та поживний режими ґрунту, регулюються мікробіологічні процеси, відбувається поповнення органічної речовини в ґрунті, пригнічення бур'янів, збудників хвороб та шкідників.

Оптимальна структура посівних площ в сівозміні повинна не тільки забезпечувати отримання високої продуктивності культур, але й сприяти надійному захисту ґрунту від ерозії. Так, багаторічні трави й озимі культури мають найбільший коефіцієнт захищеності поверхні поля від дії води й вітру. Далі у цьому відношенні розміщуються однорічні трави, ранні ярі зернові та зернобобові, просапні. Ґрунтозахисна здатність сільськогосподарських культур залежно від крутості схилу наведено в таблиці 4.3.

Ґрунтозахисна ефективність різних культур зменшується зі збільшенням крутизни схилу, що зобов'язує з особливою увагою відноситись до підбору та

розміщення сільськогосподарських культур в сівозміні. При цьому враховують також, в якій мірі культури реагують продуктивністю на ступінь змитості ґрунту.

Таблиця 4.3.

**Ґрунтозахисна здатність сільськогосподарських культур в залежності від крутизни схилу, % до чистого пару**

Культура і фон	Крутизна схилу, град.		
	3	6	9
Багаторічні трави	95	94	84
Озимі на зерно	83	78	69
Ярий ячмінь, конопля	50	46	41
Однорічні трави, горох	47	42	37
Цукровий буряк	47	-	-
Просо, овес	42	36	32
Гречка	39	35	31
Соняшник	37	34	-
Кукурудза	35	32	-
Картопля	32	28	-
Пар чистий	0	0	0
Стерня озимих	51	45	39
Стерня ярих суцільної сівби	25	23	21

На землях, що знаходяться на схилах крутизною понад 3°, організовують кормові ґрунтозахисні сівозміни з набором культур, які надійно захищають ґрунт в першу чергу від води. Тут небажано вирощувати просапні культури. На цих землях ґрунтозахисні сівозміни повинні вирішувати такі завдання: захист ґрунтів від змиву, розмиву, дефляції, покращення родючості ґрунту, сприяння отриманню високих і стабільних врожаїв сільськогосподарських культур при їх низькій собівартості.

Продуктивність культур залежить і від зональності (зволоженість, температурний режим) та ступеню змитості ґрунту. Наприклад, озимі, горох і ячмінь добре ростуть на слабозмитих ґрунтах, але різко зменшують врожайність на середньо– та сильнозмитих.

В Степу недостатня родючість еродованих ґрунтів, часті посухи створюють складні умови для вирощування сільськогосподарських культур. На схилах, де значна частина атмосферних опадів втрачається зі стоком і менш сприятливі умови в порівнянні з іншими зонами країни, основою ґрунтозахисних кормових сівозмін є багаторічні трави. З багаторічних трав тут краще вирощувати еспарцет звичайний та піщаний, стоколос безостий, райграс високий, пирій безкореневий, житняк посухостійкий.



В цій зоні, зокрема і в умовах Донбасу, можна рекомендувати наступні **ґрунтозахисні сівозміни:**

1, 2. багаторічні трави; 3. кукурудза на зелений корм; 4. озима пшениця; 5. ярі колосові з підсівом багаторічних трав;

1, 2. багаторічні трави; 3. озиме жито; 4. кукурудза на зелений корм або ранній силос; 5. озиме жито з підсівом багаторічних трав;

1, 2. багаторічні трави; 3. озима пшениця; 4. смуговий посів кукурудзи та однорічних трав на зелений корм; 5. однорічні трави або озиме жито з підсівом багаторічних трав;

1, 2. багаторічні трави; 3, 4. озиме жито смугами з кукурудзою на силос; 5. однорічні трави з підсівом багаторічних трав;

1, 2, 3. багаторічні трави; 4, 5. озиме жито смугами з кукурудзою на силос або зелений корм; 6. ярі колосові; 7. однорічні трави з підсівом багаторічних трав.

При визначенні оптимальної структури ґрунтозахисних сівозмін потрібно враховувати: фактори захисту ґрунту від ерозії, стабілізації його родючості, врожайність. Впроваджувані схеми сівозмін по зонах повинні забезпечувати захищеність ґрунтів 1 технологічної групи – на 65-75 %, 2 – на 75-80% та 3 – на 85-95 %. В господарствах Степу та Лісостепу ерозійну стійкість і продуктивність сівозмін можна збільшити на 8-10% за рахунок проміжних посівів.

ґрунтозахисна здатність сівозмін розраховується за формулою 4.2. (Толстих Г.І., 1990).

$$P_{зс} = \frac{ЗК1 \cdot Длв1 + ЗК2 \cdot Длв2 + \dots + ЗКп \cdot Длвп}{100}, \quad (4.2.)$$

де  $P_{зс}$  – захищеність ґрунту в сівозміні, %;  $Зк$  – захищеність ґрунту культурою або групою культур (1; 2 ... n) сівозміни, %;  $Длв$  – доля культури або групи культур у сівозміні, %.

Якщо ґрунтозахисна ефективність нижча за вказані вимоги, то в сівозмінах передбачають смугове розміщення культур, залуження улоговин, проміжні посіви, тощо. Комплексне їх застосування підвищує цей показник на 20–25 %.

**Визначення коефіцієнту ерозійної небезпеки в залежності від типу сівозміни.** Протиерозійну ефективність сівозмін визначають також за відносним показником коефіцієнта ерозійної небезпеки. Загальний коефіцієнт ерозійної небезпеки визначається за формулою 4.3.:

$$A_{заг} = 0,1 \cdot i_m \cdot (0,7 \cdot A_1 + A_2 + 0,3 \cdot A_3), \quad (4.3.)$$

де  $i_m$  – величина схилу місцевості, %;  $A_1$  – ерозійний коефіцієнт складу і чергування с.-г. культур у сівозміні, визначається відповідно таблиці 4.4.;  $A_2$  – ерозійний коефіцієнт, який характеризує вплив крутизни робочої ділянки на розвиток процесів ерозії;  $A_3$  – ерозійний коефіцієнт, який характеризує вплив довжини водозбору (схилу) на змив ґрунту.

Ерозійні коефіцієнти  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  мають однакові межі виміру: від нуля до одиниці та визначають за нижче наведеними формулами.

$$A_1 = \frac{\Sigma a}{n}, \quad (4.4.)$$

де  $\Sigma a$  – величина коефіцієнта ерозійної небезпеки даної культури;  $n$  – кількість с.-г. культур у сівозміні.

$$A_2 = \frac{i_p}{i_m}, \quad (4.5.)$$

де  $i_p$  – робоча крутість даного поля або ділянки, %;  $i_m$  – середня крутість місцевості, %.

$$A_3 = 0,5 \cdot \sqrt{L} \quad (4.6.)$$

де  $L$  – довжина схилу, км.

Таблиця 4.4.

**Коефіцієнти ерозійної небезпеки сільськогосподарських культур (Вервейко А.П., 1971)**

<b>Сільськогосподарські культури</b>	<b>Коефіцієнт ерозійної небезпеки</b>
Чорний пар, зяб	1,0
Цукрові буряки	0,85
Кукурудза на зерно	0,85
Картопля, соняшник	0,75
Зайнятий пар:	
Кукурудза	0,75
Вико-овес	0,50
Кукурудза на зелений корм	0,60
Ярі зернові	0,50
Кукурудза рядкового посіву	0,45
Кукурудза в суміші з чиною, горохом	0,40
Горох, вико-овес	0,35
Озимі зернові	0,30
Багаторічні трави:	
1-ого року користування	0,08
2-ого року користування	0,03
3-ого року користування	0,01

### 4.3. Смугове розташування культур та кулісних посівів

Одним з найпростіших і дешевших заходів захисту орних земель від паводкових та зливових вод є **смугове розміщення сільськогосподарських культур із залуженням водотоків**. Ґрунтозахисні особливості смугового розміщення посівів полягають в тому, що при чергуванні на полях різних агрофонів створюються умови для зменшення лавинного ефекту дії ерозії.

При смуговому розміщенні посівів швидкість повітряних потоків в приземному шарі ґрунту знижується на 20–25 %, а сконцентровані на відкритих фонах потоки рідкого стоку розосереджуються між рослинами. Культури суцільного способу сівби захищають поверхню ґрунту від ударів дощових крапель та повітряних потоків.

Основними перевагами цього ґрунтозахисного заходу є:

- збільшення висоти снігового покриву на 25–35 %, а запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту – на 10-18 мм;
- зниження температури приземного шару повітря на 1-1,7 С, та підвищення відносної вологості на 1,9–8,8 %;
- зниження температури ґрунту на 0,8–2,5 С;
- підвищення врожайності сільськогосподарських культур в середньому на 21 %.

В залежності від рельєфу місцевості смуги можуть бути: прямі паралельні, контурно-паралельні, контурно-паралельні із залуженням улоговин.

При створенні криволінійних смуг необхідно, щоб радіус кривизни був зручним для роботи агрегатів, не призводив до втрат врожаю і становив при чергуванні культур суцільного способу сівби з паром 50 м, з просапними – 90 м.

Для захисту ґрунтів від видування смуги слід розміщувати під прямим кутом до напрямку ерозійно-небезпечних вітрів. В умовах пересіченої місцевості відхилення смуг від перпендикулярного не повинно перевищувати 45° в районах слабого та 25-30° в районах сильного прояву дефляції.

Оптимальну ширину смуг у кожному конкретному випадку встановлюють по найбільш небезпечній в ерозійному відношенні культурі й узгоджують з парною кількістю проходів посівних агрегатів.

На полях, що піддаються вітровій ерозії, ширина смуг для ґрунтів важкого механічного складу не повинна перевищувати 100-120 м. Якщо такі ґрунти у поверхневому шарі містять більше 4 % карбонатів, а також на середніх суглинках ширина смуг не повинна перевищувати 75 м. На ґрунтах легкого механічного складу смуги створюють завширшки до 50 м. Детально

ширину смуг залежно від крутості схилу, агрофону та типу ґрунтів наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5.

**Ширина смуг (посівних) в залежності від крутості схилу, агрофону та ґрунтів, м**

Кру- тість схилу, град	При чергуванні					
	багаторічних трав з				озимих і ярих колосових суц. сівби з	
	чистим паром	просап- ними	ярими колосов ими	озимими колосови ми	чистим паром	проса- пними
Супіщані ґрунти						
1	75,6	75,6	75,6	151,2	67,2	75,6
2	75,6	75,6	75,6	151,2	67,2	75,6
3	57,6	75,6	72,0	151,2	50,4	67,2
4	43,2	50,4	72,0	122,4	32,4	50,4
5	25,2	43,2	57,6	93,6	-	32,4
6	-	32,4	43,2	72,0	-	25,2
7	-	-	36,0	57,6	-	-
Суглинкові ґрунти						
1	75,6	75,6	75,6	151,2	75,6	75,6
2	75,6	75,6	75,6	151,2	75,6	75,6
3	68,4	75,6	75,6	151,2	75,6	75,6
4	50,4	67,2	72,0	151,2	43,2	57,6
5	32,4	50,4	72,0	115,2	32,4	43,2
6	-	32,4	50,4	86,2	-	32,4
7	-	-	43,2	72,0	-	-

#### 4.4. Агротехнічні та агроеліоративні протиерозійні заходи

**Агротехнічні протиерозійні заходи** – це агроеліоративні прийоми, які застосовуються одночасно з вирощуванням сільськогосподарських культур, відповідають його технології і направлені на використання та підвищення захисної ролі рослинності, зниження кінетичної енергії дощу, покращання водопроникності ґрунту, значне або повне затримання поверхневого стоку талих і дощових вод, що веде до запобігання або зменшення процесів ерозії, збільшення запасів продуктивної вологи у ґрунті, збереження та підвищення його родючості та росту врожайності культур.

**Звичайні агротехнічні заходи** включають в себе: глибокий обробіток ґрунту, обробіток ґрунту та висів культур впоперек схилу, застосування добрив на еродованих ґрунтах, снігозатримання.

**Агромеліоративні заходи** – це управління водним режимом ґрунтів шляхом раціонального використання рослинних решток, застосування вологонакопичувальних та вологоутримуючих технологій вирощування сільськогосподарських культур, використання агрофізичних прийомів підвищення протиерозійної стійкості ґрунтів.

До **спеціальних заходів** належать: гребенева оранка, боронування, утворення мікроліманів, плоскорізний обробіток, смугове (кулісне) розташування культур, щілювання, лункування, кротування, глибоке розпушення, вертикальне мульчування тощо.

Протиерозійний обробіток ґрунту в умовах Донбасу базується на широкому використанні безполицевих ґрунтообробних знарядь. Теоретичною основою використання цих знарядь є те, що вони залишають на поверхні й у поверхневому шарі ґрунту післяжнивні та післязбиральні рештки попередньої культури, які здатні захистити ґрунт від видування та змиву, навіть у тому випадку, коли агрегатний склад поверхневого шару знаходиться на рівні, нижчому ерозійно небезпечної межі.

Технічно та технологічно вміле і правильне застосування протиерозійних машин та знарядь у ґрунтозахисному землеробстві має велике значення.

До найважливіших загальних протиерозійних прийомів основного обробітку ґрунту в умовах Донбасу відносять:

- оранку впоперек схилу;
- оранку ступінчасту з використанням плугів, у яких парні корпуси встановлюються на 10-12 см глибше;
- оранку з одночасним формуванням на полі протиерозійного нанорельєфу: борозен, валиків, переривчастих борозен, лунок;
- оранку з ґрунтопоглиблювачем або плугом з вирізними корпусами;
- безвідвальну оранку;
- плоскорізний обробіток, глибоке розпушення зі збереженням стерні;
- комбіновану (відвально-безвідвальну) оранку;
- смугове розпушення ґрунту;
- щілювання посівів озимих, багаторічних трав, природних сіножатей і пасовищ;
- глибоке розпушення, чизелювання, щілювання, кротування, боронування, лункування – в багаторічних насадженнях;
- мінімізацію обробітку ґрунту.

**Основні напрями мінімізації обробітку ґрунту це:**

- заміна оранки безполицевим обробітком, скорочення кількості і глибини обробітку (передпосівного і міжрядного) в сівозміні;

- заміна глибоких обробітків поверхневими і мілкими, особливо при підготовці ґрунту під озимі культури з використанням широкозахватних культиваторів, які забезпечують високоякісний обробіток за один прохід агрегату;

- поєднання декількох технологічних операцій і заходів в одному робочому процесі шляхом застосування комбінованих ґрунтооброблювальних і посівних агрегатів;

- зменшення оброблюваної поверхні поля, впровадження смугового (колійного) передпосівного обробітку при вирощуванні просапних культур.

Цей перелік не вичерпує всіх протиерозійних агротехнічних прийомів, які застосовують з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов кожної зони країни.

Дослідження показали, що на полях з глибокою зяблевою оранкою відзначається збільшення запасів вологи на 20-30 мм внаслідок зменшення поверхневого і внутрішньоґрунтового стоку. Крім того, при глибокій оранці скорочується змив ґрунту і підвищується врожай сільськогосподарських культур в середньому на 10-15%, особливо в посушливі роки і зонах недостатнього зволоження.

До числа ефективних прийомів протиерозійного обробітку ґрунту слід віднести чергування безвідвального розпушування на 30-32 см з оранкою на 20-22 см з обвалуванням зябу.

За останні роки науковими установами, господарствами різних зон країни накопичений великий фактичний матеріал щодо ефективності безвідвального та плоскорізного обробітку ґрунтів в боротьбі з водною ерозією. Кращі результати отримані на легких ґрунтах. Застосування безвідвальних знарядь на схилах дозволяє різко скорочувати стік талих вод і змив ґрунту. Урожайність зернових культур при цьому підвищується на 0,2-0,4 т/га. На важких ґрунтах ефективні глибоке розпушування (чизелювання) і оранка впоперек схилів.

На схилах підвищеної крутизни, де значно знижується ефективність боронування і лункування, рекомендується ширше застосовувати щілювання, чизелювання і кротування. Щілювання як спеціальний прийом можна проводити на посівах озимих культур, на полях багаторічних трав, чистих парів, природних сінокосах, пасовищах і в садах, а також на зябу, особливо ранньому. Цей спосіб боротьби з ерозією полягає в обробці спеціальними знаряддями щілин, глибина яких може досягати 40-60 см, ширина 3-5 см, а відстань між ними 100-400 см. Щілини зазвичай нарізають в пізньосінній період, а також з настанням морозів, що дозволяє уникнути випаровування води, забезпечити збереження щілин до весни і гарне поглинання талих вод.

Для боротьби з водною ерозією також застосовують кротування. На глибині 35-40 см спеціальним пристосуванням роблять порожнини-котовини

діаметром 6-8 см на відстані 0,7-1,4 м, що позитивно впливає на властивості ґрунту: покращує її водопроникність, розподіл вологи по профілю. В умовах надмірного зволоження кротування дозволяє позбутися від зайвої вологи.

Суттєве значення в боротьбі з ерозією також мають прийоми передпосівного, післяпосівного обробітку і посіви на схилах. На схилових землях сіяти треба впоперек ухилу місцевості, під деяким кутом або по горизонталях. При такому посіві зменшується швидкість водного потоку, збільшується тривалість контакту води з ґрунтом і надходження в неї вологи. В результаті зменшуються обсяги стоку води і змиву ґрунту. При розробці науково обґрунтованих заходів щодо боротьби з водною ерозією необхідно в кожному господарстві мати картограми ухилів сільськогосподарських угідь. На картограмі відзначають напрямок і крутизну схилів кожного поля, показують напрямок стоку.

У зерно-парових сівозмінах короткої ротації (1. чистий пар, 2-4. зернові) безвідвальний (плоскорізний) обробіток ґрунту можна застосовувати на всіх полях без винятку.

У зерно-трав'яній і зерно-просапній сівозмінах багаторічні трави, як правило, після 2-3-річного використання орють звичайними плугами на глибину 23-25 см з метою кращого обробітку пласта. При наявності слабкої (житнякової, еспарцетової) дернини для кращого збереження вологи і запобігання дефляції можна поле спочатку продискувати хрестом, а потім провести плоскорізний або інший безвідвальний обробіток (чизелювання, глибоке розпушування КПГ-250).

Оранка пласта багаторічних трав у всіх випадках повинна проводитися смугами до ширини оброблюваних і посівних смуг 50-100-150 м в залежності від сили панівних вітрів, крутизни схилу і гранулометричного складу ґрунту.

#### **4.5. Лісомеліоративні протиерозійні заходи**

**Система лісомеліоративних насаджень** – це комплекс різного виду насаджень відповідної конструкції, взаємодіючих між собою, що створюють меліоративний ефект на певній території, який забезпечує надійний захист ґрунтів від ерозії та сільськогосподарських культур від несприятливих природних явищ, і сприяє одержанню високих і сталих урожаїв.

Правильно побудована система захисних лісових насаджень поліпшує мікроклімат, рівномірно розподіляє сніг, унаслідок цього ґрунт узимку менше промерзає, навесні швидко розтає, краще всмоктує талі води. Скорочується стік води, менше змивається ґрунт, зберігається його родючість, що дає змогу повністю захистити поля від негативних проявів ерозії.

Високоєфективні полезахисні насадження можливо виростити тільки за умов використання усіх агротехнічних вимог, з урахуванням розміщення їх на місцевості, підбору порід, типів посадки, підготовки ґрунту, якості

посадкового і посівного матеріалу, посадки культур та догляду за ними до і після змикання крони.

Розрізняють наступні види лісомеліоративних насаджень: ползахисні лісові смуги, водорегулюючі лісові смуги, прияружні та прибалкові лісові смуги, прияружні та прибалкові лісові смуги, яружно-балкові лісонасадження, водоохоронні захисні лісові насадження. Основне призначення лісомеліоративних насаджень залежно від їх виду наведено в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6.

**Призначення лісомеліоративних насаджень за видами**

<b>Види лісонасаджень</b>	<b>Призначення</b>
Ползахисні лісові смуги	Вітроламне (зниження шкідливої дії суховіїв, дефляційних і холодних вітрів); боротьба із посухами; гідрологічне та протиерозійне (в результаті снігозатримання на великих територіях привододільного фонду); підвищення урожайності с.-г. культур.
Водорегулюючі лісові смуги	Зарегулювання поверхневого стоку і перевід його у внутрішньоґрунтовий; сприяння снігозатриманню і рівномірному снігорозподілу; зменшення змиву і розмиву ґрунту, підвищення його вологості та врожайності с.-г. культур; ползахисне значення в цілому.
Прияружні та прибалкові лісові смуги	Протиерозійне (скріплення корневими системами ґрунту, боротьба із яружною ерозією); водорегулююче (стокорегулююче), перевід поверхневого стоку у підґрунтовий; кольматуюче; покращання мікроклімату і гідрологічного режиму території; ползахисне.
Яружно-балкові лісонасадження	Протиерозійне (боротьба із змивом і розмивом); кольматуюче; гідрологічне; покращання мікроклімату території; сприяння раціональному використанню земель, непридатних для с.-г. виробництва; загальне екологічне.
Водоохоронні захисні лісові насадження	Безпосереднє і загальне водоохоронне значення; відновлення і збереження малих річок та покращання гідрологічного режиму територій; берегоукріплювальне і протиабразивне; протиерозійне; захист від замулення і випаровування водоймищ і рік; сприяння раціональному використанню заплачних земель; рекреаційне.



Лісомеліоративні насадження обов'язково створюються змішаними за складом та складними за формою (з участю головних, супутніх та чагарникових порід). Як правило, в лісонасадження вводиться одна головна порода. Всі породи повинні бути біологічно стійкими і високопродуктивними, відповідати поле-ґрунтозахисним та водоохоронним цілям. Підбір порід для протиерозійних лісонасаджень для умов Донбасу залежно від різних типів ґрунтів представлено в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7.

**Видовий склад протиерозійних лісонасаджень для умов Донбасу**

Тип ґрунту	Видовий склад		
	Головні	Супутні	Чагарники
Чорноземи звичайні	Дуб звичайний, береза повисла, горіх чорний, тополі, акація біла, сосна звичайна, верба біла, в'яз дрібнолистий, вільха сіра.	Клен (гостролистий, польовий), липа дрібнолиста, груша звичайна, граб, дуб червоний, ясен зелений, черемха пізня, шовковиця біла, черешня звичайна, яблуня лісова.	Гордовина, ірга, бирючина, скумпія, магонія, айва японська, бузина чорна, кизильник, обліпіха, калина, ліщина, маслина, акація жовта.
Чорноземи південні	Дуб звичайний, акація біла, гледичія, горіх (чорний, грецький), сосна (кримська, чорна), ялівець віргінський; <b>при зрошенні</b> : тополі (канадська, бальзамічна, китайська, пірамідальна, гібридні форми), верба біла, в'яз дрібнолистий.	Клен (гостролистий, польовий), груша звичайна, ясен зелений, берест, шовковиця.	Айва японська, магонія, кизильник блискучий, вишня сіра, бирючина, калина, гордовина, обліпіха, смородина золотиста.
Темно-каштанові	Гедичія, акація біла, в'яз дрібнолистий,	Груша звичайна, клен (гостролистий, польовий, срібля	Айва японська, магонія, вишня сіра, кизильник

	софора; <b>при зрошенні:</b> дуб звичайний (грецький, чорний), тополі (канадська, бальзамічна, китайська, Болле), платан, верба біла.	стий), шовковиця.	блискучий, бирючина, гордовина, смородина золотиста.
Каштаново-солонцюваті	Гедичія, маслина вузьколиста, в'яз дрібнолистий.	Груша звичайна, айлант.	Айва японська, магонія, вишня сіра, тамарикс.

**Полезахисні лісові смуги** – це вузькі лісові смугові насадження штучного походження, які розташовані в рівнинних умовах і на схилах до 1,5-2° на сільськогосподарських землях (в польовій сівозміні) по межах полів, з метою підвищення урожайності с.-г. культур завдяки покращанню мікроклімату, снігозатриманню, боротьбі з дефляцією та збереженню і підвищенню родючості ґрунту.

Основні полезахисні лісові смуги розміщують впоперек напрямку переважаючих вітрів, а також наближено до горизонталей місцевості. Відстань між основними лісовими смугами для умов Донбасу знаходиться в межах 150-450 м, залежно від типу ґрунту (табл. 4.8).

Таблиця 4.8.

**Відстань між основними лісовими смугами, залежно від типу ґрунту**

Тип ґрунту	Висота лісових смуг у віці 30 років, м	Відстань між лісовими смугами не повинна перевищувати, м
Чорноземи звичайні	15/12	450/360
Чорноземи південні	10	300
Темно-каштанові	8	240
Каштаново-солонцюваті	5	150

Відстань між поперечними (допоміжними лісовими смугами), які розміщуються перпендикулярно до основних, визначається довжиною поля. В умовах Донбасу ця відстань не повинна перевищувати 2000 м.

Для забезпечення високої протиерозійної ефективності смуги повинні бути щільної конструкції, яка досягається відповідним розміщенням і змішанням порід у насадженнях. У смуги потрібно вводити не менше 50 %

чагарників, які краще скріплюють верхній шар ґрунту, і підвищують загальну товщу лісової підстилки. Якщо розвиток ерозійних процесів на водозборі слабкий, смуги створюють мінімальної ширини. Вони сприяють збільшенню вологості, зменшенню фізичного випаровування вологи з ґрунту, покращенню мікроклімату, захисту ґрунтів від суховіїв, посух та пилових бур. Полезахисні лісосмуги в зоні свого впливу сприяють помітному підвищенню врожаїв зернових культур в середньому на 2-3 ц/га, силосної маси кукурудзи – на 20-25 ц/га.

**Водорегулюючі (стокорегулюючі) лісосмуги** слід створювати шириною 10-13 м і розміщувати впоперек довгих схилів крутістю більше 2° по межі водороздільного фонду та нижче по схилу, а на важких водонепроникних ґрунтах, де є небезпека формування значного поверхневого стоку – на схилах 0,5-1°. Відстань між смугами залежить від ґрунтових умов та крутості схилу (табл. 4.9).

Таблиця 4.9.

**Приблизна відстань між водорегулюючими лісовим смугами, м (Зиков Г.І., 1982)**

Тип ґрунту	Крутість схилу, град.			
	1,5–2	2–3	3–4	4–5
Сірі лісові	220	180	160	140
Чорноземи опідзолені	320	260	230	200
Чорноземи звичайні	290	240	210	190
Чорноземи південні	230	190	170	150
Каштанові	180	150	130	120
Світло-каштанові	130	110	100	90

Стокорегулюючі лісові смуги є потужним бар'єром ерозії на схилах і служать новим вододілом.

Ширину стокорегулюючих смуг (В, м) визначають за наступною формулою:

$$B = K \cdot L \cdot \sqrt{i}, \quad (4.7.)$$

де К – коефіцієнт, що враховує забезпеченість стоку і водопроникність ґрунту – при забезпеченості стоку 20, 30 50 та 70 %, його значення становить відповідно 0,42, 0,38, 0,27, 0,18; L – довжина польового схилу (ширина поля), м; i – середня величина схилу вище лісової смуги.

**Прияружні і прибалкові лісосмуги** розміщують вздовж балок та ярів. Оскільки ці насадження створюють по межах орних земель, то необхідно розташовувати прибалкові смуги безпосередньо вздовж брівки, а прияружні – по можливості ближче до неї (3-5 м). Їх розміщення і ширина

залежить від інтенсивності ерозійних процесів, густоти та величини промоїн, вершків ярів та ін. Ширина лісосмуг на прибрівочних ділянках повинна становити 12-15 м, а на більш крутих еродованих схилах – 18-23 м.

**Яружно-балкові лісові насадження** служать як засіб раціонального і продуктивного використання яружно-балкових земель та створення загальної сприятливої екологічної обстановки на території, яку вони оточують. До них відносяться кольматуючі насадження по дну гідрографічної мережі; насадження на морфологічних елементах яру, а саме на відкосах, по дну і на конусі виносу; на еродованих схилах. Такі лісонасадження розташовуються на названих елементах водозбірної площі та утворюють комплекс. Їх створюють із обов'язковою участю чагарнику (не менше 20-30 %) за комбінованим і деревно-чагарниковим типом культур або у вигляді чагарникових насаджень (мулофільтри).

**Водоохоронні лісові насадження** включають насадження навколо малих водоймищ, систему насаджень уздовж річок та у їх верхів'ях, а також по берегах водосховищ.

Ширина водоохоронних лісових насаджень (смуг) навколо ставків і водойм у залежності від крутизни схилу і механічного складу ґрунту коливається від 10 до 20 м.

#### **4.6. Гідромеліоративні та гідротехнічні споруди, їх значення у боротьбі з ерозією ґрунтів**

На довгих та крутих схилах під час сніготанення, злив та тривалих дощів утворюються великі маси стічних вод, що здійснюють інтенсивний розмив ґрунтів. Через складність регулювання цих водних мас агротехнічними та фітомеліоративними заходами доцільно створити спеціальні протиерозійні гідротехнічні споруди водозатримуючих (вали, тераси, мікролимани), водоскидних (перепади, швидкотоки), водонаправляючих (вали, канали) типів.

Основні протиерозійні гідротехнічні споруди створюють:

- на водозбірній площі;
- у вершинах ярів;
- по дну ярів.

Розміри споруд визначаються згідно гідрологічних розрахунків. Такі споруди дуже коштовні, оскільки їх будують в місцях, де інші заходи не є ефективними. Рівень підґрунтових вод при цьому має залягати на глибині більше 2,5-3,0 м від поверхні землі. Класифікація гідротехнічних споруд, умови їх використання та основні параметри представлено в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10.

**Види споруд та їх основна характеристика**

<b>Види споруд</b>	<b>Умови використання</b>	<b>Умови пропуску води</b>	<b>Основні параметри</b>
<b>Споруди на водозбірній площі</b>			
Водозатримуючі вали	Для повного або часткового затримання стоку на водозборах до 20 га та схилах до 5-6°.	Збирання надлишків води через водоходи в кінцях шпор (трикутні та трапецієподібні).	Максимальна довжина 400-500 м. Висота 0,8-1,5 м. Ширина по верху 2,5 м. Залуження відкосів 1,5-2,0 м.
Водовідвідні вали-канави	Для збору води з територій вище яру та їх відводу на задерновані схили балок або до водозбірних споруд і водозатримуючих валів.	За умов витрат води до 1 м <sup>3</sup> /с – трикутні, 0,8-3,0 м <sup>3</sup> /с – трапецієподібні. Глибина канав 0,5-1,6 м. Залуження откосів до 1,5-3,0 м.	Ширина по дну трапецієподібних канав 0,6 і 2 м. Висота валів більше за 0,5 м.
Розпилювачі стоку	Для перехоплення на схилах концентрованих потоків та їх відводу на задерновані схили балок або до водозатримуючих валів.	Нарізаються під кутом до потоку до 40-45°. Повздовжній ухил канав не більш як 0,005°	Канави глибиною 0,4 м нарізають плугами ППН-40, 0,6 м – ППН-60 на тракторах типу Т-75, Т-100.
<b>Головні яружні споруди</b>			
Швидкотоки, перепади, стінки падіння, консольні та шахтні скиди	Для закріплення вершин ярів при площах водозбору не менше 15-20 га. При глибоких	Рух води без відриву від поверхні лотка швидкотоку, або в межах споруди без відриву, а	Відкриті лоткові швидкотоки та закриті трубчаті. Споруди з

	вершинах ярів – перепади. Стінки падіння - за глибоких ярів, при високих обривах (5-6 м) – консольні.	далі – шляхом вільного падіння	бетону, залізобетону та каміння параметри на основі гідравлічних розрахунків.
<b>Руслові та донні споруди</b>			
Донні запруди	По дну ярів за водоскидними спорудами, для попередження розмиву з місцевого матеріалу (деревина, фашины).	Вода проходить через гребінь запруди з тиском 0,3 м, перепади – до 0,6 м, витрати 0,2-2,0 м <sup>3</sup> /с.	Запруды будують з контуром вигину по поверхні рівній 1/6-1/10 її довжини.
Протиерозійні водойми	Багатоцільове використання для зрошення, розведення риби, водопостачання, гасіння пожеж, відпочинку.	Вода проходить через водоскидні споруди. Споруди водойм відносяться до IV класу.	Параметри споруд визначаються гідрологічними та гідротехнічними розрахунками.

При виборі тієї чи іншої гідротехнічної споруди для захисту ґрунтів від водної ерозії необхідно врахувати вплив таких основних факторів:

- загальна кількість атмосферних опадів, характер та інтенсивність їх випадіння;
- площа водозабору та його характеристики;
- крутість і довжина схилу;
- якість ґрунтів (тип, механічний склад, ступінь еродованості та ін.);
- характер використання схилу (угіддя, сівозміна, сільськогосподарські культури);
- геологічні та гідрогеологічні особливості місцевості;
- заліснення схилу та ін.

#### **4.7. Еколого-економічна ефективність впровадження протиерозійних заходів**

При економічній оцінці результатів захисту ґрунтів від ерозії необхідно враховувати наступні параметри (за Медведєвим Н. В., 1985):

1. Зміну кількісного і якісного стану основної та побічної продукції;
2. Кількість ґрунту, змив якого вдалося попередити та уміст у ньому поживних речовин;

3. Додаткові прямі витрати на виконання протиерозійних заходів.

Нижче представлено детальне описання джерел отримання інформації для розрахунку по кожному з представлених параметрів:

1. Зміни кількісного і якісного стану типів продукції – це результат застосування певного агротехнічного прийому. Якщо додаткова продукція не враховувалася, тоді і її приріст береться з урахуванням коефіцієнта виходу від основної для певного регіону вирощування. Вартість приросту врожаю визначають ринкові ціни по регіонах України. Якщо ринкові ціни на окремі види продукції відсутні, існує можливість перевести додаткову продукцію в кормові одиниці і оцінити їх з огляду на вартість однієї кормової одиниці даної продукції.

2. Попереджений змив ґрунту (кількість ґрунту, змиву якого вдалося запобігти) визначається як різниця між величинами змиву на аналогічній ділянці без впровадження відповідного агротехнічного заходу. В кількості дрібнозему, який переважає у винесеному ґрунтовому матеріалі визначається уміст азоту, фосфору та калію. У випадку відсутності можливості провести агрохімічний аналіз умісту даних елементів живлення у ґрунті, для порівняння використовують довідникові видання, в яких представлені основні хімічні характеристики типів та підтипів ґрунтів. Валовий уміст азоту, фосфору та калію переводять в стандартні туки та оцінюють по величині витрат на придбання, збереження, транспортування та внесення в ґрунт.

3. Перед визначенням додаткових прямих витрат на протиерозійний захід необхідно порівняти технологічну карту для аналогічної ділянки, але без протиерозійного заходу. При цьому враховуються також і зміни у технологічному процесі, терміни проведення робіт організації виробництва та сільськогосподарської техніки, які були зумовлені впровадженням додаткового протиерозійного заходу або заходів. Розрахунки прямих витрат проводяться на основі існуючих в господарстві норм та нормативів.

Таким чином, загальна сума витрат визначається шляхом складання: витрат на здійснення протиерозійного заходу; витрат на додаткові технологічні операції, пов'язані з цим заходом; витрат на матеріали і витрат, пов'язаних із збиранням додатково отриманого врожаю та вирахуванням з цієї суми витрат на звичайний комплекс агротехнічних заходів. Крім цього по таких типах витрат, як внесення підвищених доз мінеральних добрив, посів кулісних культур і т. д. враховуються додаткові витрати на добрива та насіння, що на думку Ванина Д.Е., Рожкова А.Г., Сурмача Г.П. та ін. дозволить отримати розрахункові прирости врожаю.

Після того, як отримано дані про величину приросту врожаю основної та побічної продукції та витрати на її отримання, визначають річний

економічний ефект в результаті впровадження протиерозійних заходів (формула 4.8). Як наслідок, економічний ефект від всього обсягу впровадження за рік складатиме:

$$E_p = (V_{\text{пр}} - V_{\text{доп}}) S; \quad (4.8)$$

де  $E_p$  – економічний ефект від впровадження агротехнічних заходів за рік, грн;  $S$  – площа впровадження агротехнічного заходу, га;  $V_{\text{пр}}$ , – вартість усієї додаткової валової продукції, грн.;  $V_{\text{доп}}$  – вартість додаткових прямих витрат, пов'язаних з отриманням даної продукції, грн.

Отримані значення про річний економічний ефект від впровадження агротехнічного заходу можна доповнити розрахунком витрат на мінеральні добрива для компенсації виносу поживних речовин з ґрунту в результаті процесів ерозії.

Вартість тих збитків спричинених в результаті дії ерозії, яким вдалося запобігти може бути розрахована за формулою 4.9:

$$V_z = V_N + V_P + V_K \quad (4.9)$$

де  $V_z$  – вартість, збитків спричинених в результаті дії ерозії, грн.;  $V_N$ ;  $V_P$ ;  $V_K$  – вартість попередженого виносу азоту, фосфору та калію, розрахована по поточних цінах та витратах на стандартні туки, грн.

Слід зауважити, що кількість збитків, яким вдалося запобігти – це додатковий показник для характеристики ефективності протиерозійних заходів, а тому складати вартість чистого прибутку з даним показником не рекомендується.

Оцінка економічної ефективності протиерозійних заходів проводиться за такими напрямками:

- шкода, яка завдається ерозією ґрунтів;
- ефективність окремих складових протиерозійної системи;
- економічна ефективність протиерозійної системи в цілому.

Ефективність окремих протиерозійних агротехнічних заходів наведено в таблиці 4.11.



Таблиця 4.11.

**Еколого-економічна ефективність агротехнічних  
протиерозійних заходів на 1 га**

<b>Тип агротехнічних заходів в умовах Степу України та їх ефективність на 1 га</b>	<b>Попереджені втрати ґрунту, т</b>	<b>Чистий еколого- економічний ефект, %</b>
Глибокий плоскорізний обробіток ґрунту	24,4	66,8
Мілкий поверхневий обробіток ґрунту	24,4	88,4
Смугове розміщення культур	35,3	127,6
Посів куліс	22,0	59,0
Залуження сильноеродованих земель	80,4	140,3
Вологонакопичувальні заходи (лункування, боронування, створення мікроліманів)	2,9	67,8
Переривисте боронування міжрядь просапних культур	1,7	77,8
Щілювання ріллі	3,0	76,4
Щілювання багаторічних трав	18,2	139,4
Щілювання природних кормових угідь	18,2	36,1
Поверхнєве покращення сінокосів і пасовищ	30,1	28,5

***Питання для самоконтролю:***

1. За якими основними напрямками проводиться оцінка економічної ефективності протиерозійних заходів?
2. Від яких показників залежить економічна ефективність вибраного проектного варіанту протиерозійної організації території?
3. Для яких сільськогосподарських культур характерні найвищі коефіцієнти ерозійної небезпеки?
4. Що є основним показником оцінки агротехнічних протиерозійних заходів?
5. Які з агротехнічних заходів характеризуються високою економічною ефективністю?
6. Як розраховують економічну ефективність протиерозійних насаджень?

**Перелік тестових завдань:**

1. Заходи по боротьбі з ерозією поділяються на:
  - а) організаційно-господарські;
  - б) агротехнічні та агроеліоративні,

- в) лісомеліоративні, гідромеліоративні та гідротехнічні;
- г) всі відповіді правильні.

2. Скільки виділяють технологічних груп земель з метою протиерозійної організації землекористування:

- а) 2;
- б) 3;
- в) 4;
- г) 5.

3. Перша технологічна група включає в себе:

- а) рівнинні землі, а також схили крутістю до  $3^\circ$ ;
- б) оброблювані землі на схилах крутістю від  $3$  до  $7^\circ$ ;
- в) землі на схилах крутизною понад  $7^\circ$ .

4. До другої технологічної групи належать:

- а) рівнинні землі, а також схили крутістю до  $3^\circ$ ;
- б) оброблювані землі на схилах крутістю від  $3$  до  $7^\circ$ ;
- в) землі на схилах крутизною понад  $7^\circ$ .

5. До третьої технологічної групи належать:

- а) рівнинні землі, а також схили крутістю до  $3^\circ$ ;
- б) оброблювані землі на схилах крутістю від  $3$  до  $7^\circ$ ;
- в) землі на схилах крутизною понад  $7^\circ$ .

6. Полезахисні лісосмуги розміщують на землях:

- а) першої технологічної групи;
- б) другої технологічної групи;
- в) третьої технологічної групи.

7. Довжина «вітрової тіні» лісосмуг з підвітряного боку:

- а) в 5-15 раз більше показника висоти лісосмуги;
- б) в 5-15 раз менше показника висоти лісосмуги;
- в) в 30-60 раз більше показника висоти лісосмуги;
- г) в 15-30 раз більше показника висоти лісосмуги.

7. Довжина «вітрової тіні» лісосмуг з завітреного боку:

- а) в 5-15 раз більше показника висоти лісосмуги;
- б) в 5-15 раз менше показника висоти лісосмуги;
- в) в 30-60 раз більше показника висоти лісосмуги;
- г) в 15-30 раз більше показника висоти лісосмуги.

8. Під впливом лісових смуг урожайність зернових культур порівняно з відкритими полями підвищується на:

- а) 2-8 ц/га;
- б) 10-12 ц/га;
- г) 2-8 т/га;

в) 1-2 т/га.

9. Ширина поля на схилах 3-4° не повинна перевищувати:

а) 300–400 м,

б) 200 м;

в) 500 м.

10. Ширина поля на схилах 4-7 ° не повинна перевищувати:

а) 300–400 м,

б) 200 м;

в) 500 м.

11. Основою ґрунтозахисних кормових сівозмін в Степу є:

а) багаторічні трави;

б) однорічні трави;

в) овочеві культури;

г) зернові культури.

12. Впроваджувані сівозміни повинні забезпечувати захищеність ґрунтів

1 технологічної групи на:

а) 65-75 %,

б) 75-80%;

в) 85-95 %;

г) 50-60 %.

12. Впроваджувані сівозміни повинні забезпечувати захищеність ґрунтів

2 технологічної групи на:

а) 65-75 %,

б) 75-80%;

в) 85-95 %;

г) 50-60 %.

13. Впроваджувані сівозміни повинні забезпечувати захищеність ґрунтів

3 технологічної групи на:

а) 65-75 %,

б) 75-80%;

в) 85-95 %;

г) 50-60 %.

14. Найвищим коефіцієнтом ерозійної небезпеки характеризуються:

а) чорний пар;

б) багаторічні трави 1-ого року користування;

в) багаторічні трави 3-ого року користування;

г) ярі зернові.

15. Найнижчим коефіцієнтом ерозійної небезпеки характеризуються:

а) чорний пар;

- б) багаторічні трави 1-ого року користування;
- в) багаторічні трави 3-ого року користування;
- г) ярі зернові.

16. Звичайні агротехнічні протиерозійні заходи включають в себе:

а) глибокий обробіток ґрунту, обробіток ґрунту та висів культур впоперек схилу, застосування добрив на еродованих ґрунтах, снігозатримання;

б) гребенева оранка, боронування; утворення мікролиманів, плоско різний обробіток, смугове (кулісне) розташування культур, щілювання, лункування, кротування, глибоке розпушення, вертикальне мульчування;

в) немає правильної відповіді.

17. Спеціальні агротехнічні протиерозійні заходи включають в себе:

а) глибокий обробіток ґрунту, обробіток ґрунту та висів культур впоперек схилу, застосування добрив на еродованих ґрунтах, снігозатримання;

б) гребенева оранка, боронування; утворення мікролиманів, плоско різний обробіток, смугове (кулісне) розташування культур, щілювання, лункування, кротування, глибоке розпушення, вертикальне мульчування;

в) немає правильної відповіді.

18. Протиерозійний обробіток ґрунту в умовах Донбасу базується на:

а) широкому використанні безполицевих ґрунтообробних знарядь;

б) глибокій оранці;

в) мінімальному використанні безполицевих ґрунтообробних знарядь.

19. Основні протиерозійні гідротехнічні споруди створюють:

а) на водозбірній площі;

б) у вершинах ярів;

в) на дні ярів;

г) всі відповіді правильні.

20. Оцінка економічної ефективності протиерозійних заходів проводиться за такими напрямками:

а) шкода, яка завдається ерозією ґрунтів;

б) ефективність окремих складових протиерозійної системи;

в) економічна ефективність протиерозійної системи в цілому;

г) всі відповіді правильні.

## РОЗДІЛ 5. БОРТЬБА З ЕРОЗІЄЮ ҐРУНТІВ В ІНШИХ КРАЇНАХ СВІТУ

Початковим пунктом відліку формування важливого й відповідального відношення до ґрунтів та охорони їх від деградаційних процесів у більшості країн світу є створення відповідної служби з охорони ґрунтів із закріпленням широкого кола контролюючих та санкціонуючих функцій. До створення відповідних підрозділів у різних країнах призвели саме безпрецедентні за обсягом прояви водної та вітрової ерозії, які охопили значні площі країн та поставили питання запобігання та попередження впливу даних явищ на рівень національних інтересів.

Показовими можна вважати випадки прояву сильних пилових бур під час засух у *Сполучених Штатах Америки та Канаді* у 1930-ті роки. Ситуація стала можливою через стрімку механізацію галузі сільського господарства, яка в свою чергу призвела до збільшення поверхні орних земель за рахунок розорювання більшої частини пасовищ та сінокосів. В результаті цього незакріплені трав'янистим покривом часточки ґрунту переносилися вітром у вигляді чорних пилових хмар на площі близько 400 000 км<sup>2</sup>. Чорні бурі не тільки завдавали шкоди сільському господарству, але й спричиняли величезні зміни у екологічній ситуації на рівні цілих штатів та викликали масові міграційні процеси. Важливим наслідком цієї екологічної катастрофи стало створення Служби з ерозії ґрунтів, яка була переведена під управління Департаменту сільського господарства США і стала прототипом відомої у наші часи – Служби охорони природних ресурсів. На сьогодні ці країни відомі широким впровадженням технологій прямого посіву, мінімального та нульового обробітку ґрунту по діагоналях рельєфу впоперек схилів; застосуванням покривних культур та утворенням мульчі на поверхні ґрунту; внесенням великої кількості органічної речовини для нормалізації стану його родючості; створенням за необхідності гідрологічних споруд – дренажу з трубами та «водовідводів» вздовж полів засіяних цупким трав'янистим покривом; терасуванням схилів.

У *Китаї* – іншій прогресивній країні світу, до необхідності жорсткої регламентації земельних відносин у сфері охорони ґрунтових ресурсів призвели: стрімке зростання кількості населення (і як наслідок нагальна необхідність його прогодувати); вкрай несприятливі для ведення сільського господарства природні умови (велика кількість схилових земель, низькі показники родючості лесових ґрунтів, затоплення значних площ під час розливу річки Хуанхе, низка «технологічних революцій», які певним чином вплинули на модернізацію галузі сільського господарства). Справжнього поширення протиерозійних заходів у Китаї вдалося досягти після проведення комуністичною партією так званих «Всекитайських нарад по боротьбі з ерозією» у повоєнні 50-ті роки. Для порівняння можна привести наступні

цифри 1957-1958 років: площі, на яких проводилися протиерозійні роботи – 195 000 км<sup>2</sup>, площа під відновлення лісових насаджень – 260 млн м<sup>2</sup>; кількість осіб, задіяних у будівництві гідромеліоративних споруд – близько 100 млн. чоловік.

### **5.1. Особливості захисту ґрунтів від ерозії в європейських країнах**

На території Європи водна ерозія значною мірою поширена в тих регіонах, де сільськогосподарське виробництво зосереджене на схилових землях із крутим ухилом поверхні та ризиком випадання великої кількості опадів, на ґрунтах не захищених рослинним покривом, що піддаються дії води та вітру.

За даними моделювання середньорічних втрат ґрунту в результаті дії водної ерозії по універсальному рівнянню RUSLE 2015 у 2015 році найбільші втрати ґрунту на рівні 7-8,5 т/га було отримано у *Італії, Словенії та Австрії*. Крім цього, вищі за середні показники втрати ґрунту для Європи були виявлені у інших Середземноморських країнах – *Іспанії, Греції, Мальті та Кіпрі*. В кліматично-зональному відображенні це місцезнаходження Альп, Піренеїв, Південних Карпат (на прикладі східної частини *Румунії*) та провінції Сьєра Невада в *Іспанії*.

В цілому ж країни ЄС об'єднує спільна політична доктрина захисту ґрунтів та регламентація їх відновлення на основі існуючих та таких, що постійно оновлюються баз даних країн про ключові фактори виникнення ерозії – кількість та якість опадів, тип ґрунту та ступінь його покриття, топографія місцевості (довжина та крутизна схилу), тип землекористування та засоби управління.

Заходи з охорони ґрунту від ерозії в перерахованих вище країнах визнано пріоритетними та такими, що потребують активної підтримки держави для їх реалізації. Головною умовою ефективного функціонування сільського господарства в ЄС на землях з ризиком ерозійних процесів є постійна турбота про охорону ґрунтів та здійснення системи заходів з підвищення їх родючості з урахуванням місцевих особливостей.

Так, у країні *Швейцарії*, розташованій у центральній Європи, через знаходження більшої частини сільськогосподарських земель на схилах, надзвичайного поширення отримала відповідна техніка, здатна працювати в умовах складного рельєфу. До такої можна віднести портативні вузькозахватні ізодіаметричні трактори з низьким центром тягіння та гусеничні модифікації з незалежною лівою та правою підвіскою. Проведене детальне картографування земель дозволяє чітко визначити, які території можуть бути залучені до земель під обробіток, а які краще залишати виключно під пасовища та сінокоси.

Крім цього в країні існує пряма система субсидій для виплати фермерам, які надають суспільству цілу низку екосистемних послуг через консервацію та збереження схилів земель у «нечутливому» для ерозії стані (зберігають постійний рослинний покрив, проводять мульчування та заорювання рослинних решток, організовують сівозміни з переважанням культур суцільного посіву).



**Рис. 5.1. Агрolandшафти Швейцарії**

У південній частині Європи – в *Іспанії*, де через меншу кількість опадів, надзвичайно низький рівень рослинного покриття та погодні передумови, сприятливі для появи вітрових ерозійних процесів, зростає ризик поширення опустелювання у східній частині, широко застосовують такі ґрунтоохоронні практики, як: зменшення навантаження на ґрунти шляхом мінімізації обробітку, використання сидератів, покривних культур та додаткове внесення елементів живлення.



**Рис. 5.2. Дефляційно нестійкі агrolandшафти Іспанії**

## 5.2. Особливості захисту ґрунтів від ерозії в країнах Азії

Цікавими для вивчення є згадані вище протиерозійні практики, впроваджені у *Китаї*, де більше 70 % території представлено пагорбистою та пошкодженою поверхнею, а щорічна кількість опадів вища чим в Україні в декілька раз, їх характер має більш руйнівну та масштабну природу. Третина сільськогосподарських земель країни знаходиться в межах Лесового Плато, а третина угідь – на схилах з ухилом поверхні від 7<sup>0</sup>. Разом з цим, країна може виступати прикладом ефективного призупинення поширення ерозійних процесів.

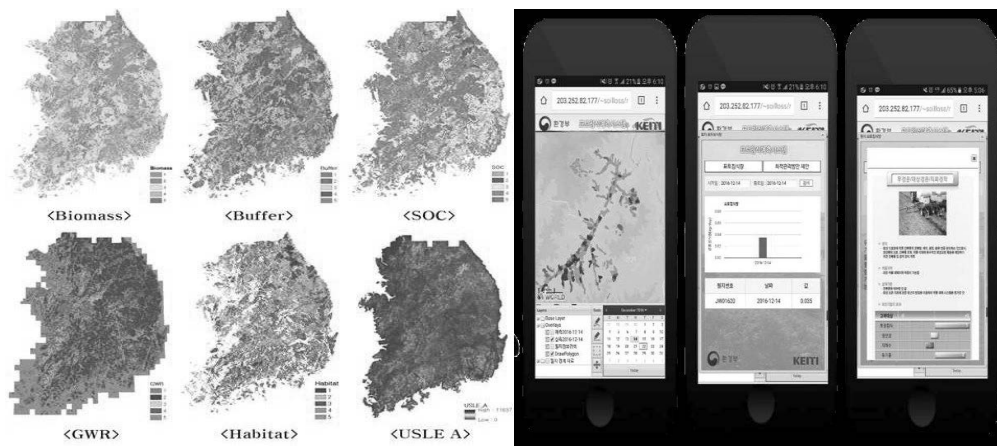


**Рис. 5.3. Протиерозійна організація схилових земель Китаю**

Одночасно з прийняттям низки законодавчих актів, спрямованих на збереження довкілля та дбайливе відношення до ґрунтів у суспільстві, широко впроваджуються інструменти моніторингу ризику ерозії та попередження повеней та пилових бур в межах існуючих екосистем. Серед найбільш поширених заходів – заліснення територій, терасування схилів, організація інфраструктури із врахуванням їх протиерозійної функції, контроль старих та впровадження нових гідротехнічних споруд (дамб, резервуарів, каналів і т. д.).

Заслуговує на увагу досвід *Південної Кореї*, яка ефективно впроваджує мережеві технології в сфері охорони ґрунтів. Однією з таких технологій є система управління станом ґрунтів. В результаті внесення значної кількості інформації (щодо особливостей клімату, ґрунту, агротехніки, культур і т.д.) було обраховано вартість збитків від дії ерозії в межах конкретного басейну річки та обрано шляхи компенсації порушеного біорізноманіття, винесеної кількості поживних речовин та втрачених ресурсів вологи. Дана система працює онлайн, постійно доповнюється та оновлюється в реальному режимі. На думку корейських вчених, вона придатна для впровадження у будь-якій країні світу з метою збереження ґрунтових та водних ресурсів.

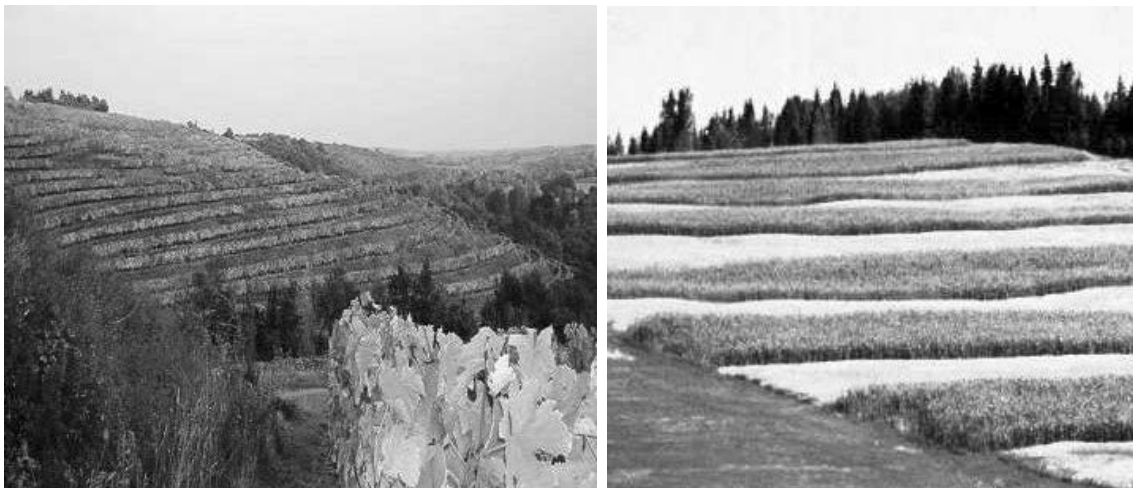




**Рис. 5.4. Мережева система управління станом ґрунтів**

### **5.3. Особливості заходів захисту ґрунтів від ерозії в Африці**

В північній частині *Африки* (Алжир, Марокко) в умовах боротьби з водною ерозією широко застосовуються практики терасування схилів, проведення обробітку по контурах та смугове розташування культур. В екваторіальній частині у зоні вологого тропічного клімату, де є частими зливи, повені, зсуви одночасно з використанням загальноприйнятих протиерозійних практик, працюють над організацією контрольованого поверхневого стоку, відбудовою гідротехнічних споруд і т. д.



**Рис. 5.5. Схиліві ландшафти Північної Африки**

У більш посушливих районах півночі та півдня континенту (на відміну від екваторіальної частини) на пустельних та червоно-бурих ґрунтах дуже поширена вітрова ерозія. Отримання врожаю культур можливе лише за умови компенсації відсутньої в ґрунтах органічної речовини, шляхом внесення

мінеральних добрив, компостів, рослинних залишків, а інколи – і біовугілля, попелу та інших напіврозкладених органічних відходів.



**Рис. 5.5. Дефляційно нестійкі ландшафти Африки**

#### **5.4. Особливості заходів захисту ґрунтів від ерозії в Америці**

Через значні обсяги використання сільськогосподарської техніки у *Бразилії* до зеленої революції 1970 років практики по контролю ерозії були зазвичай неефективними і вже впроваджених площ під терасами та контурно-меліоративною організацією території було недостатньо. Вирішення ситуації полягало у широкому впровадженні мінімальної та нульової технології обробітку ґрунту на більш ніж половині сільськогосподарських угідь. Одночасно з цим було впроваджено рослинницько-тваринницько-лісівничу концепцію управління (Integrated crop-livestock-forest).



**Рис. 5.6. Протиерозійна організація території схилу в Бразилії**

Основною особливістю концепції є поєднання на одній площі всіх цих галузей виробництва максимально можливим синергетичним ефектом. Так витягнуті впоперек схилів невеликі за площею та вузькі за формою поля розмежовані лісосмугами щільної конструкції. Це дозволяє на окремих полях проводити контрольований випас худоби, обмеживши їх потрапляння на

сусідні ділянки. Одночасно з цим проводиться картування ґрунтів з метою створення оновлених та деталізованих карт для господарств. Також заплановане зменшення кількості агрохімікатів, які щорічно вносяться для покращення екологічного стану цих земель.

### **Питання для самоконтролю:**

1) З чим на Вашу думку пов'язані особливості прояву дефляційних процесів у різних країнах світу?

2) Перерахуйте країни Європи, де на вашу думку їй протидіють найбільш ефективно.

3) Які сучасні технологічні рішення вже використовують у охороні ґрунтів від ерозії?

4) Які державні відомства та служби на Вашу думку мають опікуватися питаннями охорони ґрунтів від ерозії і як це відбувається у світі?

### **Перелік тестових завдань:**

1. Сильні пилові бурі у Сполучених Штатах Америки спостерігалися у:

а) 1930-ті роки;

б) 1830-ті роки;

в) 2000-ті роки.

2. Справжнього поширення протиерозійних заходів у Китаї вдалося досягти після проведення комуністичною партією так званих «Всекитайських нарад по боротьбі з ерозією» у:

а) 1950-ті роки;

б) 1830-ті роки;

в) 2000-ті роки.

3. За даними моделювання середньорічних втрат ґрунту в результаті дії водної ерозії найбільші втрати ґрунту в Європі зафіксовано в:

а) Італії, Словенії та Австрії;

б) Німеччині, Іспанії та Австрії;

в) Польщі, Словенії та Австрії.

4. Для фермерів, які сприяють збереженню схилівих земель у «нечутливому» для ерозії стані у Швейцарії передбачено:

а) відсутність державної підтримки;

б) пряма система субсидій;

в) одноразові грошові виплати.

5. У якій європейській країні існує ризик опустелювання?

а) Польщі;

б) Іспанії;

в) Швеції;

г) Австрії.

6. У якій країні Азії більше 70 % території представлено пагорбистою та пошкодженою поверхнею:

- а) Китаї;
- б) Кореї;
- в) Монголії.

7. Яка азіатська країна ефективно впроваджує мережеві технології в сфері охорони ґрунтів:

- а) Південна Корея;
- б) Узбекистан;
- в) Казахстан;
- г) Монголія.

8. В якій частині Африки дуже поширена вітрова ерозія:

- а) екваторіальній;
- б) на пустельних та червоно-бурих ґрунтах;
- в) в долинах річок.

9. В чому полягає суть протиерозійної системи Integrated crop-livestock-forest?

а) поєднання на одній площі тваринництва, рослинництва та лісівничої галузі;

- б) поєднання на одній площі тваринництва та рослинництва;
- в) поєднання на одній площі бджільництва та рослинництва.

10. У поєднанні з яким деградаційним процесом проявляється вітрова ерозія у посушливих регіонах Азії та Африки?

- а) опустелювання;
- б) засолення;
- в) вивітрювання;
- г) всі відповіді правильні.

## РОЗДІЛ 6. КОНТУРНО-МЕЛІОРАТИВНІ СИСТЕМИ ЗЕМЛЕРОБСТВА (КМСЗ)

### 6.1. Історія впровадження контурно-меліоративної організації території в Україні

Після проведення великомасштабного ґрунтового обстеження протягом 1957-1961 рр. в Україні було виокремлено райони поширення ерозійних процесів та встановлено можливі показники динаміки водної та вітрової ерозії в залежності від окремих їх факторів. Все це дозволило представити інформацію щодо регіонів поширення ерозії у вигляді протиерозійного районування земель та розробити схему відповідних протиерозійних заходів на період 1971-1980 рр.

Отримані, впродовж 60-70 рр. такими вченими-ґрунтознавцями як Заславський М.М., Каштанов А.М., Ткаченко В.Г., напрацювання, дозволили сформувати новітній напрям в дослідженні ерозійних процесів, який в подальшому трансформувався в системний підхід до розробки наукових основ створення та протиерозійного комплексу заходів і організації так званої «**ґрунтозахисної системи землеробства**».

Під даною системою землеробства розуміють систему, яка дозволяє забезпечити отримання високих та стійких врожаїв якісної сільськогосподарської продукції з мінімальними затратами праці та засобів за обов'язкової умови забезпечення захисту ґрунтів від різних деградаційних процесів та підвищення врожаїв сільськогосподарських культур.

Основні принципи системи протиерозійного (ґрунтоводоохоронного) землеробства на схилових землях вважаються базою для конструювання ґрунтозахисної меліоративної просторової структури сільськогосподарських угідь, яка була реалізована у вигляді ґрунтозахисної системи землеробства з контурно-меліоративною організацією території (КМОТ) у 1985 р. Дана модель передбачала розподіл земель на три еколого-технологічні групи, оптимізовану структуру посівних площ, підбір сівозмін, заходи щодо відтворення родючості ґрунтів.

Головною особливістю контурно-меліоративної системи землеробства (КМСЗ) вважається **першочерговість екологічної складової**, яка враховується через регламентацію науково обґрунтованих обмежень антропогенного впливу на навколишнє середовище.

Ключові положення системи наступні: заборона на вирощування просапних культур на схилах з крутизною більше 3<sup>0</sup>; врахування ґрунтово-ландшафтних складових та перехід від прямокутно-лінійної організації території до контурної; заміна відвального обробітку на ґрунтозахисний; насичення сівозмін культурами, які враховують ґрунтово-ландшафтні фактори. Окрім контурної орієнтації меж полів та робочих ділянок

враховується диференційоване використання земельних ресурсів шляхом виділення контурів агроекологічних груп земель.

У 1986-1987 рр. проводилось активне впровадження ґрунтозахисної системи землеробства в виробництво на прикладі базових господарств у всіх областях України. Основні положення ґрунтозахисної системи землеробства з КМОТ було неодноразово використано під час розробки низки ґрунтоохоронних документів, серед яких: Державна програма підвищення родючості ґрунтів, Концепція розвитку землеробства України на період до 2005 р., Національна програма охорони земель та ін.

За період з 1984 по 1998 рр. було розроблено більше двох тисяч проектів землеробства з КМОТ на площі більше як 8 млн га.

В цілому ж, розроблена протягом 1986–2000 рр. ґрунтозахисна контурно-меліоративна система землеробства мала ландшафтно-екологічне спрямування та була направлена на збереження ресурсів для ведення сільського господарства в майбутньому.

Одночасно з інтенсифікацією с.-г. виробництва в тій частині землекористування, де фактори інтенсифікації найменш шкідливі для навколишнього середовища створювалися умови для забезпечення максимальної окупності та ефективності витрат на оптимізаційні протиерозійні заходи. Логічним чином дана система землеробства в умовах виробничого випробування у всіх областях України показала високу ґрунтозахисну, економічну і екологічну ефективність.

## **6.2. Основні положення контурно-меліоративної організації території (КМОТ) та контурно-меліоративної системи землеробства (КМСЗ)**

Найважливішою складовою частиною контурно-меліоративної організації території (КМОТ) є створення нового елемента – польової гідрографічної мережі, яку розміщують по межах згаданих у розділі 4.1 еколого-технологічних груп земель.

Таким чином, створюють контурну організацію території, яку на місцевості фіксують так званими протиерозійними заходами постійної дії: водорегулювальними оброблюваними валами, валами-дорогами, лісосмугами. Основними принципами схем організації протиерозійних заходів щодо областей є:

- комплексність протиерозійного захисту земель, що забезпечує оптимальне сполучення організаційно-господарських, агротехнічних, лісомеліоративних і гідротехнічних заходів;
- диференційованість застосування протиерозійних заходів залежно від конкретних природних та економічних умов, активності і характеру процесів;
- економічність і стійкість заходів, що передбачаються.

Основним завданням контурно-меліоративної організації території с.-г. угідь і сівозмін в контурно-меліоративних системах землеробства є створення організаційно-господарських і територіальних умов для найбільш повного й ефективного використання земельних угідь, захисту від ерозії і підвищення родючості еродованих і земель, що еродуються, одержання найбільшої кількості продукції з одиниці площі при найменших витратах засобів і праці, найбільш ефективного використання с.-г. техніки й організації праці.

Особливістю організації угідь і сівозмін у районах ерозії ґрунтів є розробка комплексу протиерозійних заходів для усіх видів угідь. Організація угідь і сівозмін у цих районах включає встановлення складу і площ угідь, розробку заходів щодо поліпшення угідь, проектування системи раціональних сівозмін.

Проектування контурної організації території здійснюється у такій послідовності:

- виділяють еколого-технологічні групи і підгрупи земель;
- визначають і розміщують площі сівозмін, ділянки постійного залуження, багаторічні насадження і природні кормові угіддя;
- розташовують заходи постійної дії протиерозійного впорядкування території (лісосмуги, шляхи, гідротехнічні споруди);
- за потреби проводять внутрішню польову організацію території, визначають технологічні і робочі ділянки;
- визначають ділянки, на яких треба провести заходи щодо відновлення родючості ґрунтів.

**Ґрунтозахисна система контурно-меліоративного землеробства** має відповідати:

- раціональній структурі земельних угідь;
- раціональній структурі посівних площ;
- раціональному розміщенню полів, сівозмінних масивів і робочих ділянок усередині полів з урахуванням умов рельєфу;
- ґрунтозахисним системам механічного обробітку ґрунтів відповідно до культури, рельєфу та кліматичних умов;
- меліоративним та культуртехнічним заходам на орних землях та природних кормових угіддях;
- раціональному розміщенню системи лісових насаджень;
- раціональному використанню природних кормових угідь;
- раціональному розміщенню лінійних рубежів (шляхів, меж полів, сівозмін, господарства) максимально сполучених з природними.

**Ґрунтозахисна система контурно-меліоративного землеробства** складається з таких основних ланок:

- контурно-меліоративна організація території з напрямними лініями обробітку ґрунту;

- система сівозмін;
- система ґрунтозахисного обробітку ґрунту;
- система удобрення культур;
- система захисту культур від бур'янів, хвороб та шкідників;
- система машин і знарядь;
- система насінництва.

У системі заходів боротьби з ерозією ґрунтів важливе значення має введення й освоєння системи раціональних сівозмін.

Проектування сівозмін у районах ерозії ґрунтів має на меті вирішення наступних завдань:

- раціональне використання орних земель для найбільш повного й ефективного використання кожної ділянки з врахуванням рельєфу, ґрунтів і їх еродованості;

- розробка системи сівозмін і їхньої структури, здатної забезпечити умови для припинення ерозійних процесів і підвищення родючості земель, що еродуються;

- створення необхідних територіальних умов для ефективного застосування протиерозійного комплексу;

- диференційоване розміщення сільськогосподарських культур з врахуванням відповідності природного середовища біологічним особливостям оброблюваних культур;

- виконання і перевиконання плану виробництва продукції і раціональне використання сільськогосподарської техніки;

- максимальне скорочення витрат, пов'язаних з освоєнням сівозмін.

**Основним завданням впорядкування території сівозмін в КМСЗ** є створення територіальних умов для припинення ерозійних процесів на орних і прилеглих до них землях, затримки поверхневого стоку, захисту ґрунтів від шкідливих вітрів, проведення різних протиерозійних заходів, раціонального використання техніки й організації праці.

Впорядкування території сівозмін у районах ерозії ґрунтів включає розробку наступних елементів:

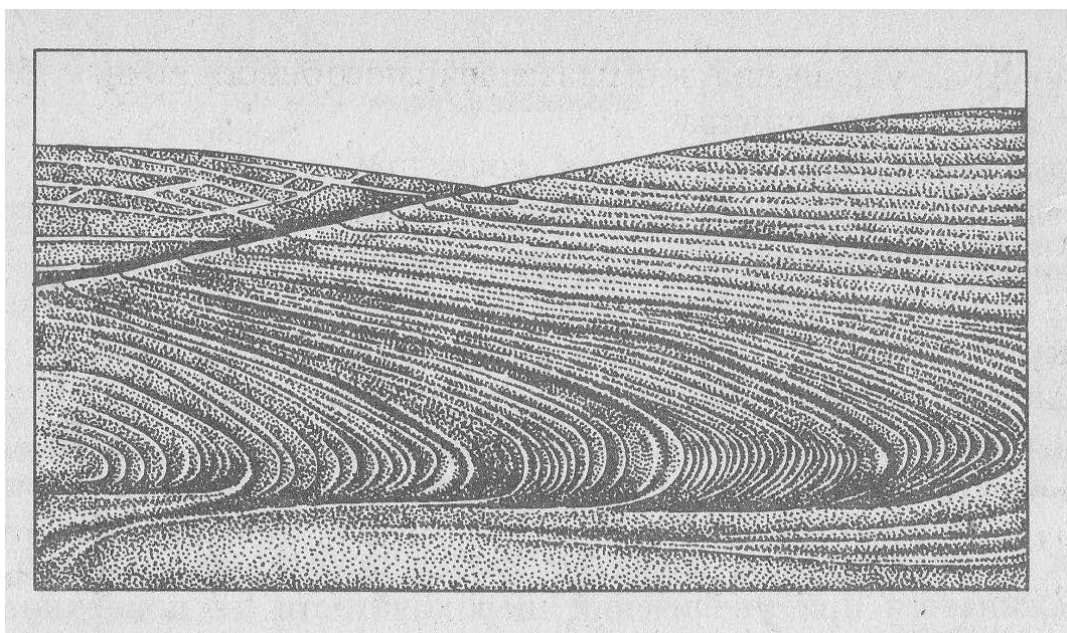
- проектування полів сівозмін та робочих ділянок;
- розміщення захисних лісосмуг;
- розміщення польових шляхів;
- розміщення джерел польового водопостачання;
- розміщення польових станів.

При проектуванні полів і робочих ділянок враховуються наступні вимоги:

- кожне поле і робоча ділянка повинні бути однорідними за характером прояву ерозійних процесів, тобто розміщатись на землях однієї або двох суміжних категорій, а в умовах складного рельєфу поля повинні бути рівноякісними;



- довгі сторони полів і робочих ділянок, що визначають напрямок обробітку, повинні розміщатись строго з врахуванням рельєфу;
- за розмірами вони повинні бути досить великими і мати зручну конфігурацію для раціонального використання сільськогосподарської техніки;
- ширина робочих ділянок повинна бути пов'язана з допустимою довжиною лінії стоку і можливістю розміщення лісосмуг по їх межах;
- кожне поле і робоча ділянка повинні мати зручний зв'язок з виробничим центром.



**Рис. 6.1. Контурний обробіток схилених земель.**

#### **Контурна організація території:**

- забезпечує підвищення захисних функцій існуючих сільськогосподарських ландшафтів у водозбірних басейнах у межах землекористування при взаємодії з існуючими елементами організації території на водозбірних площах прилеглих землекористувань з тим, щоб не погіршити їхні захисні протиерозійні властивості;
- максимально враховує наявні рубежі, що значно впливають на перерозподіл поверхневого стоку талих і зливових вод на водозбірних площах і не підлягають реконструкції в процесі проектування;
- визначає лінійні рубежі для розміщення позахисних і водо регулюючих лісосмуг, протиерозійних валів різних типів, водоохоронних захисних прибережних смуг, що виконують захисні протиерозійні функції і будуть входити до єдиної регіональної системи протиерозійних заходів довгострокової дії з тривалим строком окупності;

- створює оптимальні умови взаємодії різних елементів ґрунтозахисної системи землеробства щодо забезпечення зниження витрат вологи внаслідок поверхневого стоку і підвищення продуктивності агроценозів.

Меліоративна організація території включає в себе необхідність закріплення заходів контурної організації території «на місцевості» комплексом меліоративних заходів постійної дії, які включають в себе: лісосмуги, земляні вали різних типів, прості меліоративні інженерні споруди.

Існують наступні **типи контурної протиерозійної організації території:**

**контурна** – це проектування границь полів сівозмін і робочих ділянок в напрямку горизонталей. Вона забезпечує регулювання поверхневого стоку в основному агроприйомами і поділяється на *прямолінійну, прямолінійно-контурну, контурно-паралельну та контурну.*

**контурно-смугова** – забезпечує регулювання поверхневого стоку шляхом фітомеліорації і агротехнічних прийомів. При цьому обробіток проводять вздовж горизонталей по смугах, які чергуються із смугами, що покриті рослинністю.

**контурно-меліоративна** – проводиться в умовах дуже високої ерозійної небезпеки в тих випадках, коли агроприйомами і фітлмеліоративними заходами не вдається досягнути повної затримки стоку. Вона передбачає створення системи гідротехнічних споруд лінійного типу для затримки або безпечного відводу надлишкового стоку.

Контурно-меліоративна організація території є найбільш комплексною і при її запровадженні передбачається:

- розширене відтворення родючості ґрунту, оптимізація його фізичних, хімічних та водних властивостей;
- раціональне розміщення земельних угідь, сівозмінних масивів, полів, лісосмуг, доріг, гідротехнічних споруд та інших елементів ґрунтозахисної організації території з врахуванням природних ландшафтів та горизонталей;
- розподіл земельних угідь на еколого-технічні групи залежно від крутизни схилу.

В основі контурно-меліоративної організації території лежить єдина водорегулююча система лінійних рубежів, яка строго пов'язана з рельєфом місцевості і буває таких типів:

**прямолінійна** – застосовується на прямих ділянках схилів. При цьому способі проектування створюються сприятливі умови для виконання польових механізованих робіт.

**прямолінійно-контурна** – можливе застосування на схилах крутизною 1-3<sup>0</sup> з частим чергуванням водорозділів і тальвегів, а також в інших випадках зміни горизонталей без значного перепаду крутизни.

**контурно-паралельна** – проектування лінійних рубежів, найбільш повно враховує рельєфні умови і забезпечує найбільш ефективне

використання машино-тракторних агрегатів при виконанні протиерозійних технологічних процесів.

*Контурна* – розміщення меж в строгій відповідності з напрямком горизонталей може забезпечити найкращі умови по затримці і зменшенню змиву ґрунту, але не може забезпечити високої механізації технологічних процесів по вирощуванню сільськогосподарських культур.

### **6.3. Приклад організації об'єкту КМСЗ в Донецькій області**

Під впливом водної та вітрової ерозії у Донбасі знаходиться більше ніж 78 % сільськогосподарських угідь, а тому питання охорони ґрунтів від ерозії та раціонального їх використання в даному агроландшафті стоїть дуже гостро.

Саме через необхідність збільшення врожайності сільськогосподарських культур, більш раціонального використання земельних ресурсів і потреби підвищення родючості чорноземних ґрунтів Донецького регіону було прийняте рішення про створення Донецької дослідної станції у 1968 році, яка у 2018 році відсвяткувала 50-річний ювілей з дати заснування.

Метою створення даного проекту було екологічне збалансування ландшафту за для призупинення ґрунторуйнівних процесів; стабільної якійснї і кількіснї оптимізації вологозабезпеченості; контурно-смугове розміщення вирощуваних культур.

Таким чином, на землях ДП «ДГ Донецьке» з'явився унікальний за своїми властивостями протиерозійно контурно-меліоративно упорядкований агроландшафт, започаткований професором К. Л. Холуп'яком, на основі науково обґрунтованого проекту організації території дослідного господарства станції. Загальна площа, яку охоплював об'єкт складала 311,3 га, площа під лісосмугами – 6,2 га.

Наступні етапи роботи включали в себе:

- складання картограм розподілу снігового покриву;
- створення замкнутої системи полезахисних лісосмуг;
- проведення рубок догляду.

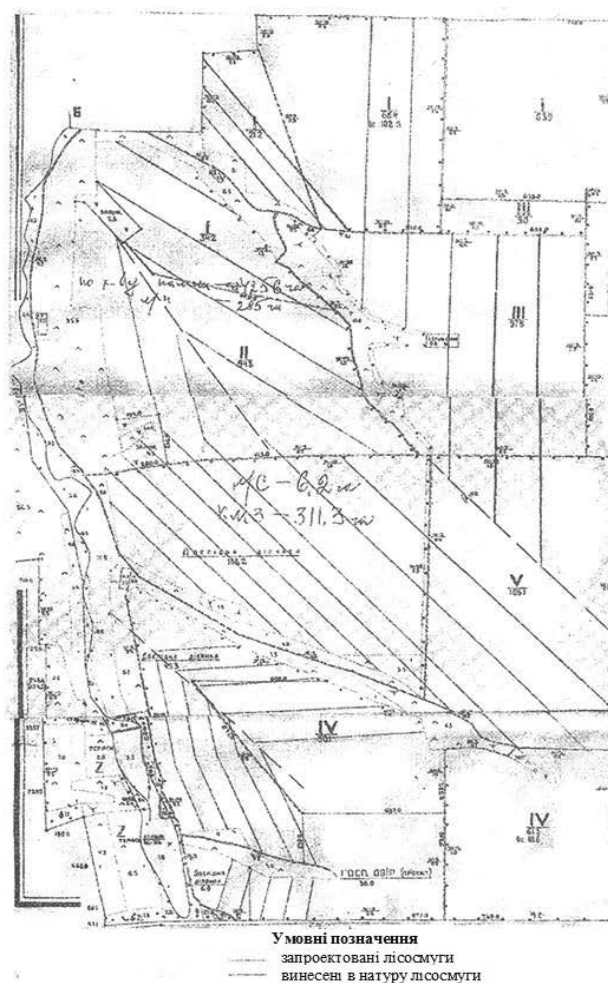
Одночасно з цим проводилося вивчення теоретичного підґрунтя для нових та вже існуючих протиерозійних комплексів, можливостей прогнозування ерозійних процесів, ґрунтозахисної концепції землеробства в агроландшафті, перспективності використання технологічних та меліоративних протиерозійних заходів і оцінки протиерозійної їх ефективності.

Крім того, отримали продовження організаційні роботи щодо впровадження комплексу протиерозійних заходів та наукові роботи присвячені моніторингу інтенсивності процесів водної, вітрової ерозії за умов вирощування різних типів агрокультур та різних систем обробітку (нульовий,

мінімальний та традиційний), оцінці та прогнозу протиерозійної стійкості схилів територій регіону.

Також було розраховано кількість винесеного ґрунтового матеріалу в снігових наметах, спрогнозовано втрати ґрунту під час пилової бурі в результаті дії вітрової ерозії.

Складено прогноз ерозійних процесів та розроблено комплекс заходів по боротьбі з їх наслідками; удосконалено агротехнологічну складову протиерозійних досліджень шляхом визначення впливу технологій обробітку; створено методологію захисту ґрунтів від ерозії та раціонального їх використання з урахуванням ландшафтної адаптації, як комплексу взаємопов'язаних агротехнічних та організаційних заходів.



**Рис. 6.2. Фрагмент облаштованого агроландшафту в системі контурно-меліоративного землеробства на прикладі земель ДП «ДГ Донецьке» (Ясинуватський р-н, Донецька обл.)**

До таких заходів належать: математичне моделювання; натуральні спостереження; ретроспективний аналіз фізико-хімічного стану чорнозему

звичайного; моніторинг властивостей ґрунту; проведення розрахунків та прогнозів; інформаційний супровід системи охорони земель від ерозії. Дана методологія базується на унікальних матеріалах, які по повноті та якості представлення не мають собі аналогів у Північному Степу України.

Серед основних протиерозійних заходів, які досліджувалися науковцями та добре себе зарекомендували, наступні:

- вилучення із сівозміни земель, розташованих на схилах і залуження їх багаторічними травами;
- диференційований підхід до використання змитих ґрунтів та їх докорінна меліорація;
- впровадження протиерозійної технології обробітку ґрунту; посів бобово-злакових сумішок.

В результаті впровадження розроблених заходів підвищено ґрунтозахисну складову системи землеробства в умовах високої небезпеки виникнення та прояву ерозійних процесів з одночасним збільшенням площ сіножатей і пасовищ, що створює умови для підвищення кормової бази та продуктивності тваринництва.

Крім цього, сучасними науковцями для території досліджень розроблено картограму з урахуванням індексу ерозійної небезпеки земель, а також проаналізовано основні протидефляційні параметри чорнозему звичайного в залежності від способу обробітку ґрунту.

Сформовано основні положення протиерозійної технології вирощування с.-г. культур за принципом диференційованого обробітку ґрунту, що виконується відвальними, дисковими, плоскорізними та комбінованими знаряддями.

Серед переваг даної технології – зменшення ерозійних і дефляційних втрат у 2-3 рази; накопичення і збереження ґрунтової вологи; додаткове одержання 1,5-2,0 ц/га зерна озимої пшениці; економічний ефект в обсязі більше 150 грн/га.

### ***Питання для самоконтролю:***

1. Дайте визначення КМСЗ та КМОТ.
2. Які основні принципи КМСЗ ви знаєте?
3. В чому полягають основні положення КМОТ?
4. Які існують типи контурної протиерозійної організації території?
5. З яких ланок складається ґрунтозахисна система контурно-меліоративного землеробства?

### **Перелік тестових завдань:**

1. Головною особливістю контурно-меліоративної системи землеробства (КМСЗ) вважається першочерговість:

- а) екологічної складової;
- б) економічної складової;
- в) агрохімічної складової

2. Найважливішою складовою частиною контурно-меліоративної організації території є створення:

- а) польової гідрографічної мережі;
- б) метеорологічної мережі;
- в) агрохімічної мережі.

3. Першим етапом проектування контурної організації території є:

- а) виділення еколого-технологічних груп і підгруп земель;
- б) визначення і розміщення площі сівозмін;
- в) розташування заходів постійної дії протиерозійного впорядкування території (лісосмуги, шляхи, гідротехнічні споруди);
- г) визначення ділянок, на яких треба провести заходи щодо відновлення родючості ґрунтів.

4. Другим етапом проектування контурної організації території є:

- а) виділення еколого-технологічних груп і підгруп земель;
- б) визначення і розміщення площі сівозмін;
- в) розташування заходів постійної дії протиерозійного впорядкування території (лісосмуги, шляхи, гідротехнічні споруди);
- г) визначення ділянок, на яких треба провести заходи щодо відновлення родючості ґрунтів.

5. Останнім етапом проектування контурної організації території є:

- а) виділення еколого-технологічних груп і підгруп земель;
- б) визначення і розміщення площі сівозмін;
- в) розташування заходів постійної дії протиерозійного впорядкування території (лісосмуги, шляхи, гідротехнічні споруди);
- г) визначення ділянок, на яких треба провести заходи щодо відновлення родючості ґрунтів.

6. Ґрунтозахисна система контурно-меліоративного землеробства має відповідати:

- а) раціональній структурі земельних угідь;
- б) раціональній структурі посівних площ;
- в) раціональному розміщенню системи лісових насаджень;
- г) всі відповіді правильні.

7. Ґрунтозахисна система контурно-меліоративного землеробства складається з таких основних ланок:

- а) контурно-меліоративна організація території з напрямними лініями обробітку ґрунту; система сівозмін; система ґрунтозахисного обробітку ґрунту; система удобрення культур; система захисту культур від бур'янів, хвороб та шкідників; система машин і знарядь; система насінництва;

б) контурно-меліоративна організація території з напрямними лініями обробітку ґрунту; система сівозмін;

в) система удобрення культур; система захисту культур від бур'янів, хвороб та шкідників;

г) немає правильної відповіді.

8. При проектуванні полів і робочих ділянок в КМСЗ:

а) за розмірами вони повинні бути досить великими і мати зручну конфігурацію для раціонального використання сільськогосподарської техніки;

б) за розмірами вони повинні бути невеликими;

в) розмір немає значення;

г) вони повинні бути середнього розміру.

9. Які є типи контурної протиерозійної організації території:

а) контурна, контурно-смугова та контурно-меліоративна;

б) контурна та меліоративна;

в) контурно-смугова та меліоративна;

г) контурна та протиерозійна.

10. Контурна протиерозійна організації території поділяється на:

а) прямолінійну, прямолінійно-контурну, контурно-паралельну та контурну;

б) прямолінійну та контурну;

в) прямолінійно-контурну та паралельну;

г) контурно-паралельну та контурну.

11. Контурно-смугова організація території забезпечує регулювання поверхневого стоку шляхом:

а) фітомеліорації і агротехнічних прийомів;

б) проектування границь полів сівозмін в напрямку горизонталей;

в) створення системи гідротехнічних споруд лінійного типу;

г) немає правильної відповіді.

12. Контурна організація території забезпечує регулювання поверхневого стоку шляхом:

а) фітомеліорації і агротехнічних прийомів;

б) проектування границь полів сівозмін в напрямку горизонталей;

в) створення системи гідротехнічних споруд лінійного типу;

г) немає правильної відповіді.

13. Контурно-меліоративна організація території забезпечує регулювання поверхневого стоку шляхом:

а) фітомеліорації і агротехнічних прийомів;

б) проектування границь полів сівозмін в напрямку горизонталей;

в) створення системи гідротехнічних споруд лінійного типу;

г) немає правильної відповіді.

14. Найбільш комплексною є організація території:

а) контурна;

- б) контурно-смугова;
- в) контурно-меліоративна;
- г) смугова.

15. Прямолінійна контурно-меліоративна організація території застосовується на:

- а) прямих ділянках схилів;
- б) на схилах крутизною 1-3° з частим чергуванням водорозділів і тальвегів, а також в інших випадках зміни горизонталей без значного перепаду крутизни;
- в) на схилах крутизною 7°;
- г) немає правильної відповіді.

16. Прямолінійно-контурна контурно-меліоративна організація території застосовується на:

- а) прямих ділянках схилів;
- б) на схилах крутизною 1-3° з частим чергуванням водорозділів і тальвегів, а також в інших випадках зміни горизонталей без значного перепаду крутизни;
- в) на схилах крутизною 7°;
- г) немає правильної відповіді.

17. Під впливом водної та вітрової ерозії у Донбасі знаходиться більше ніж:

- а) 78 %;
- б) 58 %;
- в) 38 %;
- г) 50 %.

18. Система контурно-меліоративного землеробства у ДП «ДГ Донецьке» забезпечила додаткове одержання зерна озимої пшениці на рівні:

- а) 1,5-2,0 ц/га;
- б) 5,0-6,5 ц/га;
- в) 0,5-1,0 ц/га;
- г) немає правильної відповіді.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бастраков Г. В. Эрозионная устойчивость рельефа и противоэрозионная защита земель. Брянск: Издательство БГПИ, 1993. 260 с.
2. Белоліпський В. О. Ґрунтоводоохоронна оптимізація агроландшафтів: навчальний посібник. Суми: Університетська книга, 2012. 399 с.
3. Бережняк М.Ф. Лабораторний практикум з ґрунтознавства. Київ, 2012. 262 с.
4. Булигін С.Ю. Формування екологічно сталих агроландшафтів. підруч. для підготовки спеціалістів в аграр. вищ. навч. закладах III-IV рівнів акредитації. Київ: Укрожай, 2005. 300 с.
5. Гендугов В. М., Глазунов Г. П. Ветровая эрозия почвы и запыление воздуха. Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. 240 с.
6. Гладун Г. Б., Трофименко М.Є., Лохматов М.А. Захисні лісові насадження: проектування, вирощування, впорядкування / за ред. Г.Б. Гладуна. Харків: Нове слово, 2005. 390 с.
7. Дубинский Г.П., Бураков В.И. Почвозащитное устройство агроландшафта. Харків: Вища школа, 1985. 216 с.
8. Долгилевич М. И., Васильев Ю. И., Сажин А. Н. Методика изучения комплекса лесомелиоративных и агротехнических приемов защиты почв от ветровой эрозии. Волгоград, 1977. 71 с.
9. Жилко В. В. Водная и ветровая эрозия. Минск : Ураджай, 1986. 55 с.
10. Заславский М. Н. Эрозиоведение. Москва: Высшая школа, 1983. 320 с.
11. Захаров П. С. Эрозия почв и меры борьбы с ней; Изд. 2-е, перераб. и доп. Москва: «Колос», 1978. 176 с.
12. Зуза В.О., Тютюнник Н.В., Качанова О.В. Заходи раціонального використання ерозійно-стійких агроландшафтів в умовах Донбасу: методичні рекомендації. Харків, 2015. 45 с.
13. Звонков В. В. Теоретические основы ветровой эрозии земли // Водная и ветровая эрозия земли. Москва, 1962. Разд. 4. С. 88–110.
14. Зубов А.Р., Зыков И. Г., Тарарико А. Г. Формирование эрозионно-устойчивых агроландшафтов в бассейне Северского Донца; ГНУ ВНИАЛМИ. Волгоград, 2009. 240 с.
15. Куценко М. В. Геосистемні основи регулювання ерозійно-аккумулятивних процесів: геоморфосистемний аспект. Харків: КП "Міська друкарня", 2012. 320 с.
16. Можейко Г.А. Лесо-аграрные ландшафты Южной и Сухой Степи Украины (природа и конструирование). Харьков: ООО «Эней», 2000 г. 312 с.

17. Методичні рекомендації з прогнозування прояву пилових бур в Україні. Тімченко Д.О., Гичка М.М., Коляда В.П., Тарасов В.І., Белоліпський В.О., Чорний С.Г., Хотиненко О.М..] Харків: ФОП Бродовський І.В., 2010. 32 с.
18. Моргун Ф. Т., Шикула Н. К., Тарарико А. Г. Почвозащитное земледелие; 2е изд., перераб. и доп. Киев: Урожай, 1988. 256 с.
19. Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні / [за ред. С. А. Балюка, Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКОГО]. Харків : НТУ «ХПІ», 2010. 460 с.
20. Охорона і відновлення родючості еродованих ґрунтів: методичні рекомендації / В. О. Белоліпський, В.М. Белослудцева, О.Н. Другов, Ж.І. Мільчевська, В.І. Вечеров; за наук. ред. В. О. Белоліпського. Луганськ: СПД Рєзніков В.С., 2012. 116 с.
21. Плишкин А. А., Блоштейн Э. В. Комплексная механизация работ по защите почв от ветровой эрозии. Москва: Колос, 1976. 184 с.
22. Пилипенко О. І., Юхновський В. Ю., Ведмідь М. М. Система захисту ґрунтів від ерозії. Київ: Культурно-освітній, видавничо-поліграфічний центр «Златояр», 2004. 435 с.
23. Смирнова Л. Ф. Ветровая эрозия почв. Москва: Изд-во МГУ, 1985. 136 с.
24. Справочник по почвозащитному земледелию / И. Н. Безручко, Л. Я. Мильчевская, В. М. Москаленко и др.; под ред. И. Н. Безручко, Л. Я. Мильчевской. Киев: Урожай. 1990. 280 с.
25. Тарарико О.Г., Ільєнко Т. В., Сиротенко О. В., Кучма Т. Л. Формування збалансованих агроландшафтів на принципах ґрунтозахисної контурно-меліоративної системи землекористування. *Землеробство*. 2015. Вип. 1. С. 13-18.
26. Толчельников Ю. С. Эрозия и дефляция почв. Способы борьбы с ними. Москва: Агропромиздат, 1990. 158 с. ISBN 5–10–002031-8.
27. Трифонова Т. А., Мищенко Н. В., Краснощеков А. Н. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях: учеб. пособие для вузов. Москва: Академический проект, 2005. 352 с.
28. Фактическая и потенциальная опасность проявления ветровой эрозии и принципы защиты почв / А. А. Зайцева [и др.]. *Защита почв от ветровой эрозии, почвозащитная система земледелия*. Целиноград, 1970. С. 5–35.
29. Шевченко М. В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в умовах нестійкого та недостатнього зволоження. Харків: ХНАУ, Майдан, 2019. 210 с.
30. Шикула Н. К. Борьба с эрозией и земледелие на склонах. Донецк: Донбасс, 1968. 123 с.
31. Chepil W. S., Milne R. A. Wind erosion of soils in relation to size and nature of exposed area // *Scientific Agriculture*. 1941. V. 21, № 8. P. 479-487.

32. Chepil W. S. Properties of soil which influence wind erosion: a dry aggregate structure as an index of erodibility. V. Mechanical stability of structure // Soil. Sci. 1950. Vol. 69. P. 403-414.
33. Chepil W. S. Soil conditions that influence wind erosion. Technical bulletin of USDA № 1185, Issued June, 1958. Government Printing Office. Washington 25, D. C., 40 p.
34. David A. Lobb, Sheng Li, Brian G. McConkey National Assessment of Soil Erosion in Canada from 1971 to 2016 // FAO. 2019. Proceedings of the Global Symposium on Soil Erosion 2019. Rome. P. 144-148.
35. David R. Montgomery Dirt: The erosion of civilizations. University of California Press, 2007. 285 p.
36. FAO (2019) Soil erosion: the greatest challenge to sustainable soil management. Rome. 100 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
37. FAO and ITPS (2017) Global assessment of the impact of plant protection products on soil functions and soil ecosystems, Rome, FAO. 40 pp. ISBN 978-92-5-130031-2.
38. Fryrear D. W., Saleh A. Wind Erosion: Field Length // Soil Science, Vol. 161, No. 6 (September). 1996. P. 398-404.
39. Fei Wang, Rui Li, Lindsay C. Stringer Luuk Fleskens, Coen J. Ritsema Soil and water conservation policy evolution and its human-environment contexts in China since 1949 // FAO. 2019. Proceedings of the Global Symposium on Soil Erosion 2019. Rome. P. 528-534.
40. Giménez, R, Casalí, J., Merchán, D., Campo, M.A., Goñi, M. Del Valle de Lersundi, J Long-term monitoring of sediment yield in typical agricultural watersheds of Navarre, Spain // FAO. 2019. Proceedings of the Global Symposium on Soil Erosion 2019. Rome. P. 185-190.
41. Hamza Briak et al. Effectiveness Analysis of Agricultural BMPs by SWAT Model for Appropriate Control of Sediment Yield on the Catchment Scale in the North of Morocco // FAO. 2019. Proceedings of the Global Symposium on Soil Erosion 2019. Rome. P. 339-342.
42. Jae Yang, K.J. Lim and P. Borrelli Decision Supporting Framework for Soil Erosion Control and Ecosystem Services Enhancement // FAO. 2019. Proceedings of the Global Symposium on Soil Erosion 2019. Rome. P. 3-6.
43. Julia Franco Stuchi, Aluísio Granato de Andrade, David Gallar Gonzáles National Plan participatory construction against Soil Erosion in Brazil// FAO. 2019. Proceedings of the Global Symposium on Soil Erosion 2019. Rome. P. 512-519.
44. Lúcia Helena Cunha dos Anjos\*, Marcos Gervasio Pereira How is soil erosion evaluated in the land capability systems used in Brazil? FAO. 2019. Proceedings of the Global Symposium on Soil Erosion 2019. Rome. P. 334-339.
45. Panagos P. et al. The new assessment of soil loss by water in Europe //Environmental Science and Policy, Vol. 54 (December). 2015. P. 438-447.

46. Soil erosion, conservation, and eco-environment changes in the loess plateau of China / G. Zhao, X. Mu, Z. Wen, F. Wang, P. Gao // *Land Degrad. Develop.* – 2013. – V. 24. – P. 499–510.
47. Schwilch Gudrun, Lang Corsin, Zimmermann Michael, Prasuhn Volker, Derungs Nicolas Soil erosion policy in Switzerland // FAO. 2019. Proceedings of the Global Symposium on Soil Erosion 2019. Rome. P. 468-474.
48. Shuichi Oyama, Hitomi Kirikoshi, Ibrahim Mammam From Soil Erosion to Soil Accumulation: Recycling Urban Organic Waste to the Eroded Land in Sahel, West Africa// FAO. 2019. Proceedings of the Global Symposium on Soil Erosion 2019. Rome. P.357-364.
49. Tahouri Jad, Sadiki Abdelhamid, Karrat L'houcine, Mesrar Haytam Using PAP/RAC model and GIS tools for mapping and study of water erosion processes in the Mediterranean environment: Case of the Asfalou watershed (Oriental Rif, Morocco) // FAO. 2019. Proceedings of the Global Symposium on Soil Erosion 2019. Rome. P. 59-68.
50. Van Oost K., Govers G., de Alba S., Quine T.A. Tillage erosion: a review of controlling factors and implications for soil quality. *Progress in Physical Geography*, 30 (4), p. 443-446.

## ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

**Абразія** – бомбардування та стирання переміщеними частинками поверхонь на шляху спрямування ґрунтового матеріалу.

**Агротехнічна ерозія (включаючи пилення)** – це порушення та зміщення гумусового поверхневого горизонту ґрунтів під час проведення операцій з обробітку ґрунту сільськогосподарською технікою.

**Агротехнічні протиерозійні заходи** – це агроеліоративні прийоми, які застосовуються одночасно з вирощуванням сільськогосподарських культур, відповідають його технології і направлені на використання та підвищення захисної ролі рослинності, зниження кінетичної енергії дощу, покращання водопроникності ґрунту, значне або повне затримання поверхневого стоку талих і дощових вод.

**Базис ерозії** – горизонтальна поверхня на рівні якої припиняється ерозія і нижче якої просування рівня поверхневого стоку не відбувається.

**Балка** – лінійна форму рельєфу давнього ерозійного походження у вигляді витягнутого за формою пониження з вираженими бровками, широким днищем та добре вираженим річищем тимчасового водотоку на вкритому рослинністю дні. Балка представляє собою яр, який зупинився у розвитку.

**Вітрова ерозія (дефляція)** – це процес порушення ґрунту і переносу дрібнозему вітром.

**Водна ерозія** – це процес змиву та розмиву ґрунтів внаслідок поверхневого стоку тимчасових водних потоків з виділенням зон виносу, транзиту та відкладання перенесеного водою матеріалу ґрунту.

**Вододільний простір (або вододіл)** – це простір, який знаходиться між вододільними лініями на рівнині і не має стоку у будь-яку річкову систему.

**Водоохоронні лісові насадження** - насадження навколо малих водоймищ, систему насаджень уздовж річок та у їх верхів'ях та по берегах водосховищ.

**Гідрографічна мережа** – це така мережа понижень поверхні різного розміру, за якими відбувається стік поверхневих вод і яка на картах має вигляд розвиненого дерева.

**Грудкуватість орного шару ґрунту** – доля агрегатів у ґрунті, що мають розмір більше одного міліметра.

**Дефляції** – фаза вітрової ерозії, відображає початок постійного безперервного руху матеріалу ґрунту перекочуванням, яке відбувається за рахунок волочіння та ковзання.

**Долина ріки** – найбільш стародавній елемент гідрографічної мережі, який відрізняється від балки наявністю постійного водотоку та пов'язаних з ним характерними формами рельєфу: заплавами, притерасними западинами, валами при річищах і т.д.

**Дощова (ливнева) ерозія** – це змив ґрунту водою яка з'явилася на поверхні під час випадіння дощів та злив.

**Експозиція** - орієнтація схилів відповідно до частин світу.

**Ерозія ґрунту** (від лат. «erosio» - роз'їдання) – порушення та переміщення частини ґрунтового матеріалу (або матеріалу підстилаючих його порід) під дією вітру («дефляція»), води (водна ерозія) та сільськогосподарської техніки (агротехнічна ерозія).

**Зв'язність» (механічна стійкість) агрегатів** – властивість структури ґрунту протистояти стиранню та ударам часток ґрунту, що рухаються є ключовими протидефляційними характеристиками ґрунтів.

**Зимове видування** – процес вітрової ерозії, який відбувається зимою під час видування з поля сильним вітром снігу та верхніх сухих шарів ґрунту, а інколи й посівів озимини. При цьому утворюються пагорби із шарів снігу та ґрунту, які певним чином чергуються між собою.

**Ірригаційна ерозія** – процес який, спостерігається на зрошуваних землях під час поливу сільськогосподарських культур.

**Коефіцієнт лінійного розчленування місцевості** – коефіцієнт визначається діленням суми довжин всіх ланок гідрографічної мережі (км) на площу відповідного водозбору (км<sup>2</sup>) можна зробити висновки про характер рельєфу та найбільш відповідне його використання при плануванні ерозійних заходів.

**Лощина** – елемент гідрографічної мережі, який має явно виражені контури дна, більш високі і круті береги порівняно з улоговиною. Глибина - до 8-10 м. Площа водозбору - до 500 га.

**Пилення торфів** – процес вітрової ерозії, який відбувається локально в межах площі механічного пошкодження (порушення) висушеної поверхневої торфової кірки під дією вітрів невисокої критичної швидкості.

**Плакор** – найвища вирівняна пласка або слабо хвиляста привододільна ділянка басейну рівнинної ріки.

**Площинна (поверхнева) ерозія** - утворюється дрібними розмивами і невеликими потоками, які більш-менш рівномірно переміщують ґрунт в горизонтальній площині. Спостерігається на вирівняних схилах, які характеризуються рівномірним розподілом стоку по поверхні і подальшим рівномірним змивом.

**Полезахисні лісові смуги** – це вузькі лісові смугові насадження штучного походження, які розташовані в рівнинних умовах і на схилах до 1,5-20 на сільськогосподарських землях (в польовій сівозміні) по межах полів, з метою підвищення урожайності с.-г. культур завдяки покращанню мікроклімату, снігозатриманню, боротьбі з дефляцією та збереженню і підвищенню родючості ґрунту.

**Прияружні і прибалкові лісосмуги** – лісосмуги, які розміщують вздовж балок та ярів. Оскільки ці насадження створюють по межах орних

земель, то необхідно розташовувати прибалкові смуги безпосередньо вздовж брівки, а прияржні по можливості ближче до неї (3-5 м). Їх розміщення і ширина залежить від інтенсивності ерозійних процесів, густоти та величини промоїн, вершків ярів та ін.

**Промоїни** – це такі розмиви ґрунту глибиною 0,2-0,6 м, які не мають власного профілю та можуть зарівнюватися після проведення оранки сільськогосподарською технікою.

**Рівчаки** – це такі розмиви ґрунту глибиною до 3 м і шириною до 8 м, які не мають власного повздовжнього профілю та не можуть бути вирівняні звичайними агротехнічними способами.

**Сальтація** - пересування маленьких часток (0,05-0,5 мм) стрибкоподібно на відстань не більше 1 м від поверхні ґрунту.

**Система лісомеліоративних насаджень** – це комплекс різного виду насаджень відповідної конструкції, взаємодіючих між собою, що створюють меліоративний ефект на певній території, який забезпечує надійний захист ґрунтів від ерозії і дефляції та сільськогосподарських культур від несприятливих природних явищ і сприяє одержанню високих і сталих урожаїв.

**Струмкова ерозія** - виникає в випадку нерівномірного розподілу стоку по схилу з утворенням струмків різної інтенсивності, які призводять до появи вимоїн та розмивів глибиною до 1 м.

**Суспензія** – персування у вигляді аерозолі, що складається з винесеного повітряним потоком найлегшого частинок ґрунту з подальшим їх транспортуванням на значні відстані.

**Схил** – елемент рельєфу, який представляє собою нахилену ділянку земної поверхні, що була сформована в результаті ендегенних або екзогенних процесів.

**Термін «вітрова ерозія», або дефляція (з лат. «deflatio» – видування)** - складний фізичний процес руйнування і виносу ґрунтового матеріалу верхніх найбільш багатих й родючих шарів ґрунту в результаті взаємодії головного агенту руйнування - вітру з підстилаючою поверхнею ґрунту.

**Улоговина** - це лінійна форма рельєфу давнього ерозійного походження з пологими схилами і невираженими бровками глибиною до 2 м. Зазвичай розташовується у найбільш високих частинах водозборів і поступово переходить у плакорний простір водозбору.

**Яри** – це такі розмиви ґрунту, які на відміну від рівчаків та промоїн мають власний повздовжній профіль (східчастий або увігнутий), який в свою чергу відрізняється від профілю схилу.



Навчально-методичний посібник  
п р и с в я ч е н о  
річниці проведення  
глобального симпозіуму  
з ерозії ґрунтів  
у штаб квартирі ФАО  
15-17 травня 2019 р.  
м. Рим, Італія  
(GSER - 2019)







*Наукове видання*

**Коляда В. П., Коляда О. В., Корчашкіна Л. А., Чугасєв С. В.**

## **БОРОТЬБА З ЕРОЗІЄЮ ҐРУНТІВ**

За загальною редакцією В. П. Коляди

Підписано до друку 11.01.2021. Формат 60x84/16.  
Папір офсетний. Друк цифровий.  
Гарнітура шкільна. Ум. друк. арк. 6,98.  
Наклад 50 прим. Зам №200.



Видавець і виготовлювач: ТОВ «ДРУКАРНЯ МАДРИД»  
через ФОП Гобельовська Л. П.  
61024, Харків, вул. Максиміліанівська, 11  
Тел.: (057) 756-53-25  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 4399 від 27.08.2012 року  
[www.madrid.in.ua](http://www.madrid.in.ua)      [info@madrid.in.ua](mailto:info@madrid.in.ua)