

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра екології, хімічної технології та захисту довкілля

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему:

**«ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СИСТЕМ  
ГРУНТОЗАХИСНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА»**

Виконав: студент групи ЕКО-22м  
спеціальності 101 «Екологія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Сироветник В.Д.

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доцент Васильківський І.В.

(прізвище та ініціали)

Опонент: д.х.н., професор Ранський А.П.

(прізвище та ініціали)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ЕХТЗД

к.т.н., доц. Іщенко В.А.

(прізвище та ініціали)

«13» грудня 2023 р.

Вінниця – 2023 року

## ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Вінницький національний технічний університет  
Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії  
Кафедра Екології, хімії та технологій захисту довкілля  
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)  
Галузь знань – 10 «Природничі науки»  
Спеціальність – 101 – «Екологія»  
Освітньо-професійна програма – "Екологія"

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри ЕХТЗД  
Іщенко В.А.  
18 вересня 2023 року

### ЗАВДАННЯ

#### НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Сироветнику Владиславу Дмитровичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Обґрунтування екологічної безпеки систем ґрунтозахисного землеробства»

керівник роботи Васильківський Ігор Володимирович  
затверджені наказом вищого навчального закладу від «18» вересня  
2023 року № 247

2. Строк подання студентом роботи «13» грудня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи: Рівень еродованості ґрунтів Вінницької області

4. Зміст текстової частини:

1. Екологічні загрози орних ґрунтів.
2. Екологічна безпека орних ґрунтів.
3. Заходи рекультивациі еродованих ґрунтів.
4. Екологічний аналіз еродованості ґрунтів Вінницького району.
5. Еколого-економічна ефективність впровадження нульової технології обробітку ґрунту.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)



1. Рівень еродованості ґрунтів Вінницької області.
2. Показники протидефляційної стійкості ґрунту навесні в чистих парах залежно від способів їх обробітку.
3. Поширення екзогенних геологічних процесів.

4. Урожайність пшениці озимої по чистому пару залежно від обробки ґрунту та удобрення, т/га.

5. Урожайність пшениці озимої по чистому пару після кукурудзи залежно від обробки ґрунту та удобрення, т/га.

6. Вплив різних технологій обробки на уміст біофільних речовин в пшениці, мг/100 г

#### 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
5 Еколого-економічна ефективність впровадження нульової технології обробки ґрунту	Краєвська Алла Станіславівна		

7. Дата видачі завдання « 18 » 09 2023 року

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Пр
1.	Технології виробництва паперу	30.09.2023	
2.	Технологічний процес виробництва паперу з макулатури	15.10.2023	
3.	Аналіз відходів паперового виробництва	31.10.2023	
4.	Рекомендації щодо управління відходами паперового виробництва	15.11.2023	
5.	Еколого-економічна ефективність методів утилізації відходів	30.11.2023	
6.	Підготовка висновків, додатків і переліку літератури.	13.12.2023	

Студент   
(підпис)

Сироветник В. Д.

Керівник роботи   
(підпис)

Васильківський І. В.

## ВІДГУК КЕРІВНИКА

на магістерську кваліфікаційну роботу  
студента групи ЕКО-22м Сироветника В.Д.  
на тему "ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СИСТЕМ  
ГРУНТОЗАХИСНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА"

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена вирішенню актуального питання щодо проблеми відновлення еродованих ґрунтів. Захист ґрунтів від ерозії і їх раціональне використання – глобальна, загальнолюдська проблема. В епоху інтенсивного розвитку промисловості, транспорту, сільського господарства, зростання народонаселення виключно важливого значення набуває проблема охорони зовнішнього середовища і раціонального використання природних ресурсів, у тому числі проблема охорони ґрунтів та підвищення їх родючості. У результаті впливу людини на ґрунт погіршуються його природні властивості: водно-фізичні, фізичні та хімічні. Це в свою чергу сприяє розвитку ерозійних процесів. З природних факторів посилюють ерозію ґрунтів довгі й стрімкі схили.

Здійснення завдань охорони природи вимагає комплексного підходу, планування таких заходів впливу на оточуюче середовище, які по можливості забезпечували б природну рівновагу, що порушується діяльністю людини, сприяли б створенню найкращих умов для життя населення планети.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання рекомендацій у сільському господарстві.

В процесі виконання роботи Сироветник Владислав Дмитрович дослідив комплекс організаційно-господарських, агрономічних, технічних, меліоративних, економічних і правових заходів щодо запобігання і усунення наслідків зазначених процесів.

Проведено дослідження еродованості ґрунтів Вінницької області, що дало такі результати: еродовані ґрунти займають значні площі, але вжиття заходів боротьби з ерозією сприяє покращенню ситуації. Проведено аналіз даних обстеження агрохімічних показників еродованих ґрунтів. В результаті виявилось, що з роками рівень вмісту рухомих форм калію та фосфору знижується в еродованих ґрунтах району дослідження.

Сироветник Владислав Дмитрович проявив себе як успішний, старанний студент, який відмінно виконував всі поставлені завдання. Виявив самостійність при вирішенні поставлених задач. Продемонстрував високий рівень вмінь пошуку інформації, при роботі з літературними джерелами.

В цілому, вважаю, що магістерська кваліфікаційна робота Сироветника Владислава Дмитровича виконана на високому рівні і заслуговує оцінку «відмінно».

Нуковий керівник  
к.т.н., доцент

  
Васильківський І.В.

## ВІДГУК ОПОНЕНТА

на магістерську кваліфікаційну роботу .  
студента групи ЕКО-22м Сироветника В.Д. .  
на тему “ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СИСТЕМ  
ГРУНТОЗАХИСНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА”

1. Актуальність теми, наявність замовлення роботи підприємством, організацією.

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена вирішенню актуального питання щодо проблеми відновлення еродованих ґрунтів. Захист ґрунтів від ерозії і їх раціональне використання – глобальна, загальнолюдська проблема. В епоху інтенсивного розвитку промисловості, транспорту, сільського господарства, зростання народонаселення виключно важливого значення набуває проблема охорони зовнішнього середовища і раціонального використання природних ресурсів, у тому числі проблема охорони ґрунтів та підвищення їх родючості. У результаті впливу людини на ґрунт погіршуються його природні властивості: водно-фізичні, фізичні та хімічні. Це в свою чергу сприяє розвитку ерозійних процесів. З природних факторів посилюють ерозію ґрунтів довгі й стрімкі схили.

Здійснення завдань охорони природи вимагає комплексного підходу, планування таких заходів впливу на оточуюче середовище, які по можливості забезпечували б природну рівновагу, що порушується діяльністю людини, сприяли б створенню найкращих умов для життя населення планети.

2. Достатність вихідних даних, наявність обґрунтування вироблених рекомендацій.

Вихідними даними для виконання роботи є рівень еродованості ґрунтів Вінницької області.

3. Наявність багатоваріантного аналізу проектних рішень в основному розділі, спрямованого на пошук оптимального рішення з урахуванням останніх досягнень науки і техніки, техніко-економічного обґрунтування оптимального варіанту. Застосування варіантних підходів при вирішенні решти проектних рішень.

В процесі виконання роботи Сироветник В.Д. здійснив аналіз проблеми відновлення еродованих ґрунтів. Охарактеризував види ерозії ґрунтів. Дослідив заходи боротьби з ерозією, водорегулюючі лісові насадження, ґрунтозахисні насадження, лісоутворюючі породи у протиерозійних насадженнях, залуження схилів, особливості просапних культур на еродованих ґрунтах, терасування схилів.

4. Глибина обґрунтування прийнятих рішень, ступінь врахування факторів безпеки життєдіяльності тощо.

Проаналізовано рекультивацію земель та їх сільсько-господарське використання.

5. Рівень опрацювання основного рішення (аналіз, технічні розрахунки тощо), достатність глибини пророблення основного рішення для використання на практиці

Досліджено особливості технічного та біологічного етапів рекультивувати ґрунтів.

6. Науковий рівень (для робіт дослідницького характеру) та глибина експериментальних досліджень

Проведено аналіз даних обстеження агрохімічних показників еродованих ґрунтів.

7. Застосування ЕОМ для вирішення задач основної частини роботи (оптимізація, моделювання, САПР, СУБД, ГІС, технічні розрахунки складних систем та ін.), обґрунтування вибору конфігурації ЕОМ, застосування стандартних та оригінальних програм, наявність аналізу результатів та використання у роботі.

При створенні текстової та графічної частин роботи було використано MS Excel, MS Word.

8. Наявність у пояснювальній записці обґрунтування усіх проектних рішень, стиль її написання (обґрунтований чи описовий), відповідність оформлення до вимог діючих стандартів

Розділи наукової роботи містять узагальнення та обґрунтування запропонованих рішень. Загалом робота відповідає вимогам діючих стандартів

9. Повнота відображення графічних матеріалів основного змісту дипломної роботи, відповідність графічних матеріалів конкретному об'єкту дослідження вимогам діючих стандартів

Графічна частина відповідає змісту роботи та вимогам діючих стандартів

10. Практична цінність роботи, можливість її реалізації

Робота має значну практичну цінність для служб Міністерства екології та природних ресурсів доквілля України.

11. У магістерській кваліфікаційній роботі можна відзначити такі недоліки

У роботі не досліджено потенційну, ефективну та економічну родючість еродованих ґрунтів.

Магістерська кваліфікаційна робота в цілому виконана на високому рівні заслуговує на оцінку “ 5 ” (“відмінно”).

Рецензент д.х.н., професор каф. ЕХТЗД  
(посада, місце роботи)

(підпис)

Раиський А. І.  
(прізвище, ініціали)

## АНОТАЦІЯ

УДК: 639.42(477.76)

Сироветник В.Д. Обґрунтування екологічної безпеки систем ґрунтозахисного землеробства. Магістерська кваліфікаційна робота з спеціальності 101 – Екологія, освітня програма – «Екологія». Вінниця, ВНТУ, 2023.73 с.

На укр. Мові. Бібліогр.: 43 назви, 22 рис., 11 табл.

Охарактерезовано види ерозії ґрунтів. Досліджено заходи боротьби з ерозією, водорегулюючі лісові насадження, ґрунтозахисні насадження, лісоутворюючі породи у протиерозійних насадженнях, залуження схилів, властивості просапних культур на еродованих ґрунтах, терасування схилів.

Проаналізовано рекультивацію земель та їх сільськогосподарське використання. Досліджено властивості технічного та біологічного етапів рекультивації ґрунтів.

Проведено аналіз даних обстеження агрохімічних показників еродованих ґрунтів.

Метою даної роботи є обґрунтування екологічної безпеки систем ґрунтозахисного землеробства.

Ключові слова: екологічна безпека, ґрунтозахисне землеробство, рекультивація ґрунтів, еродовані ґрунти.

## ABSTRACT

UDC 639.42(477.76)

Syrovetnyk V.D. Justification of ecological safety of soil protection farming systems. Master's qualification thesis on the specialty 101 - Ecology, educational program - "Ecology". Vinnytsia, VNTU, 2023.73 p.

In Ukrainian Languages Bibliography: 43 titles, 22 fig., 11 table

Types of soil erosion are characterized. Erosion control measures, water-regulating forest plantations, soil protection plantations, forest-forming species in anti-erosion plantations, liming of slopes, properties of row crops on eroded soils, terracing of slopes were studied.

Land reclamation and their agricultural use were analyzed. The properties of the technical and biological stages of soil reclamation were studied.

The analysis of the survey data of agrochemical indicators of eroded soils was carried out.

The purpose of this work is to substantiate the ecological safety of soil-protecting farming systems.

Key words: environmental safety, soil conservation agriculture, soil reclamation, eroded soils.



## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ОРНИХ ГРУНТІВ .....	8
1.1 Особливості ерозійних процесів ґрунтів.....	8
1.2 Водна ерозія ґрунтіва.....	11
1.3 Вітрова ерозія.....	14
2 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ОРНИХ ГРУНТІВ .....	18
2.1 Заходи боротьби з водною ерозією .....	18
2.1.1 Лісові насадження.....	18
2.1.2 Протиерозійні насадження .....	20
2.1.3 Лісоутворюючі породи у протиерозійних насадженнях.....	21
2.1.4 Залуження схилів.....	23
2.1.5 Просапні культури в боротьбі з ерозією .....	24
2.1.6 Терасування схилів.....	25
2.2 Заходи в ерозійно небезпечний період .....	28
2.3. Інтегрований захист ґрунтів від ерозії .....	31
3 ВІДНОВЛЕННЯ ЕРОДОВАНИХ ГРУНТІВ .....	37
3.1 Технічна рекультивация.....	37
3.2 Біологічна рекультивация.....	42
3.3 Контурно-меліоративна система землеробства.....	44
3.4 Технологічні особливості валю-каналів .....	47
3.5 Технічне забезпечення процесів формування системи захисту ґрунтів .....	49
4 ЕКОЛОГО-ТЕХНІЧНА ОЦІНКА ЕРОДОВАНОСТІ ГРУНТІВ ВІННИЦЬКОГО РАЙОНУ .....	57
4.1 Характеристика орних ґрунтів Вінниччини .....	57
4.2 Рівень еродованості ґрунтів Вінницького району.....	63
5 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ НУЛЬОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ.....	58

5.1 Обґрунтування доцільності впровадження інноваційної технології «No-till».....	58
5.2 Економічна ефективність нульового обробітку ґрунту.....	60
ВИСНОВКИ.....	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	66
ДОДАТОК А .....	68
ДОДАТОК Б.....	69

## ВСТУП

**Актуальність.** Захист ґрунтів від ерозії і їх раціональне використання – глобальна, загальнолюдська проблема. Ще в далекому минулому надмірне випасання худоби призводило до порушення екологічної рівноваги, в результаті чого посилювались ерозійні процеси.

У період інтенсивного розвитку промисловості, транспорту та сільського господарства, а також зростання населення, стає надзвичайно важливою проблема збереження зовнішнього середовища та раціонального використання природних ресурсів. Однією з ключових аспектів стає питання охорони ґрунтів та підвищення їхньої родючості. Вплив людської діяльності на ґрунт призводить до погіршення його природних властивостей, таких як водно-фізичні, фізичні та хімічні, сприяючи виникненню ерозійних процесів. На цей процес також впливають природні фактори, зокрема, наявність довгих і крутих схилів.

Розв'язання завдань щодо охорони природи вимагає системного підходу та планування заходів, спрямованих на мінімізацію впливу на природу. Ці заходи повинні сприяти відновленню природної рівноваги, порушеної людською діяльністю, і створенню оптимальних умов для життя населення планети. У комплексі заходів охорони ґрунтів та відновлення їх родючості особливе місце належить боротьбі з водною лінійною і вітровою ерозією і причинами, що їх породжують.

**Мета роботи** – дослідження екологічних проблем ґрунтів Вінницької області.

**Завдання роботи.** Для досягнення поставленої мети потрібно було виконати наступні завдання:

- 1) Дослідити екологічні загрози орних ґрунтів.
- 2) Обґрунтувати екологічну безпеку орних ґрунтів.
- 3) Проаналізувати основні заходи рекультивації еродованих ґрунтів.

**Об'єктом дослідження** є процес відновлення еродованих орних ґрунтів.

**Предмет досліджень** – параметри процесу обробітку еродованих ґрунтів з використанням нульової технології землеробства.

**Новизна одержаних результатів.** Набуло подальшого розвитку наукове обґрунтування обробітку еродованих ґрунтів з використанням ґрунтозахисного землеробства, що дозволить зменшити вплив на довкілля рослинництва.

**Практична цінність роботи** полягає у розробленні рекомендацій щодо обробітку еродованих ґрунтів з використанням нульової технології землеробства.

# 1 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ОРНИХ ҐРУНТІВ

## 1.1 Особливості ерозійних процесів ґрунтів

Серед негативних явищ, що відбулися в останні роки на території України, основним є деградація, зокрема ерозія, яка зачіпає 14,9 млн гектарів земель (32% загальної площі сільськогосподарських угідь). З цієї кількості 10,6 млн гектарів становлять родючі землі, придатні для обробки. Основні фактори, що викликають процеси ерозії, включають механічну (агротехнічну), вітрову, водну і хімічну ерозію. (рис. 1.1).

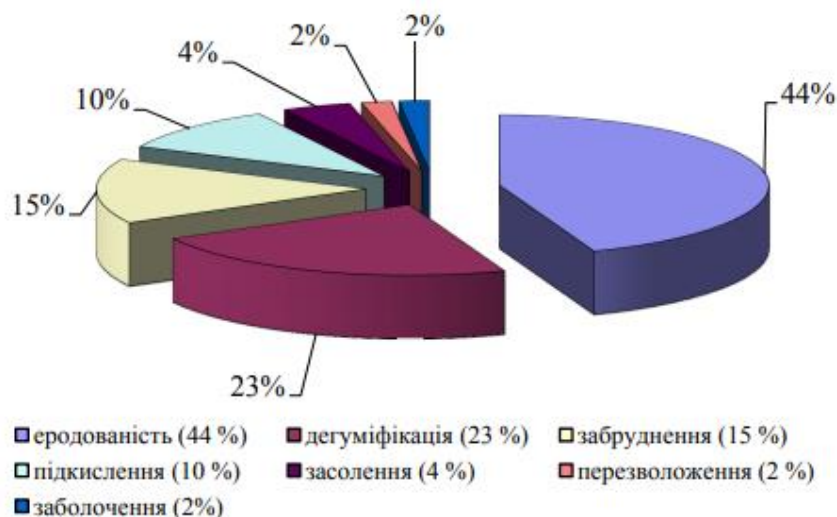


Рисунок 1.1 – Пітома вага чинників деградації на землях України

Характерні для території нашої країни ерозійні процеси природного походження не можуть значно пошкодити через їх повільний хід. Наприклад, змив поверхневого шару ґрунту товщиною 20 сантиметрів під лісом може відбуватися протягом 174 тисяч років, у порівнянні з близько 100 роками на сільськогосподарських угіддях та інше. Зараз через змив та видування плідного верхнього шару ґрунту в Україні річно втрачається понад 30 мільйонів тонн гумусу, що спричиняє зменшення врожайності сільськогосподарських культур. Збитки від ерозії оцінюються у 10 мільярдів гривень [6].

Ерозія ґрунту – руйнування його водою, вітром або в процесі обробітку ґрунту.

Водна ерозія призводить до двох видів втрат ґрунту: площинного змивання та лінійного розмивання. Талі, дощові, зливові та скидні води іригації є основними факторами, що викликають цей вид ерозії.

Дефляція ґрунту виникає внаслідок дії сильних вітрів, які відносять верхній шар ґрунту, призводячи до зменшення родючості ґрунтів.

Агротехнічна ерозія виникає внаслідок обробітку крутих схилів, балок, берегів річок і гірських схилів, що поперечається.

Процеси ерозії ґрунтів спостерігалися протягом всіх геологічних епох, і найактивніше вони відбувалися до появи рослинності на поверхні Землі. Рухомі льодовики руйнували підстилкові породи, а при їхньому таненні розріджені ґрунти легко сповзали по мерзлій поверхні. В міжльодовикові епохи річкові долини активно розширювалися. Однак у природних зонах із розвиненою рослинністю ерозія ґрунтів і дефляція були обмеженими [27].

Площинна ерозія, або змивання ґрунту, розпочинається при уклоні схилів 1-2°. Вода, що стікає по поверхні, концентрується в невеликих оплесках, де зміцнюється її змивна сила. Зливові дощі спричиняють руйнування ґрунтових часток під дією дощових крапель, а потім вода змиває ці частки, що рухаються вниз по схилу. Збільшення інтенсивності опадів призводить до збільшення процесу розпилення ґрунту. Зі зростанням товщини від 86 мм ( $I = 0,3$  мм/хв) до 105 мм ( $I = 0,5$  мм/хв) швидкість розпилення ґрунту без рослинного покриву збільшилася у 2,9 рази (до 40 т/га). При покритті ґрунту рослинами більш як на 60%, процес розпилення повністю припиняється.

У певних умовах змивання ґрунту спричиняє формування поверхневої ерозії. Зосереджені потоки води створюють неглибокі (до 0,5–0,7 м) і глибокі (понад 0,7 м) яри, які за недостатньою увагою можуть перетворитися на яри.

Іригаційна ерозія виникає на зрошуваних землях під час поливу сільськогосподарських культур великими кількостями води по борознах або під час напуску на незапланованих полях, а також при утворенні борозен із нахилом,

що перевищує  $0,05^\circ$ .

Дефляція поділяється на повсякденну та ті, що відбувається під час пилових бур. Повсякденну дефляцію викликають вітри навіть при невеликих швидкостях (5 м/с і більше). Цей процес відбувається повільно і непомітно, але призводить до руйнування та виснаження ґрунту. Найбільше повсякденна дефляція спостерігається на схилах, що піддаються впливу вітрів та не захищені від них.

Пилові бурі є найбільш активним і шкідливим видом дефляції, при якому ґрунт значно руйнується. Ці бурі виникають внаслідок сильного вітру (зі швидкістю понад 12–15 м/с) і можуть охопити великі території, спричиняючи знищення посівів на сотнях тисяч гектарів та винос багато ґрунту.

Для виникнення пилових бур необхідно попереднє дії повсякденної дефляції протягом тривалого часу. Пилові бурі не формуються над поверхнями, що стійкі до вітру; вони є вказівником ступеня пошкодження ґрунту перед виникненням бурі. Тобто пилові бурі – це не причина, а наслідок руйнування ґрунту. Однак, коли вони виникають, вони стають силовим чинником, призводячи до значних руйнівних наслідків.

Темпи ерозії ґрунтів поділяються на нормальні та прискорені. При нормальній ерозії втрати ґрунту не перевищують темпів його формування. Темпи ґрунтоутворення коливаються в межах від 0,2 до 0,5 мм/рік в різних природних зонах. Прискорена ерозія відбувається внаслідок господарської діяльності людей, при цьому втрати ґрунту перевищують темпи його утворення. У степовій зоні України щороку відчужується водою і вітром від 17 до 22 тонн дрібнозему з 1 гектара землі на схилах. Отже, важливо застосовувати заходи ґрунтозахисту для мінімізації втрат ґрунту. Визначення норм ерозії та їх необхідність повинні враховувати той факт, що норма ерозії – це межева швидкість, яка компенсується ґрунтоутворенням і, конкретніше, нагромадженням гумусу. Використання сучасних методів захисту ґрунту в сільськогосподарському виробництві дозволяє значно зменшити втрати ґрунту до мінімуму (0,2-0,3 т/га), і у деяких випадках повністю уникнути їх, дотримуючись запланованих норм втрат гумусу. Оцінка ефективності заходів з

грунтозахисту може використовуватися як критерій для відновлення та підвищення родючості еродованих і дефльованих ґрунтів.

## 1.2 Водна ерозія ґрунтів

Водна ерозія ґрунтів спричинюється рухом зливових, талових та іригаційних вод, що включає в себе рух води по поверхні та в області приповерхневого шару ґрунту.

Ерозійні процеси, що виникають внаслідок стоку зливових вод, пройшли кілька етапів. Початково волога злива активно поглиблюється ґрунтом, одночасно руйнуючи та розсіюючи ґрунтові структури під впливом дощових крапель. У цей період швидкість вбирання перевищує швидкість стоку, і тому стік не виникає. Дія дощових крапель стискає ґрунт і блокує пори дрібнодисперсних частинок, які в результаті руйнування розсіюються. Це призводить до значного зниження швидкості вбирання, а дощові краплі виносять зруйнований ґрунт.

Надалі водяна стіка концентрується в мікропониженнях, утворюючи суцільний мікростік, який ефективно виносить руйнований ґрунт. З часом ці мікроулоговини перетворюються в струмочки, які вже носять із собою значну кількість ґрунту, формуючи при цьому різниці. Ці русла можуть бути зруйновані під час обробітку ґрунту сільськогосподарськими інструментами, але після наступної зливи вони можуть знову утворюватися в тих самих місцях, що в результаті призводить до утворення ярів і змитих ґрунтів.

Спостереження за розтоком та виведенням ґрунту взимку та навесні проводилися на всій довжині (400–500 м) водозборів для кожного варіанта за допомогою самозаписувачів рівня води. Елементарні стіківні площадки (50X20 м), розташовані між лінійними рубежами (валами-канавами), аналізувалися об'ємним методом, також проводили вимірювання на мікромайданчиках (1 м<sup>2</sup>), що були відокремлені поліетиленовою плівкою від ґрунту для визначення активності танення снігу та випаровування. У зимовий період, за умов



вираженого вітрового режиму (західних і східних напрямків), на водозбірних площадках відбувалося переміщення снігу (рис. 1.2).

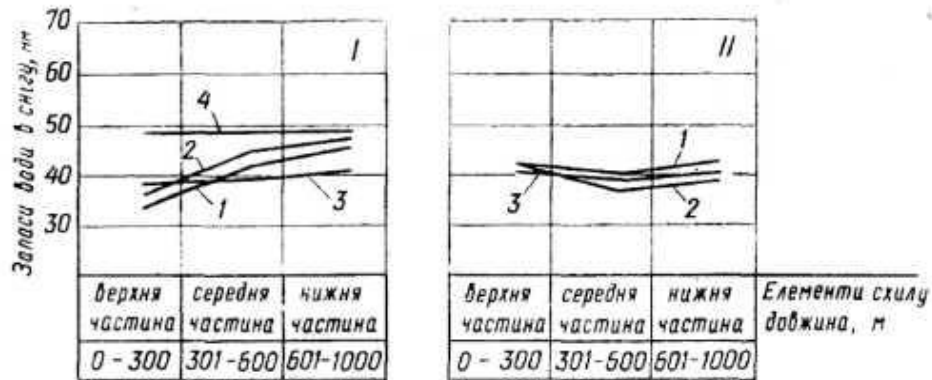


Рисунок 1.2 – Запаси води в снігу на підвіреному (I) і навіреному (II) схилах: 1 – озима пшениця; 2 – зяб полицевий, гребенистий; 3 – стерня ярого ячменю+еспарцет; 4 – стерня еспарцету

Спостереження за відтіканням та змиванням ґрунту взимку та навесні проводились на всій протязі (400–500 м) водозбірних областей для кожного варіанту за допомогою самозаписувачів рівня води.

Таблиця 1.1 – Вплив стоку талих вод на водну ерозію ґрунту

Показник	Експозиція	Нахил		
		0,5-2,0 <sup>0</sup>	2,1-3,5 <sup>0</sup>	3,6-5,0 <sup>0</sup>
Запас води у вигляді снігу, мм	північна	56,3	44,5	38,9
	південна	47,0	35,8	31,4
Стік, мм	північна	16,7	17,9	17,7
	південна	18,2	13,2	20,9
Коефіцієнт стоку	північна	0,30	0,4	0,49
	південна	0,39	0,50	0,59
Змив ґрунту, т/га	північна	1,08	2,27	2,61
	південна	1,61	1,90	2,57

Елементарні стіківні площадки (50X20 м), розташовані між лінійними рубежами (валами-канавами), оцінювалися об'ємним методом, а також проводилися вимірювання на мікромайданчиках (1 м<sup>2</sup>), які були відокремлені поліетиленовою плівкою від ґрунту для визначення активності танення снігу та випаровування. У зимовий період, при вираженому вітровому режимі (західних і східних напрямків), відбувалося переміщення снігу (табл. 1.1).

Ці дані свідчать, що при приблизно однакових умовах основний вплив на водну ерозію має величина ухилу та показники стоку (рис. 1.3).

Утворення озимих стерньових культур на полях також протидіє видуванню та перерозподілу снігу. У дослідженні, проведеному у 1984–1985 роках, виявлено, що на посівах озимого жита з додатковим висівом ярого ячменю для осіннього використання не відбувалося видування снігу під час вітрових опадів, і запаси води в снігу були майже вдвічі вищі, ніж на контрольних ділянках [19]. Вплив елементів комплексу заходів проти ерозії на розвиток ерозійних процесів та відведення талої води можна відстежити за щорічними спостереженнями. Стік відбувається двічі: 5–6 березня і 26–28 березня.

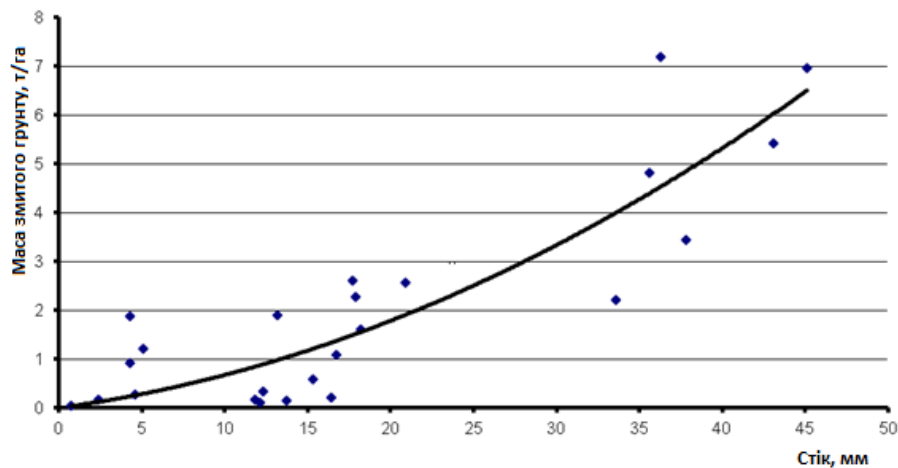


Рисунок 1.3– Залежність маси змитого ґрунту від величини стоку

Варто відзначити, що товщина танування ґрунту на галявинах виявилася більшою на 3-4 см, порівняно з ділянками під снігом (5-7 см). Ця особливість сприяє ефективнішому збору води на зябу та на тлі стерня ячменю з підсівом еспарцету.

Спостереження за промерзанням у водозбірних канавах (вал-канави) вказали, що верхній шар свіжої соломи, вологий від осінньо-зимових опадів, промерзав на глибину 17-27 см, тому не виникало жодних перешкод для відведення рідинного стоку, оскільки під стіканням вода швидко танула. Ґрунт на дні канави також був розм'якленим.

Швидкість танення снігу вимірюється на мікромайданчиках (1 м<sup>2</sup>), ізольованих плівкою для запобігання вбиранню [19].

Озимі культури, висіяні суцільно, та багаторічні трави є найбільш ефективними у відведенні стоку, а плоска зяблева оранка представляє найбільше ризиковане для ерозії вирівнювання. Величина зливого стоку та швидкість ерозії залежать від численних факторів, таких як кут та довжина схилу, вологість ґрунту, його проникливість, агрофон, інтенсивність дощу і так далі.

### **1.3 Вітрова ерозія**

На території України пилові бурі виявлялися ще в середині минулого століття, коли почалася розорка земель у степовій зоні. Розширення орних угідь спричинило збільшення ерозійних процесів. В даний момент, коли площі оброблюваних земель досягли максимального рівня, дефляція ґрунтів локально виявляється майже щорічно. Пилові бурі спостерігаються раз на 5-9 років. Причинами цього явища вважають не лише вітер, але і підвищену розпорошеність ґрунту, що виникає внаслідок недостатньої відповідності техніки обробітку ґрунту новим умовам землеробства, особливо його інтенсифікації.

За частотою та інтенсивністю вітроерозійних процесів територію України поділяють на два великі пояси. Перший охоплює зону Українського Полісся, північно-західні та західні райони держави, де існує потенційна можливість розвитку вітрової ерозії. Останнім часом спостерігається зміцнення місцевого (локального) прояву вітрової ерозії на відведених торфовищах та на ґрунтах легкого механічного складу. Фони полицевого зябу особливо вразливі до ерозії відразу після танення снігу в умовах заморозків або сухої весни при швидкості

вітру понад 3,5 м/с на поверхні ґрунту (8-12 м/с на висоті флюгера).

Другий пояс представляє залишкову частину території країни і є областю інтенсивної вітрової ерозії. Його можна розділити на три провінції. Лісостепова провінція характеризується низькою активністю вітроерозійних процесів. Розораність території варіює від 60% до 80%. Ґрунтовий покрив складається переважно з чорноземів суглинкового механічного складу, які в основному утворюються в лісах та лісоподібних зонах. Також зустрічаються сірі лісові та дерново-підзолисті ґрунти легкого механічного складу. Домінуючим фактором є місцева дефляція, яка розвивається при швидкості вітру понад 10 м/с. Найбільше активність вітроерозійних процесів спостерігається в північно-східних та південно-східних напрямках.

В степовій провінції України відзначається виражений розвиток вітрової ерозії ґрунтів. Паралельно з цим водна ерозія ґрунтів також стає поширеною, і часто ці два види ерозії взаємодіють, формуючи характерні рельєфні особливості ґрунтів. Вітроерозійні процеси найбільш інтенсивні у зимовий та ранньовесняний періоди року, особливо при відсутності снігового покриву. Кількість днів із пиловими бурями коливається від 5 до 25.

Чорноморсько-Приазовська провінція вирізняється високим рівнем розвитку вітрової ерозії ґрунтів, де кількість днів із пиловими бурями може досягати 20-35.

Кліматичні умови мають визначальний вплив на вітроерозійні процеси. Розподіл атмосферного тиску в період ерозійної небезпеки (січень-квітень) свідчить про наявність важливої баричної осі. По обидва боки від цієї осі переважають різні напрямки вітрів: західні на півночі, східні та північно-східні на південній частині, а на південно-заході – північно-східні та північні. Пилові бурі найчастіше виникають, коли на сході Російської рівнини утворюється потужний антициклон, а циклон розташований на заході або південному заході Європи. У таких умовах повітряні потоки на периферії антициклону істотно посилюються. Збільшення швидкості вітру також може відбуватися, коли на півночі та північному сході Європи виникають циклони, а на півдні України –

область пониженого тиску. У зимовий період на Україні зростає баричний градієнт і швидкість вітру, зокрема, на південному заході досягає 143 днів, холодний період року характеризується переважаючим південно-західним вітром. Літній період частіше визначається сильним шквальним вітром, зокрема під час грозових фронтів. Тривалість сильного вітру зазвичай коливається від 2 до 10-12 днів, на південному заході та південному сході – до 143 днів на рік.

У районах Херсона – Нової Каховки – Мелітополя – Запоріжжя – Нікополя кількість днів із пиловими бурями може сягати 40 в рік. Це пов'язано з особливостями клімату та ґрунтовими умовами цих регіонів. У північних та північно-східних районах України пилові бурі відзначаються значно рідше — один раз за 10 років.

Максимальна активність пилових бур спостерігається навесні через раннє танення снігового покриву та інтенсивне підвищення температури, що призводить до відсутності щільного рослинного покриву. Взимку, особливо при низьких температурах і недостатньому зволоженні ґрунту, можуть виникати так звані "чорні бурі" — видування ґрунту під впливом сильних вітрів.

Велика кількість днів із пиловими бурями може призвести до значних шкідливих наслідків для ґрунтового покриву. Локальна вітрова ерозія, зокрема на вітроударних схилах та вищих елементах рельєфу, може призводити до великих втрат ґрунту. Важливо враховувати властивості ґрунтів та їхню ступінь схильності до вітрової ерозії при розробці заходів з ерозійного контролю та землекористування.

Основа вітрової ерозії ґрунтів заключається в переміщенні частинок ґрунту та агрегатів під впливом потоку повітря. Цей процес може включати рух частинок по поверхні, їх перенесення в повітрі та стрибкоподібний рух. Властивості ґрунту, такі як ступінь грудкуватості та стійкості верхнього шару, відіграють ключову роль у визначенні його схильності до вітрової ерозії.

## 2 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ОРНИХ ҐРУНТІВ

### 2.1 Заходи боротьби з водною ерозією

#### 2.1.1 Лісові насадження

В рамках комплексу заходів з агролісомеліорації для боротьби з ерозією і поверхневим змивом в регіоні, велика увага приділяється захисним лісовим смугам. Ці смуги можуть бути водорегулюючими, прибрівковими, приярковими, а також включати куртинне залісення схилів, днищ ярів, видолинок та вододілів, а також долин рік, що стали жертвою лінійної ерозії. Різноманітність їхніх функцій включає вплив на зменшення та розподіл стоку дощових і талових вод, а також контроль за швидкістю змиву та розмиву ґрунтів.

Важливо враховувати, що полезахисні смуги мають різні ролі та завдання. Деякі з них безпосередньо впливають на управління поверхневим стоком води, його затримання та розподіл. Інші сприяють фіксації схилів ярів, унеможливлуючи їхнє подовження та розширення, а також запобігають рухові гравітаційних зміщень порід на схилах ярів, видолинок та річкових долин. Треті фільтрують стік води, утримуючи та відкладаючи змитий матеріал, тим самим запобігаючи забрудненню і затопленню річок і озер, а також захищають ґрунти від втрати ґрунтового покриву на дні балок і річкових заплав.

Самостійно чи в поєднанні з гідротехнічними спорудами, полезахисні смуги надають високий водорегулюючий ефект, який визначається їхньою здатністю утримувати поверхневий стік води, що надходить з великої площі водозбору. Відповідно до рекомендацій, ширина водорегулюючих смуг повинна становити 10–15 метрів, а відстань між ними — від 200 до 600 метрів, залежно від природної зони, типу ґрунту та крутизни схилів. Враховуючи певні параметри, такі як інфільтрація води в ґрунт, розрахована для конкретних умов, показує, що полезахисні смуги можуть ефективно затримувати значні об'єми води, що стікає з оброблюваної площі.

За допомогою полезахисних смуг, суміщених з гідротехнічними спорудами,

такими як вали та вали-канави, в середньому можна утримувати до 15 мм снігових вод на сірих опідзолених ґрунтах та до 30–35 см на чорноземах.

Проте, на схилах зі значною крутизною, водовідсмоктувальні властивості полежахисних смуг будуть менш ефективними. Ці схили частіше піддаються початковим формам ерозії, і ґрунтовий покрив тут характеризується різним ступенем еродованості та зниженою водопроникністю. Більш того, у зв'язку зі складністю рельєфу полежахисні смуги не завжди можна розташувати паралельно горизонталі, і тому окремі їх частини можуть бути орієнтовані вздовж схилу, що є характерним для прияркових і привидолинкових смуг.

Отже, чим більше відхилення у розташуванні полежахисних смуг від горизонталі, тим менша їх водорегулююча ефективність. З цього погляду доцільно будувати валами-канавами з бічними перемичками-валами, що переривають полежахисні смуги із невеликим виходом на ріллю. Довжину цих відрізків слід розраховувати, враховуючи поздовжній нахил полежахисних смуг.

Ширина лісових смуг на крутих схилах видолинків і річкових долинах не повинна перевищувати 35-45 метрів. Наприклад, при довжині поля 500 метрів, прилягаючого до нахилу видолинку, водний стік з 10 гектарів буде потрапляти в лісонасадження. Таким чином, полежахисні смуги затримують від 330 до 470 кубічних метрів води, яка стікає з кожного гектара. При довжині схилу 400 метрів об'єм затриманого стоку становитиме від 420 до 580 кубічних метрів води на гектарі.

Анатолій Г. Рожков зауважує, що висока ефективність водорегулюючих функцій суцільних лісонасаджень може спостерігатися лише на ідеальних схилах, де вода стікає рівномірно ідеальними потоками, а схили не розчленовані промоїнами, ярами і іншими формами ерозії. Проте в умовах даного регіону такі ідеальні умови відсутні. На крутих схилах видолинків і річкових долин (8-15°), вода надходить у вигляді потоків великої концентрації, викликаючи активний глибинний розмив схилів.

Навіть при наявності високої захисної ролі лісових насаджень, на заліснених схилах можуть виникати початкові форми ерозії. Це може бути пов'язано з

недостатнім затриманням стоку на розораних схилах, які розташовані вище від лісових насаджень.

Водорегулюючі полезахисні смуги не лише зменшують змив ґрунту з нижче розташованих схилів, але також у певному відношенні утримують змитий матеріал з прилеглих полів. Під час дощу частину цього матеріалу відкладається прямо в лісосмузі, а інша частина – на прилеглому полі. Виникнення наливів і відкладання змитого ґрунту перед полезахисними смугами в ході дощу відбувається за рахунок утворення валків на оброблюваній ділянці або великої товщини снігового покриву, яке ефективно виконує захисну функцію.

У випадках, коли не відбувається регулювання стоку води, що концентрується вздовж верхніх меж полезахисних смуг, лісонасадження може сприяти розвитку процесів ерозії.

### 2.1.2 Ґрунтозахисні насадження

Придолинкові та прияркові полезахисні смуги мають важливі функції, які відрізняють їх від водорегулюючих. Розташовані вздовж брівок ярів і видолинків, вони служать відмежувальним елементом, розділяючи ріллю від інших угідь та зберігаючи ґрунт на крутих схилах. Ці смуги має розміщувати горизонтально, уникаючи нахилу. У місцях перетину смуг різних знижень місцевості їх ширину збільшують, враховуючи крутизну і довжину схилів.

Придолинкові та прияркові смуги сприяють закріпленню та зменшенню росту ярів на крутих схилах видолинків та річкових терас, а також затриманню стоку атмосферних опадів та уникненню змиву ґрунту.

Ці насадження позитивно впливають на гідрологічні та мікрокліматичні умови на орних землях, що знаходяться поруч, і виконують важливу роль у захисті рік, озер і водойм від замулення.

Придолинкові та прияркові насадження сприяють рівномірному накопиченню та таненню снігу на ріллі та схилах. Талі снігові води, що стікають з прилеглих придолинкових площ, впливають на товщу снігу на схилах, зменшуючи ерозійну дію талої води та сприяючи поліпшенню умов для



розташованих поблизу полів.

Залежно від довжини та крутизни схилів вододілів і форм рельєфу, ширина прибрівкових лісових і лісоплодових смуг на Волинських і Подільських височинах і північному сході Буковини встановлюється від 10 до 15 метрів. Для територій із схилами, де розвивається інтенсивна ерозія та водозбори мають велику довжину, ширина таких смуг може сягати 15-20 метрів.

На схилах приподільських улоговин, річкових долин, видолинків і ярів, де процес природного осипання завершився і стабілізувався, протиерозійні насадження доцільно розташовувати за 2-3 метри від їхньої брівки, залишаючи вузьку прибрівкову смужку під природні залізи.

На ділянках видолинків із виступаючими, крутими схилами, де спостерігається активний процес розмиву, на береговій частині впроваджують насадження дерев та чагарників, що утворюють ефективний бар'єр проти розвитку ерозії. На схилах південних ділянок притоків Прип'яті, приберівкових зон Дністра і лівих притоків Пруту, встановлюються додаткові насадження чагарників, які включають посухостійкі види, такі як ірга, обліпиха, акація біла тощо. На відстані 4 метрів один від одного садяться плодові дерева, що сприяє їхньому доброму зростанню [27].

У регіонах, де розвиток ярів і початкових форм ерозії представляє загрозу для оброблених земель, а також на крутих еродованих схилах річкових долин і видолинків, влаштовують тераси. На цих терасах висаджують лісоплодові і плодові культури, включаючи виноград, що приносить значні економічні вигоди.

Залісення підсхилин і днищ ярів і видолинків також вважається ефективним заходом. Ширину приберіг від 10-15 до 20-25 метрів вважають оптимальною.

На територіях, де розповсюджені початкові прояви ерозії та важкі змиті ґрунти, які визначаються утворенням ярів на схилах та в руслах струмків, рекомендується створення приберіг з шириною 20–30 метрів, оскільки це сприяє контролюванню руйнівної дії талої та зливової води, що стікає у видолинки через прибережні зони.

### 2.1.3 Протиерозійні насадження

Придолинкові та прияркові полезахисні смуги виконують важливі функції, які роблять їх відмінними від водорегулюючих. Розташовані вздовж брівок ярів і видолинків, вони діють як відмежовуючий елемент, розділяючи рілля від інших угідь та утримуючи ґрунт на крутих схилах. Рекомендується розміщувати ці смуги горизонтально, уникаючи нахилу. Там, де смуги перетинаються на різних висотах, їх ширину слід збільшувати, враховуючи крутизну і довжину схилів.

Придолинкові та прияркові смуги сприяють закріпленню та зменшенню ерозії на крутих схилах видолинків та річкових терас, а також утриманню стоку атмосферних опадів, запобігаючи змиву ґрунту.

Ці насадження позитивно впливають на гідрологічні та мікрокліматичні умови на сільських ділянках поруч, виконуючи ключову роль у захисті рік, озер та водойм від замулення.

Придолинкові та прияркові насадження сприяють рівномірному накопиченню та таненню снігу на ріллі та схилах. Талі снігові води з прилеглих придолинкових площ впливають на товщу снігу на схилах, зменшуючи ерозійний вплив талої води та поліпшуючи умови для розташованих поруч сільських ділянок.

Ширина прибрівкових лісових і лісоплодових смуг визначається залежно від довжини та крутизни схилів вододілів і форм рельєфу, зазвичай коливаючись від 10 до 15 метрів на Волинських і Подільських височинах і північному сході Буковини. Для територій із схилами, де розвивається інтенсивна ерозія та водозбір має велику довжину, ширина може бути від 15 до 20 метрів. На схилах приподільських улоговин, річкових долинах, видолинках і ярах, де процес природного осипання завершився і стабілізувався, протиерозійні насадження доцільно розташовувати за 2-3 метри від їхньої брівки, залишаючи вузьку прибрівкову смужку для природного залуження.

Для створення протиерозійних захисних полос у зазначених еродованих областях Волинської височини використовують широкий асортимент дерев,

таких як дуб звичайний, клен гостролистий, в'яз, бруслина, липа, черешня, шовковиця, сосна, ясень звичайний, вишня степова, береза бородавчаста і інші. Кожна з названих культур може виступати основною. Для формування підліску використовують такі рослини, як ліщина, крушина ламка, верба попеляста, горобина, жимолість звичайна, бруслина бородавчаста, вовче лико та інші, характерні для підліску чагарникових дібров, грабово-соснових і березових лісів Волині.

На територіях Західного Полісся та Волинської рівнини розповсюджені піщані ґрунти. Для фіксації цих ґрунтів та підвищення їх родючості, як свідчить досвід кількох колгоспів у лісостеповій та поліській зонах Української РСР, ефективним заходом є застосування методу шелюгування (під плуг чи черенками) з наступним висадженням сосни у міжряддях.

Розташування рядів шелюги (наприклад, верби гостролистої) через 1,5-2,0 метри забезпечує задовільний розвиток цієї рослини у міжряддях. Функція захисту шелюги відносно сіянців деревних культур визначається відстанню між рядами, яке дорівнює чотирьом висотам (Н) шелюги у посадках або 4 метрам. При використанні суцільного шелюгування ширину міжрядь можна зменшити до 2 метрів і більше. При будівництві спеціальних суцільних ділянок шелюги можливе більш щільне розташування її рядів.

#### 2.1.4 Залуження схилів

Ефективним заходом у протидії ерозії і змиванню, що використовується у поєднанні з іншими агролісомеліоративними заходами, є використання залучення для відновлення високо еродованих і розмитих крутих схилів. Рекомендується висівати сінокісні сівозміни, що містять багаторічні трави або травосуміші [19].

На схилах річкових долин, ярів і видолинків, де поширені опідзолені чорноземи і сірі лісові опідзолені ґрунти, рекомендується висівати червону конюшину і люцерну. Також ефективним є використання сумішей конюшина з тимофіївкою; конюшина з вівсяницею; конюшина з райграсом пасовищним або

багатоукісним; або суміші конюшина, люцерна і тимофіївка чи вівсяниця лучна.

При однорічному використанні рекомендується суміш червоної та білої конюшини з тимофіївкою; червоної конюшини з райграсом пасовищним або багатоукісним; при дво- чи трирічному використанні - потрійна суміш із червоної конюшини, люцерни і вівсяниці лучної.

Також на схилах добре вираховані і приносять значний протиерозійний ефект суміші червоної та рожевої конюшини; білої конюшини з лядвенцем рогатим.

Для боротьби з вітровою ерозією супіщаних і суглинистих ґрунтів рекомендується висівання люпину, який є доброю післяукісною і післяжнивною культурою. Важливо залишати люпин до весни, щоб зберегти азотисті і органічні речовини в ґрунті. З урахуванням спеціалізації і концентрації сільськогосподарського виробництва, важливо враховувати навантаження тварин на гектар природних кормових угідь. В господарствах, спеціалізуючихся на вирощуванні овець, нетелей і молока, неправильне використання угідь може спричинити втрату трав'яного покриву, що загрожує розвитком ерозії на схилах видолинків, річкових долин, а також зниженням продуктивності травостоїв.

Отже, у спеціалізованих господарствах важливим є проведення корінного та поверхневого поліпшення пасовищ і луків, застосування добрень та раціональне використання пасовищ [14]. Для захисту ґрунтів від ерозії у зв'язку з корінним поліпшенням пасовищ на схилах до 6° використовується суцільна оранка, а на схилах понад 6° – черезсмужна, розорюючи схили поетапно. Це спрямоване на запобігання утворенню початкових форм ерозії та змиву ґрунтів. Збільшення питомої ваги багаторічних трав у структурі посівних площ в лісостепових районах Волині, Поділля і Буковини допоможе підвищити родючість еродованих земель, сприяючи розвитку тваринництва і позитивно впливаючи на родючість ґрунтів у прилеглих до еродованих ґрунтів районах.

#### 2.1.5 Просапні культури в боротьбі з ерозією

Спеціалізація та концентрація виробництва товарної картоплі і овочів, а

також переходження кормовиробництва на промислову основу, викликає різке збільшення питомої ваги просапних культур у сівозмінах. Це призводить до змін у структурі посівних площ та технології обробітку ґрунту. Поля стають більшими, що призводить до збільшення водозбірних площ та ліній стоку. У регіонах з ерозійним рельєфом це може викликати розвиток процесів ерозії й змиву.

Зростання питомої ваги просапних культур у господарствах також породжує необхідність активного обробітку ґрунту. Це призводить до швидкої мінералізації органічних речовин і руйнування їх структури, що погіршує протиерозійну стійкість ґрунту.

З метою ефективної боротьби з розвитком водної (лінійної) ерозії і змиву, а також для збільшення врожайності сільськогосподарських культур у еродованих районах, важливо дотримуватись розроблених наукою і практикою сівозмін, протиерозійних технологій обробітку культур і відповідного утримання міжрядь плодових насаджень, які розміщуються на терасах схилів ерозійних форм рельєфу.

На сильнозмитих та середньозмитих ґрунтах рекомендується використовувати такі сівозміни: 1-3 поле – багаторічні трави, 4 – озима пшениця, 5 – кукурудза на силос, 6 – ячмінь з підсівом багаторічних трав.

У районах з переважаючим ерозійним рельєфом та еродованими і змитими ґрунтами, просапні культури слід виключити з сівозміни та відвести всю площу під постійне залуження, щоб забезпечити раціональне використання еродованих земель та ефективність боротьби з ерозією.

Також важливо враховувати технологію вирощування цукрових буряків і кукурудзи, які можуть бути ерозійно небезпечними в природних умовах регіону. Рекомендується висівати цукрові буряки на рівнинних площах та на схилах з кутом нахилу до 3°. Вирощування цих культур на крутиших схилах варто уникати, оскільки це може ускладнити роботу машин і сприяти розвитку ерозії під час дощів і зливів. Кукурудза, як важливий агрофон у боротьбі з ерозією, також повинна враховуватися у плануванні посівних площ та уникати

виросування на великих площах, де ґрунт залишається незахищеним протягом більшої частини року.

### 2.1.6 Терасування схилів

Методологія П. Д. Поповича наголошує на важливості індивідуального підходу до кожного схила, врахуванні його характеристик при розробці систем протиерозійних заходів. П. Д. Попович розробив повноцінну систему протиерозійної організації еродованих схилів, зокрема для терасування та використання під плодові чи лісоплодові насадження. Основні аспекти його методу включають:

Розміщення дерев та техніка висадження: Попович підкреслює, що розміщення дерев, техніка висадження та загальний догляд повинні бути адаптовані до крутизни схилів. Нахил схилів впливає на розміщення рядів дерев і терас. Рекомендовано використовувати геодезичні інструменти для точного розташування рядів.

Квартали насаджень: Попович пропонує відводити окремі квартали для схилів з певною крутизною, щоб оптимізувати розміщення дерев та терас. Рекомендовано відводити схили крутизною  $5-6^\circ$  і більше  $8-10^\circ$  під окремі квартали.

Градiєнт крутизни: Підкреслюється важливість утримання градiєнту крутизни на певному рівні, щоб уникнути ускладнень при розміщенні рядів дерев і терас. Це важливо для забезпечення ефективної роботи машин і мінімізації ерозії.

Форма та ширина терас: Розташування терас і їхні параметри (ширина, форма) повинні враховувати крутизну схилів. Попович рекомендує оптимальні розміри полотна тераси для забезпечення продуктивності і механізації процесів.

Площа кварталів: На схилах площа кварталів може бути меншою, ніж на рівнині, залежно від рельєфу. Попович вказує на необхідність адаптації площі під крутими схилами.

Тип терас: Попович розрізняє тераси на схилах за формою (східчасті і гребеневі), а також вказує на важливість закріплення вертикальних укосів терас та розміщення дерев.

Поперечний та поздовжній профіль: Визначається, що поздовжній і поперечний профіль терас повинен бути розроблений з урахуванням місцевих особливостей, рельєфу та властивостей ґрунту.

## **2.2 Заходи в ерозійно небезпечний період**

Заходи з боротьби з вітровою та водною ерозією ґрунтів в різних районах з різним кліматом та характером землекористування. Основні аспекти, які варто відзначити:

Групування ґрунтів: Оцінка агровиробничих груп ґрунтів здійснюється на основі групування ґрунтів та усереднених показників їхніх властивостей. Це дозволяє концентрувати заходи щодо захисту ґрунту.

Вміст агрегатів та ерозійно небезпечний період: Вказується, що грудочковатість ґрунтів в ерозійно небезпечний період нижча порога вітростійкості. Зазначається, що ерозійно стійку поверхню можна сформувати за допомогою природних покривів рослинності.

Посіви багаторічних трав та озимих культур: Зазначається, що посіви багаторічних трав та озимих культур можуть слугувати певним захистом від ерозії. Проте, проективне покриття поверхні ґрунту становить лише 20-35%, а в липні-серпні досягає 70-80%.

Вимоги до систем землеробства: Визначається, що системи землеробства повинні забезпечувати замкнутий цикл біологічного кругообігу речовин, мати оптимальні рівні агрофізичних і агрохімічних властивостей ґрунтів, а також створювати цілорічне проективне покриття не менше 70-80%.

Методи боротьби з ерозією: В останні роки використовують такі методи боротьби з ерозією, як збільшення вмісту вітростійких агрегатів на поверхні ґрунту, створення різних нерівностей (гребені, канали), захисний екран з живої рослинності, смугове розміщення ерозійно небезпечних фонів, створення

бар'єрів (полезахисні лісові і буферні смуги, куліси).

Ефективність заходів: Ефективність заходів залежить від кліматичних умов та землекористування. Наприклад, в регіонах з надмірним зволоженням важливу роль відіграють післяжнивні посіви, а в регіонах з водною ерозією - оранка впоперек основного стоку та інші заходи.

Текст наголошує на важливості комплексного підходу до захисту ґрунту в залежності від конкретних умов та особливостей регіону. Захисні характеристики сільськогосподарських культур визначаються методами обробітку та розвитку, що відображається у відсотках проективного покриття і задерненні поверхні ґрунту. У зимово-весняний період найбільш стійкі фони багаторічних трав та озимих культур досягають фази 5-7 листків (проективне покриття понад 80%), висіяних перпендикулярно до основного напрямку стоку. На цих фонах, при наявності стіку води, відбувається мінімальне виносіння часток ґрунту. Порівняно менш стійка поверхня ґрунту під озимими після непарових культур, які зазвичай завершують свій розвиток до початку зими, при стадії 2-4 листків (проективне покриття 40-60%). За допомогою додаткового щільного висівання підвищують протиерозійну стійкість таких фонів [21].

Однак сільськогосподарські культури, висіяні на поверхні ґрунту, за їхньою ґрунтозахисною ефективністю відстають від культур суцільного посіву в 2-3 рази. Для створення поверхні, яка стійка до ерозії, вони вирощуються на фоні стерньових пасовищ (наприклад, соняшник) або в інтервалах між культурами суцільного посіву (наприклад, озима пшениця, багаторічні трави). Проте не рекомендується висівати їх на схилах з кутом нахилу понад 3°.

Ефективність післяжнивних решток для захисту ґрунтів від зливової ерозії залежить від їхньої кількості та розташування. Для досягнення захисту ґрунту від зливової ерозії необхідно використовувати 600-700 шт./м<sup>2</sup> післяжнивних решток колосових культур довжиною 18-22 см. Найбільш ефективним вважається розміщення стерні у рядках поперек схилу, оскільки стерня висотою 7-8 см знижує еродованість лише в 3-4 рази. Однак внаслідок високого рівня



мінералізації (30-50%) протягом осінньо-зимового періоду важливо враховувати, що кількість післяжнивних решток на поверхні може значно зменшитися.

Весняно-літній період на схилах, зокрема на фоні стерні, може викликати змив напіврозкладеної рослинності під впливом талих та дощових вод, що сприяє активному розвитку ерозійних процесів. З цієї причини важливо вживати ефективні заходи для запобігання стоку.

Напрямки заходів включають в себе:

Захід проти стоку стерні:

Створення заходів, що утримують розкладання рослинних залишків та зменшують змив.

Використання методів, що завадять розвитку ерозії під впливом талої та дощової води.

Захід для мінімізації ерозії:

Використання куліс, буферних смуг і розміщення відкритих фонів між смугами багаторічних трав для запобігання ерозії на схилах та відкритих ділянках.

Регулювання бар'єрів на схилах:

Позначення захисної зони для буферних смуг і куліс, що діє на рівних ділянках.

Урахування ефективності захисної дії бар'єрів на крутих схилах, де їх ефективність зменшується.

Оптимізація розміщення вітрозахисних бар'єрів:

Забезпечення правильного розміщення та формування бар'єрів і полів з озимими культурами та багаторічними травами по всій території землекористування.

Такий комплексний підхід дозволяє ефективно захистити схили від ерозійних процесів, ураховуючи різні умови та регіональні особливості.

### **2.3 Інтегрований захист ґрунтів від ерозії**

Сільськогосподарською наукою і практикою нагромаджений значний досвід запобігання вітровій ерозії, поверхневому стоку води, змиву ґрунту, збільшення урожайності сільськогосподарських культур окремими або поєднанням двох-трьох протиерозійних заходів.

Продуктивному виробництву в сучасних умовах належать важливі рекомендації щодо будівництва протиерозійного комплексу та окремих заходів. При розробці цих заходів важливо керуватися наступними основними положеннями:

1. Управління ерозійними процесами:

- Комплекс протиерозійних заходів повинен активно працювати на запобігання вітровій і водно-вітровій ерозії.
- Зменшення швидкості вітру у приземному шарі та максимальне утримання поверхневого стоку, його перенесення у внутрішньогрунтовий шар - ключові завдання.

2. Використання перспективних заходів:

- Для високої ефективності захисту ґрунту від ерозії слід впроваджувати передові організаційно-господарські, агротехнічні, луко-, лісомеліоративні та гідротехнічні заходи.
- Комплекси мають бути розроблені з урахуванням ґрунтово-ерозійних особливостей конкретних районів або адміністративних одиниць.

3. Основні показники для розробки:

- Визначення площі ґрунтів за генетичними типами і підтипами, крутістю схилів та ступенем змитості.
- Аналіз перспективної структури посівних площ і врахування рози вітрів та швидкості вітру.
- Урахування величини стоку талих і зливових вод для комплексного підходу до ерозійного контролю.

Ці рекомендації допоможуть виробництву ефективно протистояти ерозійним процесам та збільшити родючість ґрунтів, що є критичним для стабільного та високоякісного сільськогосподарського виробництва.

Методологія будівництва системи протиерозійних заходів розроблена на основі розрахункового підходу. Це означає, що з використанням наявних даних проводиться оцінка поверхневого стіку талої та дощової води для кожної конкретної ділянки землі з урахуванням ерозійних вітрів та об'єму стоку на цих ділянках. Далі реалізується комплекс агротехнічних протиерозійних заходів. Після цього важливо розрахувати обсяг затриманої та остаточної води, виходячи з чого планується встановлення водорегулюючих лісових смуг. У випадку, якщо стік не зупиняється, надлишок води має бути видалений безпечно або повністю утриманий за допомогою гідротехнічних протиерозійних заходів [6].

Процес розробки системи протиерозійних заходів розпочинається з польового обстеження території та обробки отриманих результатів. Під час ґрунтово-ерозійного картування виконуються такі дії:

- Загальний огляд та маршрутне дослідження обраної для обстеження території.
- Визначення ступеня ерозії ґрунтів шляхом встановлення щілин (прикопок) та попередній оцінки.
- Збір проб ґрунту для подальших вимірювань вмісту гумусу.
- Виділення контурів змитих ґрунтів та їх комплексів.
- Збір інформації про використання земель та агровиробничі характеристики ґрунтів.
- Створення польової ґрунтової карти.
- Здача та приймання результатів польових досліджень.

Огляд та маршрутне дослідження допомагають уточнити границі вододілів та ґрунтово-геоморфологічних профілів. Також проводиться визначення еталонів на вирівняних вододілах або схилах з крутістю понад  $0,5^\circ$ . Зразки ґрунту, зібрані під час розкопок, надсилаються на лабораторні дослідження для подальшого аналізу.

У протиерозійному комплексі слід використовувати ефективні та економічно вигідні агротехнічні прийоми, які можна розділити на три групи: ті, що механічно затримують воду, ті, що підвищують водопроникність ґрунтів, і ті,

що збільшують ерозійну стійкість поверхні ґрунту.

#### 1. Механічна затримка води:

Лункування, борознування, обвалування та мікролимани - це методи, які створюють водозберігаючі структури на поверхні ґрунту, особливо ефективні в усіх зонах по зябу.

#### 2. Підвищення водопроникності ґрунтів:

Глибока оранка впоперек схилу, оранка з ґрунтопоглибленням, щілювання, снігозатримання та регулювання сніготанення, сівба й садіння сільськогосподарських культур впоперек схилу - ці заходи сприяють підвищенню водопроникності ґрунту.

#### 3. Збільшення ерозійної стійкості поверхні ґрунту:

Щілювання та поглиблення орного шару сприяють збільшенню стокозатримуючої здатності мікрорельєфу.

Глибока оранка впоперек схилу визнана одним із найефективніших заходів для регулювання поверхневого стоку води, особливо в середньо- і багаторічно вологих роках.

Правильна імплементація цих заходів дозволить зменшити ерозійні процеси та підвищити ефективність вирощування сільськогосподарських культур.

Зі збільшенням вологості, позитивний вплив глибокої оранки зростає, оскільки утворюється значна кількість некапілярних пор в орному шарі. Це призводить до того, що навіть при значному зволоженні вода утримується "пристінно" в цих порах, залишаючи вільний від льоду простір. Такий простір дозволяє воді просочуватися в глибокiші шари ґрунту. У випадку, коли ґрунт є ущільненим (наприклад, він вирівняний за допомогою зяб, багаторічних трав, озимих, стерня), капілярна система в орному шарі під час замерзання заповнюється льодом, що робить водопроникність високою. Під час зимових тань утворюється товстий льодовий шар, що призводить до збільшення поверхневого стіку води.

Дії оранки з ґрунтопоглиблення мають подібний вплив на стік, як і оранка впоперек схилу. Напрямок оранки, сівби та садіння сільськогосподарських

культур відіграє ключову роль у зменшенні стоку та змиву. Наприклад, оранка впоперек схилу зменшує стік води на 5-6 мм та змив ґрунту у 1,5-2 рази. Виконання поперечної оранки можливе лише з правильною організацією території.

Щільювання ґрунтів визнається одним з найбільш перспективних заходів для подолання водного стоку та змиву ґрунту. Цей метод демонструє особливо позитивний вплив на сільськогосподарські угіддя з високою щільністю ґрунту, такі як озимі культури, багаторічні трави природних кормових угідь і інші. Прорізування ґрунту на глибину 60 см і більше сприяє переміщенню талої та дощової води у глибші, менш вологі та менш промерзлі шари ґрунту. Це призводить до збільшення поверхні контакту ґрунту з водою та підвищення фільтрації у глибокіші шари.

Щільювання зябу є найбільш доцільним на мерзлій кірці, оскільки в інших умовах щілини можуть засипатися внаслідок розпущення орного шару, а прохід трактора може ще більше ущільнити ґрунт, призводячи до незначного зменшення стоку.

До заходів, які підвищують ерозійну стійкість поверхні ґрунту, відносять безполицеві (плоско-різні) обробітки, куліси, буферні смуги, смугове розміщення сільськогосподарських культур на схилах. На територіях з нерівним рельєфом смугове розміщення культур, куліси та буферні смуги ефективно послаблюють ерозійні процеси. На схилах, де переважають середньо- і сильнозмиті ґрунти, варто використовувати смугове розміщення культур або впроваджувати буферні смуги з природним травостоєм, багаторічними травами або цінними чагарниковими породами. Ширина смуг залежить від крутості та довжини схилів і коливається від 4 до 20 м. На таких схилах важливо узгоджено впроваджувати буферні смуги, а на схилах з крутістю понад 10° цілком уникати суцільної оранки. Для захисту ґрунту від зливової ерозії можна використовувати буферні смуги на чистих парах та просапних культурах. На схилах сільськогосподарські культури найдоцільніше розміщувати смугами, що запобігає розвитку ерозійних процесів.

На основі багаторічних наукових досліджень і виробничої практики підтверджено високу роль захисного лісорозведення в протиерозійному та агрономічному контексті в умовах України. Особливо ефективні є системи захисних лісонасаджень, які не лише ефективно захищають поля від ерозії, але також значно зменшують негативний вплив посух і суховіїв, сприяючи підвищенню врожаїв сільськогосподарських культур.

Розрізняють три типи конструкцій лісових смуг: продувні, ажурні та непродувні (щільні). Найбільш ефективними для захисту ґрунтів від вітрової ерозії визнані продувні та ажурні конструкції.

Лісові насадження прияружно-балкового та водорегулюючого призначення мають бути щільними, і в цих насадженнях слід впроваджувати різноманітні чагарники, враховуючи крутизну схилу та схильність ґрунтів до ерозії. Вибір порід повинен здійснюватися, враховуючи конкретні умови лісорослинного покриву, що гарантує швидкий ріст та тривалу стійкість лісонасаджень. Параметри захисних лісових насаджень визначаються інструкціями, чинними в республіці.

На ділянках, де ерозійним процесам не вдається запобігти, використовують найпростіші гідротехнічні споруди: на нижньому (по схилу) міжрядді прокладають канаву, а по нижньому краю полезахисні смуги – водозатримуючий вал.

Лукомеліорація – високоефективний захід захисту ґрунту від ерозії на землях гідрографічного фонду й частково на землях дуже обмеженого використання за допомогою докорінного й поверхневого поліпшення природних кормових угідь, а також залуження сильноеродованих розорюваних поперечно-хвилястих схилів.

Методичні і технічні питання докорінного поліпшення природних кормових угідь практично вирішені. Так, докорінне поліпшення передбачає повне знищення дикорослої рослинності й формування повноцінного травостою за рахунок сівби сумішки злаково-бобових трав [8].

## 3 ВІДНОВЛЕННЯ ЕРОДОВАНИХ ҐРУНТІВ

### 3.1 Технічна рекультивація

До переліку робіт технічного етапу входять такі операції, як вирівнювання, створення нахилів, видалення, переміщення та накладення ґрунту або потенційно родючих порід на рекультивовані землі, проведення комплексної меліорації, будівництво доріг, введення в експлуатацію спеціальних гідротехнічних споруд та інші схожі заходи відповідно до стандартів, таких як ГОСТ-83.

Відкриті видобутки, які здійснюються без належного проекту рекультивації, залишають після себе стан, що часто називається "місячним ландшафтом". Ця безладниця призводить до забруднення та отруєння ґрунту, води, повітря та навколишнього середовища. Будь-яка діяльність з видобутку корисних копалин повинна враховувати те, як відновлені та використовувані будуть порушені землі у майбутньому. Ці аспекти повинні бути чітко визначені у проекті рекультивації порушених територій, який повинен відповідати вимогам технічного етапу.

Проект рекультивації визначає послідовність робіт, спрямованих на розкриття гірських порід та переміщення їх на відвали для подальшого полегшення їхнього використання. Проектанти розробляють технологічні схеми для селективного розкриття гірських порід і селективного розподілу відвалів.

Найпоширенішими вимогами до технічного етапу рекультивації є такі:

- селективне знімання родючих гумусованих горизонтів ґрунту;
- селективне знімання потенційно родючої породи (переважно леси та лесовидні суглинки);
- переміщення до відвалів суміші безплідних і токсичних порід;
- своєчасне огрублене планування (вирівнювання) відвалів з токсичними та індиферентними породами для забезпечення рівномірного їх осідання;
- ретельне планування відвалів після осідання;

- покриття токсичних порід після їх ретельного планування шаром глинистих порід, що не допускає міграції токсичних елементів до коренемісткого шару;
- нанесення шару потенційно родючої породи завтовшки 1,5-2 м;
- покриття відвалів шаром родючого ґрунту завтовшки 30- 50 см.

Іноді можуть виникати відхилення від зазначеної загальної схеми. Наприклад, якщо потужність шару потенційно родючої породи достатня, то його можна використовувати для покриття токсичних та індиферентних порід без докладного вирівнювання відвалів та без формування екрану з глинистих порід. У випадку глибокого вирівнювання екскаваторних відвалів, на них може накладатися шар лесовидного суглинку товщиною 3-5 метрів. Після усадки та розрівнювання цього шару використовують ґрунт гумусованих шарів. Гумусовані шари ґрунту представляють собою важливий ресурс. Згідно з законодавством, при будь-яких роботах, пов'язаних із будівництвом, його слід видаляти, зберігати та використовувати для біологічної рекультивації.

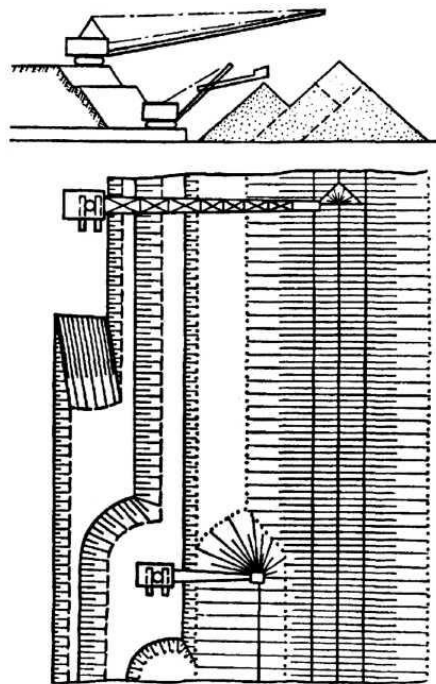


Рисунок 3.1 – Схема спареної роботи екскаваторів під час селективного формування відвалів



Виділяють такі технологічні схеми робіт по зніманню ґрунтового шару та нанесенню його на відвали:

- технологічна схема з застосуванням скрепера та бульдозера. Знімання гумусового шару ґрунту і транспортування на відвали виконується скрепером. Доставлений до відвалу ґрунт за допомогою бульдозера рівномірно розподіляється по поверхні відвалу;

- технологічна схема із використанням екскаватора, автосамоскида та бульдозера. Вона застосовується при транспортуванні ґрунту на більші відстані;

- технологічна схема із застосуванням екскаватора, стрічкового конвеєра, відвалоформувача та бульдозера. Ґрунт виймають екскаватором, завантажують у бункер стрічкового конвеєра, який транспортує ґрунт на зовнішній та внутрішній відвали, де він розрівнюється бульдозером.

Кожному виду робіт по реутилізації родючого шару відповідають спеціальні машини (табл. 3.2).

Ефективне застосування схеми Н" обмежується продуктивністю розробки до 300 тис. м<sup>3</sup> за рік і відстанню транспортування до 2,5 км.

Порівняння технологічних схем І і ІІпоказує, що ефективне застосування автотранспорту обмежується невеликими обсягами робіт і невеликою відстанню транспортування [13].

Технологічна схема  $I_{п}^{ек}$  більш ефективна, ніж схема  $I_{п}^{тр}$ . При використанні екскаваторів з автосамоскидами затрати на 1 м<sup>3</sup> робочого розкриття на 5-10 % нижчі, ніж при використанні транспортного навантажувача з тими ж самоскидами.

У всіх цих планах висота верхнього виступу обмежується глибиною, яка є сприятливою для біологічної рекультивації структурних порід. Глибина гумусованого шару, що знімається окремо, визначається його агрохімічними та фізико-хімічними властивостями. Усі горизонти із вмістом гумусу понад 1% знімаються та зберігаються. Важливо враховувати зональні особливості будови профілю ґрунту.

Рекультивована ділянка, що відводиться під біологічну рекультивацію,

підлягає внутрішньогосподарській організації території. На ділянках, покритих потенціально родючим шаром, на період біологічної рекультивації вводиться меліоративна сівозміна, влаштовується мережа доріг, захисних лісонасаджень і гідротехнічних споруд.

Таблиця 3.2 – Технологічні схеми розробки робочого розкриву з використанням серійних машин

Індекс технологічної схеми	Технологічна операція	Тип машини
I <sub>п</sub> <sup>ек</sup>	Штабелювання ґрунту в кар'єрі	Бульдозер
	Навантаження в самоскиди	Екскатор
	Транспортування на відвал	Автосамоскид
	Розрівнювання на відвалі	Бульдозер
I <sub>п</sub> <sup>тр</sup>	Штабелювання ґрунту в кар'єрі	Бульдозер
	Навантаження в самоскиди	Одноківшові навантажувачі
	Транспортування на відвал	Автосамоскид
	Розрівнювання на відвалі	Бульдозер
II <sub>п</sub> <sup>ек</sup>	Розробка ґрунту в кар'єрі та транспортування на відвал	Самохідний скрепер
	Розрівнювання ґрунту на відвалі	Бульдозер
III <sub>с</sub> <sup>ав</sup>	Розробка і навантаження родючих порід у кар'єрі	Екскатор
	Транспортування на відвал	Автосамоскид
	Розрівнювання на відвалі	Бульдозер
III <sub>с</sub> <sup>ж</sup>	Розробка і навантаження родючих порід у кар'єрі	Екскатор
	Транспортування на відвал	Електровоз
	Розрівнювання на відвалі	Бульдозер

Орієнтована потужність шару ґрунту, що знімається, згідно з науково-методичними рекомендаціями 1981 р., може бути такою, см:

- дерново-підзолисті окультурені ґрунти – 15-20;
- ясно-сірі та сірі опідзолені ґрунти – 15-30;
- темно-сірі опідзолені ґрунти – 40-50;
- чорноземи типові, вилуговані, опідзолені та реградовані – 100-120;
- чорноземи звичайні – 40-70;
- чорноземи південні та темно-каштанові ґрунти – 35-50;
- каштанові ґрунти 20-30.

Борти відпрацьованих кар'єрів знарізають в залежності від стійкості порід і використовують укоси від 1:1 до 1:2 або споруджують на них терасовидні уступи для посадки лісових культур. Дно таких кар'єрів може бути відведено для біологічної чи будівельної рекультивації. Іноді доцільно створювати водойми та зони відпочинку.

Технічний етап рекультивації при будівництві шляхів та інших лінійних об'єктів включає в себе знімання шару ґрунту в порушеній смугі, формування насипів із підґрунтя та покриття резервних ділянок гумусованим шаром.

При використанні шахтного методу видобутку корисних копалин, порожнина, утворена внаслідок видобутку, може бути використана для повторного наповнення видобутою породою. У випадках, коли неможливо повернути порожнину в самі штреки, створюються зовнішні відвали (терикони або териконники), на які направляються менш продуктивні землі або яри. Після 2–3 років відсідання поверхні відвалів вирівнюють, покривають родючою породою, наносять шар ґрунту і передають для біологічної рекультивації.

Під час добування корисних копалин під землею може відбуватися деформація поверхні ґрунту внаслідок осідання. Внаслідок цього, в зоні шахтного поля шар ґрунту знімається, виникають провали, які потім заповнюються, рівняються після завершального осідання і покриваються новим шаром ґрунту.

Під час геологорозвідувальних робіт повністю знімають гумусовий шар

грунту. Крім того, видаляють 50 см горизонту, який переходить до породи, його окремо зберігають, створюють резервуари для зберігання промивних рідин, які використовуються під час буріння. Після завершення буріння зняті шари ґрунту і підґрунтя повертають на попереднє місце. У випадках необхідності проводять хімічну меліорацію та вносять підвищені дози органіки.

Після видобутку торфу за допомогою фрезерного або машиноформувального способів, торфовища потрібно рекультивувати для подальшого використання під сіножаті, пасовища, лісівництво та ірригаційні цілі. Для цього проводять осушення, планування поверхні та будівництво доріг. Торфовища, видобуті за допомогою гідроспособу, зазвичай піддають рекультивації з метою рибного господарства. Проводять корчування та вивезення пнів, планування і будівництво осушувальної мережі. В Німеччині застосовується технологія ренатуралізації боліт і торфовищ.

### **3.2 Біологічна рекультивація**

Біологічна рекультивація – це етап загальної рекультивації, що включає агротехнічні і фітомеліоративні заходи для підвищення родючості порушених земель.

Залежно від призначення відновлюваної території, цей процес може бути сільськогосподарським або лісовим. Сільськогосподарська рекультивація спрямована на підготовку ґрунту для сільськогосподарського використання. Стандарти важливі під час біологічної та технічної рекультивації сільськогосподарських земель.

Використовуються заходи, такі як селективне відсіпання відвалів, застосування захисного шару глини та верхнього шару ґрунту. Процес відновлення родючості може тривати 5-10 років. Сільськогосподарські культури можна вирощувати на рекультивованих землях з ефективністю, яка не поступається ґрунтам зони, рекомендується не використовувати більше 70% порушених земель. Решта 30% може використовуватися для інфраструктурних

заходів та лісового використання.

Порушені землі потребують додаткового удобрення. Приріст врожаю максимальний при використанні повних мінеральних добрив. Глибина насипного гумусованого шару важлива для ефективності. Економічно доцільне насипання гумусового шару до глибини 50 см.

Для відновлення родючості сільськогосподарських культур важливе правильне внесення добрив. Вирощування багаторічних трав, як сидератів, пропонується під час меліорації рекультивації. Рекультивовані землі можна використовувати для вирощування різних культур.

Створення кормових угідь на рекультивованих землях важливо, коли гумусованого шару не вистачає. Використання травосумішей дає вищий врожай порівняно з чистими посівами багаторічних трав. На рекультивованих теренах, де відсутній гумусований шар, можна створювати сіяні сіножаті для підвищення потенційної родючості. Пасовища можуть бути неефективними через можливу шкоду тваринами [8].

При протиерозійній організації території рекультивованих земель важливо враховувати укуси відвалів, щоб травостій запобігав розвитку водної ерозії. Після нанесення потенційно родючого шару на укуси відвалів їх покривають родючим шаром ґрунту для підвищення ґрунтозахисної ефективності багаторічних трав.

Створення багаторічних насаджень на рекультивованих землях вимагає дотримання технічних вимог, що і при відведенні рекультивованих земель під рілля. Лісова рекультивація може включати відвали з різними ґрунтосумішами без селективного відсипання. Ґрунтосуміші можуть бути токсичними, тому їх хімічно меліорують або покривають потенційно родючими породами [8].

### **3.3 Контурно-меліоративна система землеробства**

Біологічна рекультивация – це етап загальної рекультивациі, що включає агротехнічні і фітомеліоративні заходи для підвищення родючості порушених земель.

Залежно від призначення відновлюваної території, цей процес може бути сільськогосподарським або лісовим. Сільськогосподарська рекультивация спрямована на підготовку ґрунту для сільськогосподарського використання. Стандарти важливі під час біологічної та технічної рекультивациі сільськогосподарських земель.

Використовуються заходи, такі як селективне відсіпання відвалів, застосування захисного шару глини та верхнього шару ґрунту. Процес відновлення родючості може тривати 5-10 років. Сільськогосподарські культури можна вирощувати на рекультивованих землях з ефективністю, яка не поступається ґрунтам зони, рекомендується не використовувати більше 70% порушених земель. Решта 30% може використовуватися для інфраструктурних заходів та лісового використання.

Порушені землі потребують додаткового удобрення. Приріст врожаю максимальний при використанні повних мінеральних добрив. Глибина насипного гумусованого шару важлива для ефективності. Економічно доцільне насипання гумусового шару до глибини 50 см.

Для відновлення родючості сільськогосподарських культур важливе правильне внесення добрив. Вирощування багаторічних трав, як сидератів, пропонується під час меліораціі рекультивациі. Рекультивовані землі можна використовувати для вирощування різних культур.

Створення кормових угідь на рекультивованих землях важливо, коли гумусованого шару не вистачає. Використання травосумішей дає вищий врожай порівняно з чистими посівами багаторічних трав. На рекультивованих теренах, де відсутній гумусований шар, можна створювати сіяні сіножаті для підвищення потенційної родючості. Пасовища можуть бути неефективними через можливу шкоду тваринами [13].

При протиерозійній організації території рекультивованих земель важливо враховувати укуси відвалів, щоб травостій запобігав розвитку водної ерозії. Після нанесення потенційно родючого шару на укуси відвалів їх покривають родючим шаром ґрунту для підвищення ґрунтозахисної ефективності багаторічних трав.

Створення багаторічних насаджень на рекультивованих теренах вимагає врахування технічних вимог, аналогічних тим, що застосовуються при відведенні рекультивованих земель під сільське господарство. Щодо лісової рекультивації, вона може включати відвали з різними ґрунтосумішами, при цьому може або не може проводитися селективне відсіпання.

Зазначені ґрунтосуміші можуть бути токсичними, тому їх хімічно меліорують або покривають потенційно родючими породами. Сполучення між еколого-технологічними групами земель забезпечується через чітко визначені контурні рубезі між групами. Зазвичай це виконується водорегулювальними валами та полезахисними смугами. Ці елементи відіграють роль напрямних ліній для контурної організації агротехнічних заходів, зокрема, обробітку та сівби сільськогосподарських культур. Лінійні рубезі між різними технологічними групами, такі як вал-дорога, водорегулювальний вал, вал-тераса та інші, розміщують так, щоб вони максимально адаптувалися до горизонталей.

На схилах та у місцях зі зміненим рельєфом лінійні рубезі можуть варіювати радіуси повороту для оптимального впорядкування на землях різних технологічних груп (рис. 3.2).

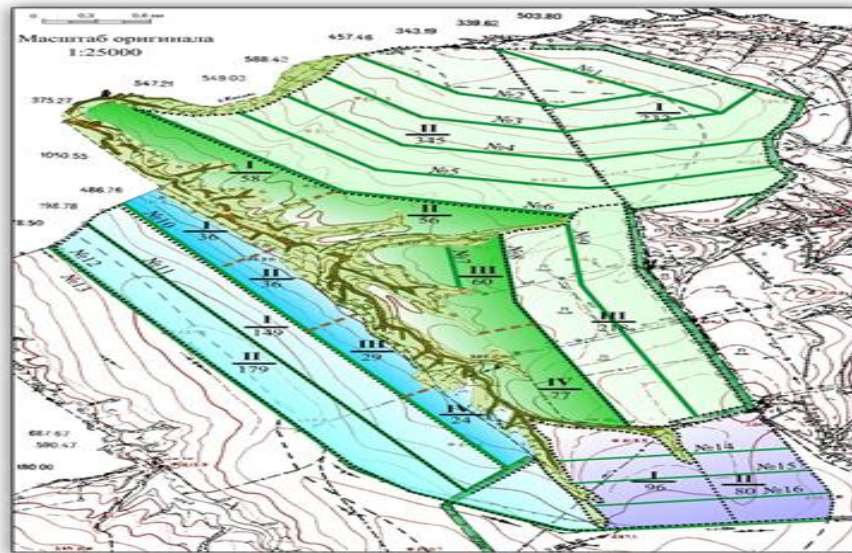


Рисунок 3.2– Розміщення лінійних рубежів

Довжина ліній рубежу вздовж схилу залежить від крутості схилу, характеру ґрунтів та господарського використання території (табл. 3.3). Оскільки в сівозмінах на полях чергують культури з різною ґрунтозахисною здатністю, допустиму довжину ліній рубежу визначають за найбільш ерозійно небезпечними відношеннями. У польових сівозмінах це можуть бути чистий пар і цукрові буряки, а в ґрунтозахисних – зернові культури.

Таблиця 3.3 – Допустима довжина лінії току по робочому напрямку, м (М. І. Лопирьов)

Агрофон	Уклон, град.	Довжина лінії току, м		
		Групи ґрунтів		
		I	II	III
Чистий пар	0,5	101	204	263
Цукрові буряки	1	63	125	175
Кукурудза на зерно	2	43	83	120
	3	36	74	102
Озимі та ярі зернові, зайнятий пар	0,5	207	416	577
	1	127	256	355
	2	83	176	244
	3	75	150	208
	5	64	129	178
	7	60	119	165



Лінійні рубезі першого рівня доповнюються рубезами другого і третього рівнів, які влаштовуються під час розсадження сівозміни, природних кормових угідь вздовж меж полів і робочих ділянок, сіножатей і пасовищно-оборотних ділянок, а також всередині них. Типи, розміри та кількість лінійних рубезів, а також їхнє розташування на території визначаються під час проектування на підставі гідрологічних розрахунків, поверхневого стоку води та змиву ґрунту.

Якщо швидкість стікання води вздовж схилу на полях сівозміни перевищує допустимі межі в рамках першої та другої технологічних груп, проектують рубезі третього рівня. При цьому особливу увагу приділяють заорюваним валам, які піддають обробці. Для земель другої технологічної групи, в разі необхідності, влаштовують більш складні ґрунтові споруди.

Отже, організацію протиерозійних заходів на території проводять у такому порядку: визначають земельні фонди (технологічні групи земель) за ступенем їх інтенсивного використання; встановлюють водорегулювальні смуги, з посиленою канавою та валом-дорогою, на межах переходу від одного фонду до іншого (рубезі першого порядку). Розташовують сівозміни на виділених фондах, поля сівозмін, полезахисні смуги з валом-канавою між полями (рубезі другого порядку), а також всередині них. Додатково, визначають робочі ділянки всередині полів із рубезами відповідних порядків, а також встановлюють мережу польових доріг і польових станів [7].

### **3.4 Технологічні особливості вало-канал**

Водовідвідні канали представляють собою канали з невеликим перепадом висоти по горизонталі, спроектовані для забезпечення перенесення водної маси. Застосовуються для транспортування води з лощин і джерел до місць зберігання та використання (рис. 3.3 і 3.4), а також до вало-канал і піщаних насипів, де вода може вбиратися в ґрунт.



Рисунок 3.3 – Транспортування води з основних потоків в загати, а також збір дощової води відбувається за рахунок спеціальних каналів, які є одним з найважливіших компонентів подібних систем

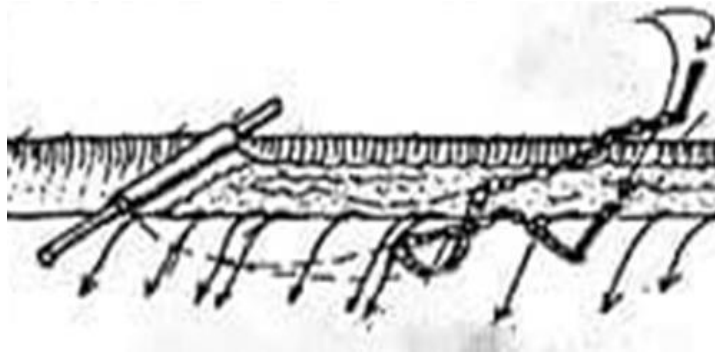


Рисунок 3.4 – Тимчасова загата влаштовується в потрібному місці поперек водовідвідної каналу. Один кінець шматка поліетилену закріплюється на краях каналу, до іншого кінця кріпиться металевий ланцюг, і він укладається по дну. При переповненні загати вода витікає з неї і зрошує ґрунт знаходиться нижче по схилу

Основне функціональне завдання водовідвідних каналів полягає в ефективному переміщенні води. Вони можуть бути спроектовані так, щоб забезпечити легкий переніс надлишкової води з одного водосховища в інше шляхом використання цих каналів.

Збір дощових вод може також здійснюватися за допомогою дахів, доріг, або прямо на схилах, що мають покриття, де вода буде стікати безпосередньо в резервуар.

Подібно безвідвальної оранки та звичайному розпушуванню ґрунту, пристрій вало-канал має на меті затримати вологу в глибоких ґрунтових шарах.

Вся потрапляє в вало-канави вода затримується там на кілька годин або навіть днів і, поступово всмоктуючись в землю, поповнює запас ґрунтових вод, живлячи коріння дерев і трав.

Проникнення води в ґрунт зазвичай реалізується за допомогою розпушення поверхні та влаштування вало-каналів. Останні представляють собою вирища глибокі на Але абсолютну глибину, знаходячись у формі довгастих виїмок із насипом. Їхні параметри, такі як ширина і тип, можуть варіюватися в залежності від конкретних умов. На невеликих оброблюваних ділянках із значною крутизною схилу це можуть бути низькі земляні гребені або грудки каміння, розташовані перпендикулярно схилу. У рівних місцевостях або на менш крутих схилах глибина каналів може бути значною (рис. 3.5).



Рисунок 3.5 – Вали-канави влаштовані по горизонталях, служать не для транспортування, а для збору дощових вод, які потім повільно всмоктується в ґрунт. Вал зазвичай засаджується деревами та чагарниками

Вало-канави споруджуються на горизонталях схилу, і вони не призначені для транспортування води (рис 3.6).



Рисунок 3.6 – Вало-канави для утримання дощової води

Так само, як і при використанні безвідвальної оранки та звичайного розпушування ґрунту, система вало-канав спрямована на утримання вологи у глибоких шарах ґрунту. Вода, що потрапляє до вало-канав, залишається там протягом кількох годин або навіть днів і, поступово всмоктуючись в ґрунт, поповнює запас ґрунтових вод, які живлять коріння дерев і трав. При влаштуванні вало-канав особливо важливо враховувати дерева як ключовий елемент; їх слід завжди висаджувати в непосредній близькості від вало-канав, особливо в умовах сухого клімату для запобігання виходу солі на поверхню.

Їх основне завдання полягає у зберіганні води. Дно вало-канав може бути покрите піском, гравієм або оброблене гіпсом з метою поліпшення всмоктування води в ґрунт. Земля, витребувана для вироблення вирізу в ґрунті, наноситься у вигляді валу вздовж краю канави, що розташована нижче за схилом. На рівнинах ця витребана земля може бути розподілена рівномірно на поверхню неподалік. У вало-канаві може збиратися дощова вода, що стікає з доріг і дахів, а також використовується побутова вода (сіра вода), надмірна вода з резервуарів або навіть вода, що надходить безпосередньо через водовідвідні канали.

Відстань між окремими вало-канавами може коливатися від 3 до 20 разів ширини канави, в залежності від кількості опадів. При прийнятті середньої ширини канави від 1 до 2 метрів, відстань між вало-канавами становитиме від 3 до 18 метрів. Мінімальний інтервал в 3 метри відповідає високій кількості річних

опадів (1270 мм), тоді як максимальний інтервал застосовується при низькій кількості опадів, приблизно 250 мм і менше.

В умовах вологого клімату простір між вало-канавами повністю засаджується стійкими видами рослин, які виробляють значну кількість біомаси. У сухих умовах інтервал може залишатися майже порожнім, і його основне призначення звичайно полягає в забезпеченні стоку води в канаву. У цьому випадку головна рослинність розміщується на валах (рис. 3.7).

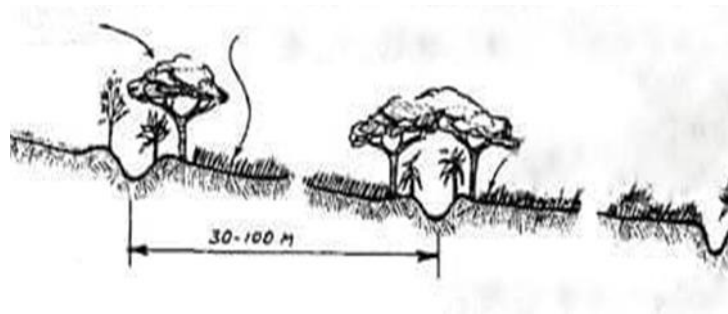


Рисунок 3.7 – В умовах сухого клімату відстань між сусідніми валами-канавами має бути більше ніж у аналогічних систем у вологому кліматі.

Вали засаджуються стійкими до засух деревними породами і кормовими бобовими культурами. Простір між валами-канавами може бути засіяно зерновими після того, як пройшли дощі (грунт готується за допомогою безвідвальних методів оранки).

Після настання перших дощів і вбирання води в ґрунт на глибину понад метр, можна розпочинати процес посадки дерев на валах або в просторі між вало-канавами. Ця операція може тривати протягом двох дощових сезонів. Для того щоб дерева почали кидати тінь на вало-канаву та на дно, де накопичується гумус у вигляді опалого листя, зазвичай потрібно від 3 до 10 років. На початковому етапі, коли вало-канави ще не засаджені, процес вбирання води в ґрунт може відбуватися досить повільно, але з часом його швидкість істотно збільшується за рахунок накопичення гумусу та наявності корневих систем дерев.

В сухому кліматі використовують вало-канави для збору води, відновлення рівня ґрунтових вод і уповільнення процесів ерозії. У вологих умовах ці структури, як правило, використовуються лише для запобігання ерозії.

Незалежно від умов, вало-канави є одним із найбільш сприятливих місць для росту рослинності [8].

### **3.5 Технічне забезпечення процесів формування системи захисту ґрунтів**

Високий ступінь плідності визначає важливість ґрунтів, які виступають основним ресурсом для сільського та лісового господарств. Вони є ключовим джерелом сільськогосподарських продуктів і інших рослинних ресурсів, сприяючи забезпеченню добробуту населення. З цього приводу, захист, раціональне використання, та підтримання та підвищення плідності ґрунтів стає невід'ємною умовою для подальшого економічного розвитку суспільства.

У зв'язку із збільшенням чисельності населення Землі та виникненням проблем з продовольством, особливо актуальною стає охорона ґрунтів, що є нагостреним завданням, особливо для країн Азії, Африки та Південної Америки, які перебувають у стані економічного розвитку. Захисна роль лісів, особливо на гірських схилах, винятково важлива, її не можна замінити ніякими гідротехнічними спорудами (рис. 3.8).



Рисунок 3.8 – Насадження лісів для захисту від ерозії

Таким чином, збереження ґрунту, рослинного покриву та вологи взаємодіє тісно між собою. Рослинність направляє поверхневий стік вологи вглиб ґрунту,

сприяючи ефективнішому утриманню та використанню води, регулює гідрологічний режим водних артерій та запобігає виникненню ерозійних процесів. В областях з недоторканим рослинним покривом вплив водної ерозії є мінімальним.

Основною метою охорони ґрунтів є впровадження науково обґрунтованої системи заходів, яка включає в себе організаційно-господарські, агротехнічні, лісомеліоративні та гідротехнічні заходи. Ці заходи спрямовані на раціональне використання земельних ресурсів, збереження та підвищення родючості ґрунтів, а також відновлення їхньої продуктивності. Основна мета полягає в оптимальному використанні біологічних можливостей наземних екосистем. Ефективність цих заходів визначається глибиною якісних змін у ґрунтовому покриві, що можуть виникнути під впливом стихійних або антропоічних факторів, а також залежить від фізико-географічних умов, зокрема ґрунтово-кліматичних умов.

Організаційно-господарські заходи включають в себе вирощування лісів або садів на крутих схилах для їх ефективного захисту.

Додатково створюються особливі лісові насадження з водорегулювальною функцією вздовж водних артерій. На схилах з тонким та легко руйнованим ґрунтом не рекомендується вирощування просапних культур, а також випас худоби на дерниною слабо закріплених ґрунтах.

Щодо агротехнічних заходів, вони визначаються видом ерозії ґрунтів та особливостями ландшафту. Наприклад, на землях, які схильні до водної ерозії, оранка, сівба та обробка ґрунту проводяться поперек схилу. Ефективним способом боротьби з водною ерозією є розміщення борозен і рядів рослин під прямим кутом до поверхневого стоку (рис. 3.9).



Рисунок 3.9 – Водна ерозія ґрунтів

За цією метою в умовах мало розсіченого рельєфу використовується контурний обробіток ґрунту. Ефективні результати в протиерозійній боротьбі можна досягти за допомогою сівозмін, спрямованих на захист ґрунту: розташування сільськогосподарських культур у вигляді смуг поперек схилу та вздовж нього, а також залуження ґрунтів на схилах. Для еродованих земель важливо перевести їх з орних полів на луки.

В регіонах, де поширена вітрова ерозія, застосовуються такі заходи, як ґрунтозахисні сівозміни, розташування посівів і пар в смугах, висівання буферних смуг із багаторічних трав, проведення снігозатримання, використання безвідвального обробітку ґрунту зі збереженням стерні на поверхні полів та залуження еродованих земель (рис. 3.10).



Рисунок 3.10– Дефляція ґрунтів

Істотне значення для боротьби з вітровою ерозією має поліпшення структури ґрунту.



Для боротьби з водною або вітровою ерозіями з успіхом використовують мульчування ґрунтів (рис.3.11).



Рисунок 3.11– Мульчування ґрунтів від водної та вітрової ерозії

Матеріал для мульчування може включати в себе стерне, післяжнивні та післязбиральні залишки, стружку, тирсу, спеціальний папір, пластмасову плівку та інші варіанти. Для захисту ґрунту від вітрової ерозії також застосовують хімічні методи, що полягають у використанні спеціальних хімічних речовин.

У гірських регіонах, заходи з протиерозії включають терасування схилів, їх залуження (особливо в посушливих областях), будівництво протиселищних споруд і контроль випасу худоби. Важливу роль відіграє збереження лісових екосистем, вирощування змішаних насаджень і застосування вибіркових та насіннево-лісосічних рубок.

Агролісомеліоративні заходи виявляють значущий вплив на покращення мікроклімату, снігозатримання та запобігання вітровій ерозії. Система лісових смуг захисту, створена в радянський період, допомагає захищати сільськогосподарські культури від суховіїв та піску, покращує вологовідвод та запобігає ерозії. Урожайність зернових на захищених смугами полях підвищується на 2-3 центнери на гектар.

Для зменшення впливу зливових та таланих вод на прилеглі до балок і ярів поля створюють лісові смуги вздовж балок і вздовж їхніх насипів. Також лісові порослі приручують в ярчах для захисту ґрунту від миттєвого зносу.

Гідротехнічні споруди використовуються в ситуаціях, коли інші заходи недостатньо ефективні. Вони розробляються разом з протиерозійними насадженнями. Колектори споруджують для збору зливових вод та їхнього відведення, особливо на схилах. У руслах рік, де потік швидко руйнує береги, застосовують бетонні берегозахисні конструкції, блоки та інше [9].

## 4 ЕКОЛОГО-ТЕХНІЧНА ОЦІНКА ЕРОДОВАНОСТІ ҐРУНТІВ ВІННИЦЬКОГО РАЙОНУ

### 4.1 Характеристика орних ґрунтів Вінниччини

На початок 2019 року область охоплює площу в розмірі 2649,2 тис. гектарів, що становить 4,4% загальної площі України. Сільськогосподарські землі утримують найбільшу частину території (76,03% від загальної площі області), як показано на рисунку 4.1. Співвідношення сільськогосподарських угідь до загальної площі суші (рівень сільськогосподарського освоєння) в області становить 77,3%, а в адміністративних районах це значення коливається від 67,3% до 87,7%.



Рисунок 4.1 – Структура земельного фонду Вінницької області

Станом на перше січня 2019 року, розорана площа у порівнянні з обчною площею суші в області складає 66,2%, варіюючи від 53,6% до 79,7% в різних адміністративних районах. Приблизно 25% (672,8 тис. га) сільськогосподарських земель піддані водній ерозії, 7% (179,7 тис. га) вітровій ерозії, і 57% (1511,0 тис. га) мають кислі ґрунти. Виникнення та розвиток ерозійних процесів обумовлені рядом факторів. Серед них нерозумне використання земель, таке як інтенсивне обробітку схилівих земель з крутизною більше 3° та вирощування на них

просапних культур, таких як цукровий буряк. Недостатній комплексний підхід до проведення протиерозійних заходів та перенасичення просапними культурами структури посівних площ також сприяє ерозії.

Загалом область має потребу в консервації 737,3 тис. га деградованих і малопродуктивних земель, що становить 27,8% від загальної площі території. Ґрунти області розташовані від четвертого (70-61 бал) до восьмого (30-21 бал) класу родючості за класифікацією ґрунтів і земель України, що охоплює від високої родючості (добрі землі) до групи малоцінних ґрунтів. Основні типи ґрунтів - чорноземи (50,1% сільськогосподарських земель) та сірі лісові (майже 33%).

Агрохімічне обстеження показує, що середній вміст гумусу в ґрунтах області коливається від 2,88% до 2,70%, знижуючи його до досить низького рівня. Враховуючи наукові дослідження, для підтримки фізико-хімічних та біологічних процесів в ґрунтах, рівень гумусу повинен становити не менше 2,5% в орному горизонті. В області 41,4% ґрунтів мають вміст гумусу нижче цього критичного рівня, що складає 523,7 тис. га.

Зокрема, центральна частина області, де преобладають сірі лісові ґрунти, характеризується низьким вмістом органічної речовини (2,03%), що впливає на загальний показник гумусу в області. Повна або часткова забудова, гірничодобувна промисловість та сміттєзвалища призводять до промислової деградації ґрунтів. Загальна площа забудованих земель становить 107,7 тис. га або 4,07% площі території області, в той час як землі, порушені гірничодобуванням, нараховують близько 20 тис. га.

#### 4.2 Рівень еродованості ґрунтів Вінницької області

Вінницький район розміщена в зоні підвищеної схильності ґрунтів до ерозійних процесів. Цьому процесу досить добре сприяє рельєф району та наявність сприятливого ґрунтового покриву (рис. 4.2).

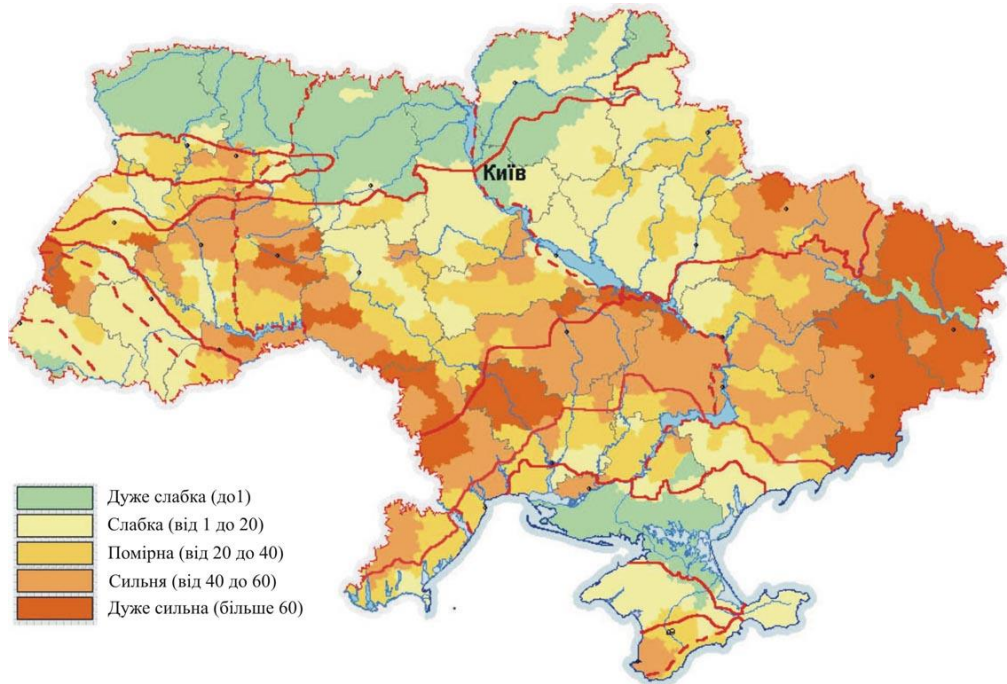


Рисунок 4.2 – Еродованість ґрунтів України

Найактивніші процеси ерозії спостерігаються на місцях, де відбувається підняття рельєфу, особливо на переходах від пагорбів до низин. В регіоні виявлено вплив як вітрової, так і водної ерозії на розвиток цих процесів. Ерозійні явища впливають на зміст мінеральних та органічних речовин у ґрунтах.

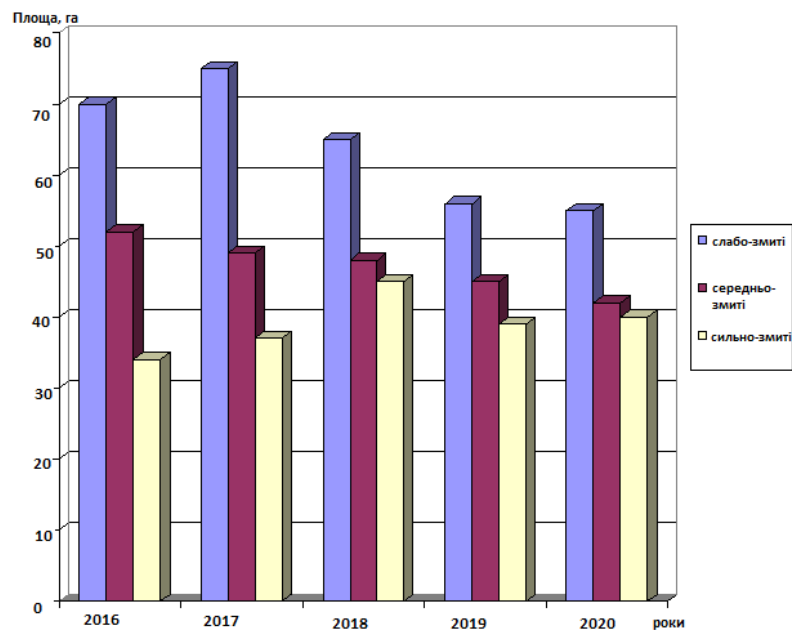


Рисунок 4.3 – Співвідношення різного ступені змитості ґрунтів Вінницького району

В ході аналізу даних, отриманих з результатів якісного обстеження управління земельними ресурсами, було проведено оцінку відносного змиття еродованих ґрунтів на території Вінницького району за останні п'ять років (див. табл. Б.1).

Результати показують, що площа еродованих земель збільшувалась у 2016-2017 роках, проте за останні три роки (2018-2020 роки) спостерігається зменшення цієї площі (рис. 4.3).

Впровадження та реалізація комплексу радикальних заходів з метою протидії ерозійним процесам та захисту ґрунтового покриву сприяє зменшенню еродованості сільськогосподарських земель. Проведено аналіз вмісту калію та фосфору у еродованих ґрунтах Вінницької області за два роки обстеження з інтервалом у чотири роки (табл. 4.1, 4.2).

За отриманими результатами обстежень можна зазначити, що протягом чотирьох років спостерігається зменшення площі з низьким рівнем вмісту рухомих форм калію та фосфору в еродованих ґрунтах. Однак для повного відновлення родючості ґрунтів необхідно значно більше часу.

Таблиця 4.1 – Рівень рухомих форм калію в еродованих ґрунтах ґрунтів Вінницького району

Еродованість ґрунту	Роки обстеження									
	2016					2020				
	дуже низький	низький	середній	підвищений	високий	дуже низький	низький	середній	підвищений	високий
Слабо-змиті	2	10	30	18	10	5	17	15	11	7
Середньо-змиті	11	17	12	7	5	9	14	10	6	3
Сильно-змиті	6	9	12	6	1	6	15	9	8	2

Таблиця 4.2 – Рівень рухомих форм фосфору в еродованих ґрунтах ґрунтів Вінницького району

Еродованість ґрунту	Роки обстеження									
	2016, га					2020, га				
	дуже низький	низький	середній	підвищений	високий	дуже низький	низький	середній	підвищений	високий
Слабо-змиті	12	18	20	8	12	15	7	25	6	2
Середньо-змиті	13	15	12	10	3	9	14	10	6	3
Сильно-змиті	6	10	8	4	6	16	13	9	10	-

Побудуємо діаграму зміни рівня рухомих форм калію в слабо-змитих ґрунтах ( рис. 4.4).

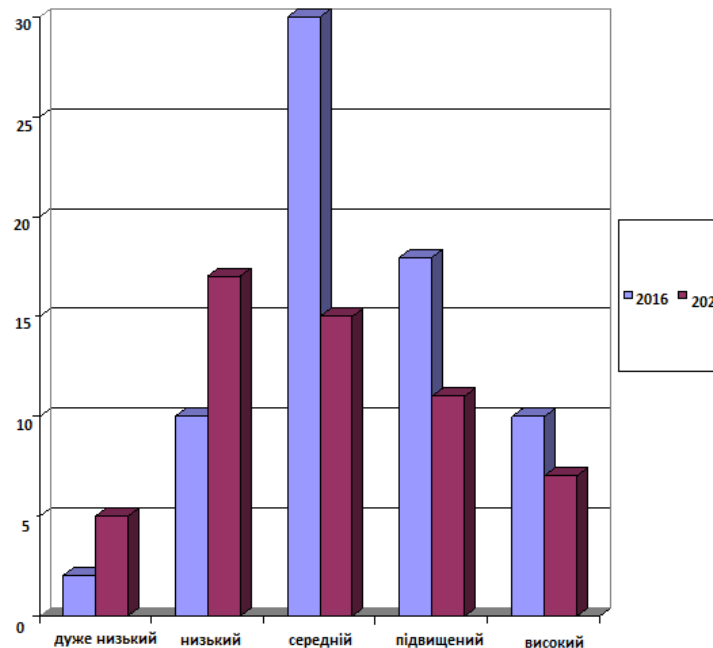


Рисунок 4.4 – Зміна рівня рухомих форм калію в слабо-змитих ґрунтах Вінницького району

Побудуємо діаграму зміни рівня рухомого фосфору в слабо-змитих ґрунтах Вінницького району (рис. 4.5).

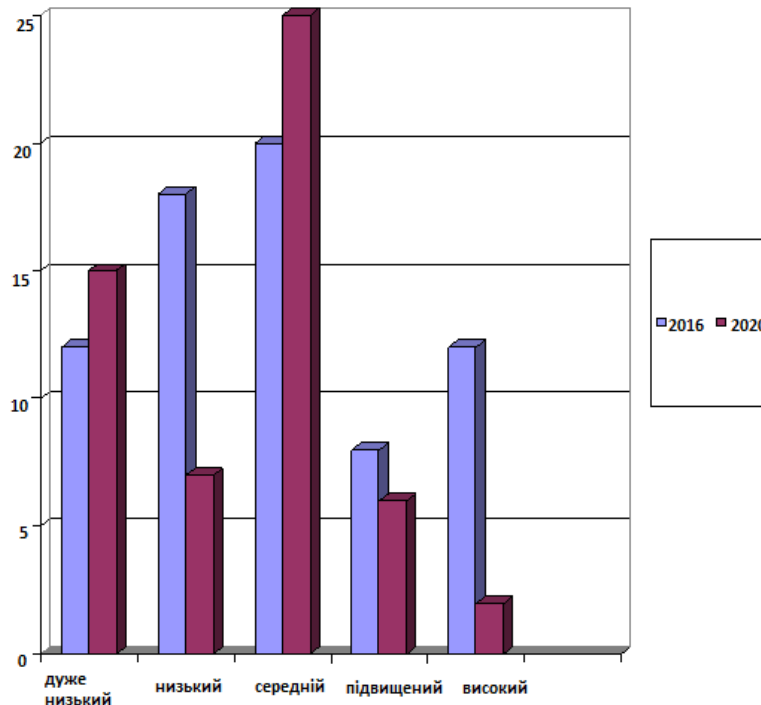


Рисунок 4.5 – Зміна рівня рухомого фосфору в слабо-змитих ґрунтах Вінницького району.

Проведено дослідження еродованості ґрунтів у Вінницькому районі, результати якого показують, що хоча еродовані території значні за площею, впровадження заходів протидії ерозійним процесам сприяє поліпшенню ситуації. Також проведено аналіз агрохімічних показників еродованих ґрунтів, і результати вказують на тенденцію зниження рівня рухомих форм калію та фосфору протягом років у досліджуваних ґрунтах району.



## 5 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ НУЛЬОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

### 5.1 Обґрунтування доцільності впровадження інноваційної технології «No-till»

В Україні активно розвивається використання технології нульового обробітку ґрунту. За оцінками, на даний момент цей метод застосовується на площі близько 1 млн га. Прямий посів розглядається як ефективний спосіб інтенсифікації рослинництва, при цьому зберігається та раціонально використовується ґрунтова родючість. Деякі господарства вже успішно впроваджують прямий посів для зернових та просапних культур.

Дослідження біологічної врожайності пшениці озимої вказують на підвищення рівня у господарствах, які застосовують нульовий обробіток, на понад 60 ц/га. Технологія No-till може бути успішно впроваджена в більшості господарств, особливо в умовах невпевненості по вологості. Навіть після вивчення досвіду США, Канади, Австралії, Південної Америки, України та Казахстану можна зазначити, що ця технологія ефективна в різних кліматичних умовах, незалежно від вологості.

Україна зазнає зростання популярності технології нульового обробітку, особливо серед фермерських господарств. Наприклад, в ФГ "Бескід" Рівненської області при використанні мінімальної технології обробки ґрунту вирощують пшеницю озиму з врожаєм до 9 т/га зерна.

Позитивні результати використання технології прямого посіву, як в Австралії, включають зниження впливу на ґрунт, підвищення родючості, поліпшення умов довкілля та збільшення врожайності зернових культур на 10–15%. Світовий досвід також підтверджує, що No-till поліпшує агробіологічні, фізичні та інші характеристики ґрунту, сприяє формуванню природної структури ґрунту та не руйнує його [6].

Дослідження показують, що відмова від оранки сприяє відновленню

біологічної активності ґрунту через накопичення в ньому вуглецю. Це призводить до додаткового накопичення гумусу, поліпшення водного режиму та структуризації ґрунту, що в результаті збільшує врожайність сільськогосподарських культур.

На думку Ю. А. Квасова, у регіонах з нестійким зволоженням, на звичайних чорноземах щорічно можна отримувати врожаї пшениці озимої, якщо дотримуватися відповідної технології вирощування. Наприклад, за чистим паром можна очікувати 55–60 ц/га, за зайнятим паром у сприятливі роки – 52–56 ц/га, а в посушливі – 34–42 ц/га. Врожайність озимої пшениці оцінюється в межах 35–40 ц/га. Проте фактична врожайність пшениці озимої значно нижча, що вказує на потребу в пошуках нових підходів до землеробства для забезпечення ефективного ведення рослинництва та отримання стабільних високих врожаїв, а також для збереження та підвищення ґрунтової родючості. Одним із можливих підходів є впровадження системи землеробства без оранки ґрунту.

Важливо відзначити, що нова система землеробства повинна мати наукове обґрунтування і пройти широкий виробничий етап випробувань. Таким чином, на основі аналізу літератури в області нестійкого зволоження вирощування пшениці озимої за традиційною технологією після пізньозбираємих попередників передбачає лущення в два сліди важкими дисковими боронами на глибину 10–12 см та культивацію перед посівом [18].

Найвідповідніші дати для посіву визначені у проміжку з 1 по 10 жовтня. Рекомендована норма висіву становить від 4,5 до 5,0 млн. схожих насінин на гектар, глибина висіву насіння складає 4–6 см. Важливо провести внесення мінеральних добрив при посіві у кількості N60P60K60 та здійснити весняне азотне підживлення у дозі 28 на гектар під час вегетації рослин.

Однак стандартні методи обробітку пшениці озимої, які включають обробку ґрунту, є досить витратними і можуть знизити економічну ефективність вирощування культури. У зв'язку з цим виникає значний інтерес до технології обробітку пшениці озимої без використання оранки ґрунту із застосуванням різних доз мінеральних добрив після видалення попередника, наприклад, сої.

Важливо вивчити вплив цієї технології та добрив на формування врожаю, а також їхній вплив на агрофізичні властивості ґрунту та якість зерна пшениці озимої [8].

Ефективність застосування нульової технології обумовлена природними умовами та властивостями ґрунтів кожної конкретної території. Для чорноземів Степового регіону ми встановили збільшення вмісту гумусу, рухомого фосфору та обмінного калію в шарі 0 - 10 см при нульовій обробці, при цьому наголошується, що використання технології нульової обробки в умовах зони помірного зволоження призвело до зменшення продуктивності сівозміни на 0,27 т/га зернових одиниць, тоді як у посушливій зоні та в зоні нестійкого зволоження дана технологія зумовила підвищення продуктивності сівозміни відповідно на 0,48 й 0,57 т/га зернових одиниць порівняно з традиційною технологією. Істотне збільшення вмісту органічної речовини в звичайних чорноземах в результаті використання технології No till та тенденцію збільшення вмісту органічної речовини в регіонах з недостатнім зволоженням. Також проявилася тенденція до збільшення вмісту рухомого фосфору та обмінного калію при застосуванні технології нульової обробки, а врожайність та рентабельність виробництва сільськогосподарських культур були вищими, ніж при традиційній обробці приблизно на 25 %.

## **5.2 Економічна ефективність нульового обробітку ґрунту**

Вирощування озимої пшениці за традиційною технологією після пізньозбираємих попередників включає в себе агротехнічні заходи, рекомендовані науковими установами регіону. Основні етапи включають дворазове луцення стерні, проміжну і передпосівну культивуацію, посів, прикочування, догляд за посівами та боротьбу з бур'янами та шкідниками, а також збирання врожаю. Усі ці технологічні операції передбачено виконувати за допомогою вітчизняної техніки, що значно зменшує амортизаційні відрахування та витрати на поточний та капітальний ремонт.

За нульовою технологією вирощування озимої пшениці після збирання попередника передбачено відсутність будь-якої обробки ґрунту. Сівба озимої пшениці виконується за допомогою спеціальної сівалки, яка може проводити посів в невиробленому ґрунті, вносячи при цьому мінеральні добрива на визначену глибину прямо на рослинні залишки попередньої культури. Важливо зауважити, що перед посівом озимої пшениці не використовувався обприскування гербіцидом суцільної дії з групи гліфосатів, оскільки після збирання сої поле було вільним від бур'янів. Догляд за посівами озимої пшениці включає ті ж самі технологічні операції, що і при вирощуванні за традиційною технологією [17].

За обома технологіями в контрольному варіанті добрива не вносили. Рекомендовану дозу добрив ( $N_{90}P_{60}K_{60}$ ) – вносили частинами: у розкид перед сівбою (250 кг/га нітроамофоски) та сівалкою при посіві (125 кг/га нітроамофоски) та у весняне підживлення (88 кг/га аміачної селітри). Розрахункову дозу добрив ( $N_{160}P_{90}K_{60}$ ) також вносили частинами: перед посівом врозкид (250 кг/га нітроамофоски в суміші з аммофосом 58 кг/га), сівалкою при посіві (125 кг/га нітроамофоски, у весняну підкормку) та у фазі колосіння (65 кг/га сечовини) обприскувачем. За традиційною технологією вирощування добрива розкидали під передпосівну культивуацію, а за технологією без обробки рослинними рештками сої перед посівом озимої пшениці (табл. 5.1).

У процесі вирощування озимої пшениці за традиційною технологією без внесення добрив, основна частина витрат спрямована на пально-мастильні матеріали та амортизацію техніки. За використання технології без обробки ґрунту, основними складовими витрат є засоби захисту рослин та амортизаційні відрахування. При внесенні рекомендованих доз мінеральних добрив за традиційною технологією, основні витрати пов'язані з придбанням і внесенням 14,4 %) та амортизацію техніки (12,3 %). За технологією No-Till основні витрати пішли на добрива (40,3 %) та пестициди (11,1 %). За технологією No-Till основні витрати становлять витрати на добрива та пестициди.

Таблиця 5.1 – Економічна ефективність вирощування пшениці озимої

Показники	Технологія вирощування			
	Традиційна		Нульовий обробіток	
	Доза добрив			
	Рекомендована	Розрахункова	Рекомендована	Розрахункова
Врожайність, т/га	4,68	4,81	5,76	5,87
Ціна 1 т, грн	6000	6000	6000	6000
Вартість валової продукції,	17800,0	19300,0	22750,0	22900,0
Виробничі витрати на 1 га,	11063,0	11763,1	12863,2	13563,0
Виробничі витрати на 1 т,	3107,5	3047,5	2827,1	2961,4
Умовно-чистий прибуток,	6737,0	7537,0	9887,0	9337,0
Рівень рентабельності, %	60,9	64,1	76,9	68,8
Окупність витрат	1,60	1,63	1,78	1,69

Застосування розрахункової кількості мінеральних добрив призводить до зниження показників економічної ефективності вирощування пшениці озимої за технологією No-Till. Окупність витрат становить 1,78 при рекомендованих дозах мінеральних добрив та 1,69 при розрахункових [6-10].

Отже, вирощування пшениці озимої за технологією No-Till є найбільш економічно ефективним, оскільки врожайність за цією технологією значно вища, а виробничі та людські витрати менше порівняно з традиційною технологією.

## ВИСНОВКИ

У першому розділі докладно розглянуто різновиди ерозії ґрунту, яку може викликати вода, вітер чи процеси обробітку землі. Водна ерозія призводить до площинного змивання та лінійного розмивання ґрунту, викликаного талі, дощовими опадами, повенями та зливами при іригації. Дефляція ґрунту (дефляція) виникає при сильних вітрах, які виєюють плідючий шар, що призводить до зниження родючості ґрунту.

У другому розділі здійснено дослідження комплексу заходів, таких як організаційно-господарські, агрономічні, технічні, меліоративні, економічні та правові, спрямованих на запобігання та ліквідацію наслідків описаних процесів.

У третьому розділі обґрунтовано заходи рекультивації ґрунтів, спрямовані на відновлення продуктивності та господарської цінності уражених територій. Процес рекультивації включає два етапи, причому рекультивація через лісорозведення є ефективним методом. Перед висадкою лісу часто здійснюється посів багаторічних бобових трав. Зазначені різні напрямки рекультивації, такі як сільськогосподарський, лісогосподарський, водогосподарський, рекреаційний, санітарно-гігієнічний та будівельний.

В четвертому розділі проведено дослідження еродованості ґрунтів у Вінницькому районі, результати якого показують, що хоча еродовані території значні за площею, впровадження заходів протидії ерозійним процесам сприяє поліпшенню ситуації. Також проведено аналіз агрохімічних показників еродованих ґрунтів, і результати вказують на тенденцію зниження рівня рухомих форм калію та фосфору протягом років у досліджуваних ґрунтах району.

У п'ятому розділі визначено, що технології no-till при вирощуванні озимої пшениці може призвести до досягнення економічного ефекту на аграрних підприємствах з високою концентрацією посівних площ. Це обумовлено тим, що в таких умовах спостерігається ефект масштабу, оскільки застосування даної технології дозволяє здійснювати економію умовно-постійних витрат та оптимально використовувати сучасну техніку.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білявський Г.О. та ін. Основи екології: Підручник. – К.: Либідь, 2004. – 408 с.
2. Бойчук Ю.Д., Солошенко Е.М., Бугай О.В. Екологія і охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник. – Суми: ВТД „Університетська книга”, 2002. – 284 с.
3. Вернандер Н.Б. Географія ґрунтів з основами ґрунтознавства. - К., 1966  
Добровольський В.В. Географія почв с основами почвоєднання. - М.Высшаяшкола, 1989.
4. Захист ґрунтів від ерозії. /За ред. В.А.Джамалія, М.М.Шелякіна. – К.: Урожай, 1986. – 240 с.
5. Злобін Ю.А. Основи екології. – К.: Лібра, 1998. – 248 с.
6. Канівець В.І. Життя ґрунту. - К.: Аграрна наука, 2001.
7. Кучерук О.Д. Ерозія ґрунту: як їй запобігти? – Львів: Каменяр, 1984. – 40 с.
8. Невелєв О.М. та ін. Основи екології та природокористування: Навч.посібник. – К.: ТОВ “Богдана”, 2000. – 144 с.
9. Польський Б.М., Стеблянюк М.І. та ін. Основи сільського господарства: Навч. посібник. – К.: Вища школа, 1991. – 296 с.
10. Польчина СМ. Ґрунтознавство. Головні типи ґрунтів. - Чернівці: Рута, 2000, 2001.
11. Господаренко Г.М., Єщенко В.О. Система технологій в рослинництві. – Умань, 2008.
12. Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. Машиновикористання та екологія довкілля. – Київ : Грамота, 2007. –360 с.
13. Експлуатація машин і обладнання : навч. посіб. / М.А. Ружицький, В.І. Рябець, В.М. Кіяшко та ін. – Київ : Аграрна освіта, 2010
14. Квашук О.В. Сучасні інтенсивні технології вирощування сільсько-господарських культур. – Кам’янець-Подільський : Абетка, 2008.

15. Кравченко М.С. Томашевський З.М. Практикум із землеробства. – Київ : Мета, 2003.
16. Левицька Ю. О. та ін. Основи агрономії. – Київ : Аграрна освіта, 2008.
17. Лімонт А. С. та ін. Практикум з машиновикористання в рослинництві. – Київ : Кондор, 2004.
18. Мельник А.В. Агробіологічні особливості вирощування соняшнику та ріпаку ярового в умовах Північно-Східного Лісостепу України. Аналітичний огляд та результати дослідження : монографія. – Суми : Унів. кн., 2007. – 228 с.
19. Посібник технолога сільськогосподарських підприємств різних форм власності. – Київ : Український центр духовної культури, 2002.
20. Типові норми продуктивності і витрати палива на сівбі, садінні і догляді за посівами. – Київ : НДІ Укראгропромпродуктивність, 2005.
21. Типові норми продуктивності і витрати палива на збиранні сільськогосподарських культур. – Київ : НДІ Укראгропромпродуктивність, 2005.
22. Пастухов В. І Довідник з машиновикористання в землеробстві : навч. посіб. – Харків : Веста, 2001. – 344 с.
23. Саблук П. Т. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур. – ННЦ Інститут аграрної економіки, 2005.
24. Єщенко В. О. No-Till технологія: її сьогодення та майбутнє. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2013. № 1/2. С. 4-9.
25. Волох П. Найкращий шлях до мінімального обробітку ґрунту – екологічне землеробство. Техніка АП: наук.-техн. жур. 2008. № 5. С. 5-9.
26. Козубенко О. С. Вплив варіантів основного обробітку ґрунту на запаси доступної вологи під посівами цукрових буряків, ячменю і кукурудзи. Аграрна наука і освіта ХХІ століття: Матер. міжнар. наук. конф. Умань, 2006. С. 30-31.
27. Крижанівський В. Г. Щільність ґрунту на посівах гороху, пшениці озимої та буряків цукрових залежно від основного обробітку. Збірник наукових праць Уманського НУС. Умань. 2010. №.74. С.90-97.
28. Жолобецький Г. Виростити рентабельну сою в Степу реально. Agroexpert. 2019. № 1



## ДОДАТОК А

ПРОТОКОЛ  
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Обґрунтування екологічної безпеки систем ґрунтозахисного землеробства

Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота

Підрозділ екології, хімії та технологій захисту довкілля

## Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 81,7% Схожість 18,3%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне)

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.

3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку  Матусяк М.В.

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи

Автор роботи  Сироветник В. Д.

Керівник роботи  Васильківський І. В.

## ДОДАТОК Б

### ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

### ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СИСТЕМ ГРУНТОЗАХИСНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Таблиця Б.1 – Рівень еродованості ґрунтів Вінницької області

Еродованість ґрунту	Роки обстеження									
	2016		2017		2018		2019		2020	
	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
Слабо-змиті	70	44,9	75	46,6	65	41,1	56	40,0	55	40,1
Середньо- змиті	52	33,3	49	30,4	48	30,3	45	32,1	42	30,6
Сильно-змиті	34	21,8	37	23,0	45	28,6	39	27,9	40	29,3
Всього	156	100	161	100	158	100	140	100	137	100

Таблиця Б.2 – Показники протидефляційної стійкості ґрунту навесні в чистих парах залежно від способів їх обробітку

Показник	Обробіток ґрунту	Попередник		
		ячмінь (2002–2007 гг.)	сояшник (2003–2008 гг.)	кукурудза (2011–2015 гг.)
Кількість умовної стерні на поверхні ґрунту, шт./м <sup>2</sup>	Полицевий (оранка)	10	12	20
	Безполицевий (чизельний)	124,8	96	-
	Безполицевий (дисковий)	72	-	333
	Безполицевий (плоскорізний, ранній пар)	465	396	630
Грудкуватість (агрегати >1 мм) у шарі ґрунту 0–5 см	Полицевий (оранка)	44	45	46
	Безполицевий (чизельний)	43	44	-
	Безполицевий (дисковий)	44	-	43
	Безполицевий (плоскорізний, ранній пар)	45	45	45
Механічна стійкість грудочок, %	Полицевий (оранка)	81	83	82
	Безполицевий (чизельний)	72	74	-
	Безполицевий (дисковий)	69	-	67
	Безполицевий (плоскорізний, ранній пар)	74	73	75
Дефльованість ґрунту вітром, г/м <sup>2</sup> /5 хв	Полицевий (оранка)	150	185	134
	Безполицевий (чизельний)	20	25	-
	Безполицевий (дисковий)	131	-	113
	Безполицевий (плоскорізний, ранній пар)	8	12	5
Коефіцієнт вітростійкості поверхні	Полицевий (оранка)	0,86	0,64	0,89
	Безполицевий (чизельний)	6,0	4,8	-
	Безполицевий (дисковий)	0,96	-	1,06
	Безполицевий (плоскорізний, ранній пар)	15,0	10,0	24,0

Таблиця Б.3 – Урожайність пшениці озимої по чистому пару залежно від обробітку ґрунту та удобрення, т/га

Удобрення (фактор А)	Обробіток ґрунту (фактор В)	Попередник по роках: $\frac{\text{ячмінь}}{\text{соняшник}}$						
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	середнє
Післяжнивні рештки	Безполіцевий (дискування)	<u>6.36</u> -	<u>5.64</u> -	<u>5.52</u> -	<u>5.11</u> 4,59	<u>8.43</u> 8,05	<u>7.10</u> 6,78	<u>6.36</u> -
	Безполіцевий (чизелювання)	<u>6.30</u> 6,50	<u>5.48</u> 5,73	<u>5.34</u> 5,72	<u>5.02</u> 4,53	<u>8.50</u> 8,34	<u>6.98</u> 6,99	<u>6.27</u> 6,30
	Поліцевий (оранка)	<u>6.32</u> 6,55	<u>5.75</u> 5,81	<u>5.43</u> 5,71	<u>5.16</u> 4,69	<u>8.57</u> 8,21	<u>7.02</u> 6,87	<u>6.38</u> 6,31
	Безполіцевий (плоскорізний, ранній пар)	<u>6.27</u> 6,46	<u>5.19</u> 5,82	<u>5.23</u> 5,77	<u>4.94</u> 4,70	<u>8.36</u> 8,23	<u>6.79</u> 6,80	<u>6.13</u> 6,30
Післяжнивні рештки + N <sub>30-60</sub>	Безполіцевий (дискування)	<u>6.59</u> -	<u>6.52</u> -	<u>5.97</u> -	<u>5.25</u> 4,98	<u>8.00</u> 8,27	<u>7.13</u> 6,95	<u>6.58</u> -
	Безполіцевий (чизелювання)	<u>6.47</u> 6,93	<u>6.38</u> 6,45	<u>5.90</u> 6,07	<u>5.17</u> 4,95	<u>8.03</u> 8,37	<u>7.09</u> 6,84	<u>6.51</u> 6,60
	Поліцевий (оранка)	<u>6.64</u> 6,90	<u>6.58</u> 6,40	<u>5.95</u> 6,10	<u>5.27</u> 5,01	<u>8.08</u> 8,33	<u>6.94</u> 6,83	<u>6.58</u> 6,60
	Безполіцевий (плоскорізний, ранній пар)	<u>6.58</u> 6,77	<u>6.02</u> 6,56	<u>5.67</u> 6,15	<u>5.24</u> 5,03	<u>7.94</u> 8,46	<u>7.00</u> 6,97	<u>6.41</u> 6,66
НР <sub>0,5</sub> т/га	по фактору А	<u>0.13</u> 0,24	<u>0.22</u> 0,18	<u>0.14</u> 0,18	<u>0.09</u> 0,09	<u>0.19</u> 0,18	<u>0.15</u> 0,15	<u>-</u> -
	по фактору В	<u>0.19</u> 0,30	<u>0.31</u> 0,22	<u>0.19</u> 0,23	<u>0.12</u> 0,13	<u>0.27</u> 0,26	<u>0.22</u> 0,21	<u>-</u> -
	для взаємодії АВ	<u>0.23</u> 0,39	<u>0.33</u> 0,34	<u>0.31</u> 0,35	<u>0.10</u> 0,11	<u>0.38</u> 0,36	<u>0.30</u> 0,29	<u>-</u> -

Таблиця Б.4 – Урожайність пшениці озимої по чистому пару після кукурудзи залежно від обробітку ґрунту та удобрення, т/га

Обробіток ґрунту (фактор А)	Удобрення (фактор В)	Рік					Середнє
		2011	2012	2013	2014	2015	
Полицевий (оранка)	без добрив	5,48	2,01	6,05	5,83	6,32	5,24
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	5,57	2,19	6,22	6,49	6,72	5,52
	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	5,59	2,32	6,31	6,00	6,93	5,50
Безполицевий (дискування)	без добрив	5,28	1,86	6,20	6,23	5,73	5,17
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	5,43	2,08	6,79	6,71	6,29	5,55
	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	5,48	2,23	6,95	6,38	6,55	5,60
Безполицевий (плоскорізний, ранній пар)	без добрив	4,85	1,98	6,08	6,40	5,67	5,04
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	4,97	2,21	6,41	7,19	5,95	5,37
	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	5,34	2,35	6,77	6,55	6,51	5,52
НІР <sub>05</sub>	по фактору А	0,32	0,11	0,23	0,22	0,22	-
	по фактору В	0,32	0,10	0,20	0,23	0,23	-
	для взаємодії АВ	0,46	0,19	0,40	0,38	0,39	-

Таблиця Б.5 - Поширення екзогенних геологічних процесів

№№ з/п	Вид ЕГП	Площа поширення, км <sup>2</sup>	Кількість проявів, одиниць	Відсоток ураженості регіону
1	Зсуви	16,55	339	0,062
2	Карстові процеси:	11900	244	44,9
	Відкрита стадія розвитку карсту	3700		31,1
	Напіввідкрита стадія розвитку карсту	2000		16,8
	Покрита стадія розвитку карсту	6200		52,1
3	Підтоплення	5,49		0,02

Таблиця Б.6 - Вплив різних технологій обробки на уміст біофільних речовин пшениці, %, мг/100 г

Технологія обробітку	Шар ґрунту, см	уміст біофільних речовин:			
		гумус	азот <sub>легк</sub>	фосфор	калій
Традиційна	0 – 10	4,02	27,55	5,887	13,95
	10 – 20	3,91	26,13	5,791	13,82
	0 – 27	3,95	26,75	5,675	12,96
Нульова	0 – 10	4,14	30,05	6,411	16,12
	10 – 20	4,09	29,91	6,335	15,85
	0 – 27	4,08	28,23	6,124	14,87