

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра геодезії, картографії і кадастру

Допускається до захисту

“ _____ ” _____ 2025 р.

Завідувач кафедри: _____

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр»

**«АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ЯРОУТВОРЕННЯ НА РІЗНИХ ТИПІВ ҐРУНТІВ
УКРАЇНСЬКОГО СТЕПУ»**

Виконала – студент групи 31к-зм освітньої програми «Геодезія та землеустрій»,
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»

Томашевський Олександр Анатолійович

Науковий керівник – д. геогр. н., професор Кисельов Ю. О.

Умань 2025

Уманський національний університет

Кафедра

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

геодезії, картографії і кадастру

Завідувач кафедри _____ Ю.О. Кисельов

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу освітнього рівня «Бакалавр»

студентові групи 31к-зм _____ О. А. Томашевському

(підпис)

(ініціали, прізвище)

1. Тема кваліфікаційної роботи _____ «АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ЯРОУТВОРЕННЯ НА РІЗНИХ ТИПІВ ҐРУНТІВ УКРАЇНСЬКОГО СТЕПУ»

затверджена наказом по університету №__ від “__” _____ р.

2. Термін здачі студентом закінченої кваліфікаційної роботи

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи:

матеріали щодо процесів яроутворення на різних типів ґрунтів Українського степу.

4. Перелік питань, які необхідно розробити (наводиться зміст, який містить пункти і підпункти усіх розділів):

1. Загальна характеристика ґрунтових типів степової зони України

1.1. Чорноземи звичайні

1.2. Чорноземи південні.

1.3. Темно-каштанові та каштанові солонцюваті ґрунти.

1.4. Закономірності поширення яружності за ґрунтовими типами

2. Оцінка ураженості ярами ґрунтів степу України

2.1. Сутність і формування ерозійних процесів

2.2. Аналіз чинників утворення яружної ерозії степової зони України

2.3. Показники яружності ґрунтового покриву степу

2.4. Проблема вивчення яружної ерозії

3. Протиерозійний захист ґрунтів

5. Дата видачі завдання “_____” _____ р.

Керівник _____ д. геогр. н., проф. Ю. О. Кисельов

Завдання прийняв до виконання “_____” _____ р.

Студент _____.

(підпис)

Реферат

АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ЯРОУТВОРЕННЯ НА РІЗНИХ ТИПІВ ҐРУНТІВ УКРАЇНСЬКОГО СТЕПУ

Томашевський Олександр Анатолійович – Кваліфікаційна робота освітнього рівня «Бакалавр». Кафедра геодезії, картографії і кадастру. – Умань, Уманський НУ, 2025. 33 с. текст. част., 2 рис., 40 джерел.

Об'єктом роботи є ґрунтові типи степової зони України.

Предметом роботи є розвиток яружної ерозії у степовій зоні України.

Мета – проаналізувати яружність степу України.

Кваліфікаційна робота передбачає етапи вирішення наступних **завдань**:

- ознайомитися із загальною характеристикою ґрунтового покриву;
- дослідити інтенсивність розвитку яружної ерозії на різних типах ґрунтів;
- визначити основні ефективні засоби боротьби з яружною ерозією.

Актуальність роботи полягає в тому, що серед спектру геоморфологічних процесів, які впливають на формування рельєфу, одним з найнебезпечніших є яружна ерозія, і під її впливом утворюються від'ємні форми рельєфу – яри, довжиною від кількох десятків метрів до кількох кілометрів. Яружна мережа з вершинами і боковими відгалуженнями розчленовує поля, погіршує умови використання земель. Яружна ерозія є найвищим ступенем руйнування ґрунту.

Ключові слова: ґрунт, ерозія, яри, степ, протиерозійний захист.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 Загальна характеристика ґрунтових типів степової зони України	8
1.1 Чорноземи звичайні.....	8
1.2 Чорноземи південні.....	11
1.3 Темно-каштанові та каштанові солонцюваті ґрунти.....	14
1.4. Закономірності поширення яружності за ґрунтовими типами.....	15
2 Оцінка ураженості ярами ґрунтів степу України	17
2.1 Сутність і формування ерозійних процесів.....	17
2.2 Аналіз чинників утворення яружної ерозії степової зони України.....	20
2.3. Показники яружності ґрунтового покриву степу.....	21
2.4. Проблема вивчення яружної ерозії	22
3. Протиерозійний захист ґрунтів.....	24
ВИСНОВКИ.....	27
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	29

ВСТУП

Яружна ерозія й пов'язані нею форми рельєфу, особливо ерозійні борозни, промоїни, яри і балки, віддавна були об'єктами різнобічних досліджень. Ця зацікавленість темою викликана істотним поширенням яружної ерозії на поверхні Землі, її суттєвим впливом на ґрунти й ґрунтоутворюючі породи, формуванням широкого спектра форм ерозійного рельєфу, значним ускладненням умов землекористування й загалом життя населення, функціонування природних і техногенних об'єктів, систем і комунікацій, негативним впливом на екологічний стан довкілля. Через те дослідження ярів і яроутворюючих процесів є важливою актуальною проблемою, що потребує всебічного дослідження і якнайшвидшого розв'язання [36].

Рівень дослідженості яружної ерозії ще є недостатнім, не зважаючи на тривалу історію її вивчення. Такий стан речей зумовлений значною складністю механізмів формування й розвитку яружної ерозії; більшою тривалістю часу утворення її різноманітних форм і практичною неможливістю простежити безпосередньо в польових умовах усі стадії їхнього розвитку – від борозни, промоїни і яру до балки та річкової долини; меншим поширенням форм яружної ерозії порівняно з еродованими поверхнями схилів; істотним різноманіттям умов і факторів, що визначають генезу та морфологію лінійно-ерозійних форм рельєфу; важливістю застосування експериментальних методів у дослідженнях процесів яружної ерозії [40].

В ерозієзнавчій літературі яр розуміється як від'ємна, вузька, крутостінна форма рельєфу з відслоненими незадернованими схилами, часто розгалужена у верхів'ях. Яри за довжиною можуть сягати кількох кілометрів, а їхні ширина та глибина – десятків, а іноді й сотень метрів. Зазвичай яри формуються в осадових відкладах, що легко розмиваються тимчасовими водотоками. Конус виносу може утворюватися в гирлі яру, на терасах або в заплавах річок.

Нині в Україні нараховується понад 500 тисяч ярів, а їхня площа перевищує 141,2 тис. га [4].

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ҐРУНТОВИХ ТИПІВ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

1.1 Чорноземи звичайні

Чорноземи звичайні є зональним підтипом ґрунтів північної частини степової зони України. Вони утворилися під степовою рослинністю (типчак, ковила, різнотрав'я) на лесах та червоно-бурій глині за недостатнього зволоження й глибокого рівня залягання підземних вод. Цей підтип ґрунту поширений на всіх вододілах, схилах вододілів та лесових річкових терасах. На червоно-бурих глинах, поширених на схилах балок, утворилися чорноземи звичайні, що мають ознаки солонцюватості й менш потужний гумусовий профіль, оскільки до складу призматичних карбонатних глин входять легкорозчинні солі [7; 28].

З-поміж головних ознак чорнозему звичайного є новоутворення карбонатів кальцію (білозірка) в нижній частині, ущільнені й різкі переходи між генетичними горизонтами. Є й такі новоутворення карбонатів як прожилки і псевдоміцелій [19].

Чорноземи звичайні поділяють на такі підтипи, як чорноземи звичайні модальні, чорноземи звичайні солонцюваті та чорноземи звичайні міцелярно-карбонатні [28].

Чорноземи звичайні модальні просторово переважають у північностеповій підзоні.

Чорноземам звичайним солонцюватим властива розпиленість структури орного горизонту ущільненими перехідними горизонтами. У вбирних комплексах обмінний натрій не перевищує 5-10%. Поширені чорноземи звичайні солонцюваті невеликими заляганнями на схилах вододільних плато та на лесових терасах річок [28].

Чорноземи звичайні міцелярно-карбонатні відрізняються від модальних наявністю білозірки та значного об'єму новоутворень карбонату у формі

псевдоміцелій. Така кількість псевдоміцелій зумовлена біокліматичними чинниками районів, що визначають значну рухомість карбонату. Цей підтип чорноземів звичайних характеризується наявністю значно більшого гумусного горизонту (65-130 см). Йому притаманна значне різноманіття форм біогенного рельєфу – кротовин, насичення копролітами, ходами черв'яків Чорноземи звичайні міцелярно-карбонатні добре структуровані та шпаруваті, що зумовлює вимивання гіпсів і легкорозчинних солей на досить великій глибині (5-10 м). Також чорноземи звичайні міцелярно-карбонатні мають добру водопроникність [34].

Довготривале зрошування чорноземів звичайних модальних мінералізованими водами з шахт і стоків підприємств зумовлює формування чорноземів звичайних вторинно солонцюватих. Головними ознаками є зменшення вмісту обмінного кальцію за одночасного зростання вмісту обмінного магнію й натрію.

Подекуди поширені чорноземи звичайні лугуваті, що не мають принципових відмінностей від чорноземів модальних, крім вищої врожайності. Їх формування зумовлене заляганням ґрунтових вод на глибині 3-5м, що визначає зміни в лесах, а саме – підвищується пухкість, шпаруватість, розсипчастість, а також – через наявність води – з'являється глянцюватість. Такі ґрунти поширені біля дніпровських водосховищ [17,28].

За потужністю гумусового горизонту розрізняють такі різновиди чорноземів звичайних – потужні (23%; поширені на дуннайсько-дністерському межиріччі); середньопотужні (59%); малопотужні (18%), які поширені в межах Лівобережно-Дніпровсько-Приазовського та Задонецько-Донського фізико-географічних країв [28].

За вмістом гумусу найпоширенішими є чорноземи звичайні із середнім вмістом гумусу (більш 6%), які займають близько 38% від загальної площі. У

південному напрямі вміст гумусу поступово зменшується, при цьому переважають чорноземи звичайні малогумусні (близько 3-6%).

У складі гранулометричних фракцій переважає грубий пил, який разом із фракцією мулу складає 80%. Важкий гранулометричний склад ґрунтоутворюючих порід зумовлює перевагу важкосуглинкових різновидів (88,5%). Середньосуглинкові й глинисті чорноземи поширені відповідно 6,5% та 3,9% площі [19].

У північностеповій підзоні простежуються регіональні відмінності ґрунтового покриву. На дунайсько-дністерському межиріччі переважають чорноземи звичайні міцелярно-карбонатні з потужним гумусним шаром і незначним вмістом гумусу. У заплавах та низинах річок, на дні балок переважають чорноземно-лучні та лучно-чорноземні ґрунти, що вирізняються за рівнем солонцюватості й засолення. Це зумовлює високий рівень залягання ґрунтових вод, що мають у складі легкорозчинні солі. Кількість опадів характеризує глибину проявлення карбонатів кальцію у профілі ґрунту – від 30 см і глибше [34].

Дернові борові ґрунти характеризуються незначним вмістом гумусу (1,5-2,0%), вони досить потужні (50-60 см), поширені на лівобережній частині північностепової підзони. Вони сформувалися на піщаних алювіальних безкарбонатних породах. На лівобережжі Дніпра поширені чорноземи звичайні модальні із середньої потужністю прогумусованого шару та середнім вмістом гумусу. Новоутворення карбонатів представлені у вигляді білозірки без карбонатної плісняви. Прояви карбонатів кальцію починається з глибини 5-10см.

На вододілах переважають чорноземи звичайні із середньою кількістю гумусу (6,5%) та малопотужним або середнім гумусним шаром. На півдні поширені чорноземи звичайні з незначною кількістю гумусу (5%). На Приазовській височині поширені дерново-літогенні ґрунти, яким притаманний короткий профіль [34; 35].

1.2 Чорноземи південні

Чорноземи південні є зональним підтипом ґрунтів середньостепової підзони України, вони поширені в північній частині Причорноморської низовини. Територіально поширені із заходу від річки Дунай до узбережжя Азовського моря на сході. В межах цієї підзони виділяються дві агроґрунтові провінції – Азово-Причорноморська та Придунайська.

Чорноземи південні розвинулися на легкоглинистих лесах, червоно-бурих глинах та важкоглинистих лесах під степовим покривом (ковила, типчак) за недостатнього зволоження. Чорноземи південні утворилися за випітного типу водного режиму. Ці ґрунти поширені на всіх хвилястих і рівнинних вододілах, а також на схилах. Чорноземи південні з менш потужним гумусовим профілем розвиваються на схилах балок, де на поверхню виходять червоно-бурі глини [7].

Головними рисами чорноземів південних є: 1) диференціація профілю (незначне збільшення в межах перехідних горизонтів мулистій фракції, виражена щільність перехідних горизонтів); 2) наявність у породі та нижніх перехідних горизонтах новоутворень карбонатів кальцію у вигляді білозірки; 3) наявність залягання легкорозчинних солей і гіпсу [28].

За гранулометричним складом розрізняють легкосуглинкові чорноземи південні, що становлять 1,8% від площі сільськогосподарських угідь; середньосуглинкові – 10,4% від площі сільськогосподарських угідь; важкосуглинкові – 86,1% від усієї площі сільськогосподарських угідь [28].

Потужність гумусного горизонту залежить від форм рельєфу й зумовлена гранулометричним складом материнської породи. Чорноземи південні поділяють на середньопотужні й малопотужні. У чорноземів південних на важкосуглинкових і легкосуглинкових породах потужність гумусного горизонту становить на правобережжі Дніпра – 65-85 см, на лівобережжі – 50-75 см. У середньосуглинкових породах цей показник сягає 80-100 см. [34].

Чорноземи південні поділяють на такі підтипи: 1) модальні, які поширені в межах Азовсько-Причорноморської провінції; 2) солонцюваті, що становлять перехідну смугу до сухостепової підзони; 3) міцелярно-карбонатні, поширені в межах Кримської та Придунайської провінції [17]. Чорноземи південні солонцюваті мають розпилену структуру гумусового акумулятивного горизонту, а також диференційований профіль [29]. Чорноземам південним міцелярно-карбонатним притаманний одночасний вміст і новоутворень карбонатів у вигляді псевдоміцелій, і білозірки [28; 29].

Упродовж тривалого часу значні площі чорноземів південних зазнають зрошування. Наслідком стало значне підняття рівня залягання підземних вод і підтягування кайми капілярних вод до кореневого шару. Такі чинники призвели до формування чорноземів південних вторинно-лугуватих. Їм властиве залягання ґрунтових вод на глибині близько 3-5 м [29].

Під площами, що використовуються під рисові плантації, розвинулися чорноземи південні поверхнево вторинно-оглеєні. Ця ґрунтова відміна діагностується за добре вираженими ознаками оглеєння сизого кольору. Чорноземи південні поверхнево вторинно-оглеєні мають такі особливості структури верхнього орного горизонту, як те, що в сухому стані в ньому відсутні структура, цьому ґрунту властиві щільність і злитість [17].

Для середньостепової підзони характерні процес ерозії та дефляції, що призводить до розвитку намитих, навіяних, змитих, дефльованих чорноземів південних.

Чорноземи південні розрізняються за фізико-хімічними властивостями та морфологічними особливостями залежно від агроґрунтової провінції.

Азовсько-Причорноморська провінція зайнята чорноземами південними, сформованими на лесах потужністю 20-25 м, що мають легкоглинистий гранулометричний склад. У лесах наявні легкорозчинні солі й гіпси (2-3 м). У межах цієї провінції еродованих ґрунтів практично немає. На вододільних

ділянках поширені чорноземи південні та південні залишково-солонцюваті ґрунти. 15% території зайнято подами, які час від часу затоплюються поверхневими водами. На подах поширені гігроморфні, глеюваті, осолоділі ґрунти, а навколо них формуються солонцюваті чорноземи та солонці. Крім того, групи солонцюватих ґрунтів поширені на низьких терасах, де мінералізовані ґрунтові води залягають неглибоко [2].

У межах Азовсько-Причорноморської провінції переважають чорноземи південні із середньою потужністю гумусного шару 65-70 см і невеликим вмістом гумусу (3-4%). Наявні карбонатні новоутворення можуть бути лише у вигляді білозірки на глибині 60-120 см. Перехідний горизонт є ущільненим. На рівнинах гіпс залягає на глибині 250-300 м, на схилах глибина його залягання становить 200-250 м. Чорноземи південні залишково-солонцюваті вирізняються менш глибоким заляганням гіпсу – 150-180 см – та більш ущільненим перехідним горизонтом.

Характерною особливістю Придунайської агроґрунтової провінції є наявність у ґрунтовому покриві чорноземів південних солонцюватих у межах терас Дністра й Дунаю та чорноземів південних міцелярно-карбонатних на вододільних ділянках. Ці ґрунти досить сильно еродовані. Лучні, чорноземно-лучні й болотні ґрунти вкривають заплави річок, але більшість із них засолені [29].

У межах Придунайської агроґрунтової провінції чорноземам південним притаманний поступовий перехід між генетичними горизонтами, розтягнутий профіль, а також новоутворення карбонатів та білозірка міцелярної форми у перехідному горизонті. При цьому ущільнення в перехідному горизонті не виражене. Ґрунтовий профіль характеризується значною біогенністю (структура складена копролітами через наявність дощових хробаків).

Кримська агроґрунтова провінція відзначається істотним різноманіттям ґрунтоутворюючих порід, що зумовлює розмаїття ґрунтового покриву. Найпоширенішими є лесоподібні та елювіально-делювіальні відклади, а також

вапняки та щільні пліоценові глини. Для Таврійської акумулятивної рівнини характерні чорноземи південні модальні та чорноземи південні міцелярно-карбонатні з незначною гумусованістю. Ґрунтовий покрив Євпаторійської рівнини представлений чорноземами південними, зокрема чорноземами південними міцелярно-карбонатними й чорноземами карбонатними. На Тарханкутській височині в межах вододілів поширені рендзини типові з коротким профілем на вапняках, а в пониженнях – чорноземи карбонатні [2; 29].

Ґрунтовий покрив Керченського півострова представлений чорноземами південними модальними й міцелярно-карбонатними. На сарматських і майкопських глинах розвинулися чорноземи солонцюваті й солонці, на схилах поширені рендзини типові з коротким профілем на вапняках [28].

1.3 Темно-каштанові та каштанові солонцюваті ґрунти

Зональними підтипами ґрунтів сухостепової підзони є темно-каштанові ґрунти та каштанові солонцюваті.

Сухостепова підзона розташована на північній частині Північнокримської височини та на півдні Причорноморської низовини. В умова панування майже плаского рівнинного рельєфу часто трапляються поди, іноді – степові балки [28].

Каштанові ґрунти сформувалися під сухостеповою рослинністю (полин, типчак, ковила) за випітного типу водного режиму та недостатнього зволоження. Ґрунтоутворюючі породи представлені лесами потужністю 20-25 м, які досить сильно засолені легкорозчинними солями та гіпсом. Властивою рисою лесів є їх поділ на три-чотири рівні похованими ґрунтами. Верхні рівні легкоглинисті, вони мають буре й жовте забарвлення. Нижні є дуже ущільненими, буро-червоного кольору. У подах також наявний цей поділ, але леси оглеєні, вимиті від солей. На поверхнях між подами підґрунтові води є досить мінералізованими [29].

Каштанові ґрунти мають диференціацію профілю за ілювіально-елювіальним типом, який можна визначити в результаті гранулометричного аналізу, а також морфологічно. Ці ґрунти займають більшу частину площі сухостепової підзони – близько 70, %, натомість, каштанові солонцюваті займають лише 5,2%. Незначну частину території посідають чорноземи залишково-карбонатні та чорноземи, утворені на пісках та щільних глинах. 5,6% території зайнято алювіально-лучними та лучними засоленими ґрунтами із солонцями. Еродовані каштанові ґрунти займають 14%, під зрошуванням перебуває 25,8% [28].

У межах берегової зони Сиваської затоки поширені каштаново-лучні солонці, яким властиві глибина залягання ґрунтових вод 1-3 м, наявність легкорозчинних солей в усьому профілі та випітний тип водного режиму. Діагностичними ознаками каштаново-лучних солонцюватих ґрунтів є досить потужний гумусний шар, розмита білозірка, залягання ґрунтових вод на глибині 3-5 м, оглеєння ґрунтоутворюючої породи, майже відсутня диференціація профілю, наявність легкорозчинних солей на глибині близько 100 см. Каштаново-лучні солонці поширені в низинах затоки Сиваш, а також на підтоплених і зрошуваних територіях [28].

1.4 Закономірності поширення яружності за ґрунтовими типами

Ерозійні процеси істотно впливають на властивості ґрунту. Змив призводить до втрати частини гумусового горизонту. На ділянках, сильно вражених ерозійними процесами, гумусна частина повністю змивається, й на поверхню виходять малородючі горизонти. Ерозійні процеси суттєво змінюють фізико-хімічні властивості ґрунтів, що призводить до неминучого зниження родючості ґрунтів. Негативний вплив проявляється, зокрема, у збільшенні щільності, зниженні фільтрації та вмісту водотривких агрегатів. Вода змиває найцінніші

дрібнодисперсні частинки ґрунтів, при цьому відбуваються процеси забруднення водоймищ продуктами змиву [27].

За класифікацією змитості ґрунтів М. М. Заславського, виділяються три рівні змитості – сильний, середній та слабкий. Кожний рівень відповідає вмістові гумусу в шарі ґрунту. Крім зменшення вмісту гумусу, ерозійні процеси вимивають багато елементів живлення у формах, доступних для рослин, що безумовно знижує врожаї сільськогосподарських культур. Навіть слабкоеродованим чорноземам властивий на 5-10% нижчий вміст гумусу, ніж у нееродованих ґрунтах; у середньоеродованих – на 30-40%. Еродованим чорноземам притаманна низька активність ґрунтових ферментів і недостатня кількість мікроорганізмів. Порушення структури ґрунту призводить до зниження водопроникності й ущільнення, що посилює ерозійну активність [25; 27].

Морфолого-генетичні властивості ґрунтового профілю також становлять показник рівня еродованості ґрунту. Останній визначається за відмінностями між властивостями генетичних горизонтів еродованих ґрунтів і вцілілих частин цілинних ґрунтів. Ерозійні процеси проявляються по різному, тому класифікують також за різними ознаками. В Україні застосовується типологія ґрунтів за ступенем інтенсивності прояву ерозійних процесів, а також їх поділяють на категорії за сільськогосподарською експлуатацією та захистом від ерозійних процесів. Найбільшою мірою на протиерозійну стійкість ґрунтів впливають такі їхні властивості, як вміст гумусу, гранулометричний склад, генеза, ґрунтоутворюючі породи. За цими показниками й групують ґрунти за ступенем протиерозійної стійкості.

Чорноземи всіх підтипів є менш схильними до процесів лінійної ерозії, ніж каштанові ґрунти. Чорноземам властивий більший вміст гумусу та менший коефіцієнт еродованості. Проте, тип ґрунту є лише одним із чинників, що впливає на утворення ярів.

2 ОЦІНКА УРАЖЕНОСТІ ЯРАМИ ҐРУНТІВ СТЕПУ УКРАЇНИ

2.1. Сутність і формування ерозійних процесів

Термін «ерозія» (від латинського *erosio* – роз’їдаю) виражає поняття, що визначає процеси руйнування поверхневого шару гірських порід. Численні науковці в усьому світі застосовують цей термін, характеризуючи вплив різних чинників денудації. Денудація – це сукупність процесів знесення продуктів руйнування гірських порід, їх переміщення та акумуляції. Отже, терміни «ерозія» та «денудація» можна назвати синонімічними [3; 18].

Ерозія є вельми поширеним на Землі процесом, який проявляється, головним чином, на територіях, представлених схиловими поверхнями, й де розвинута гідрографічна мережа. Ерозія являє собою процес змиву й розмиву ґрунту й ґрунтоутворюючих порід на схилах дощовими й талими водами у вигляді поверхневого стоку тимчасових водотоків. Ерозія може проявлятися як площинний змив та лінійний розмив (яроутворення).

Також розрізняються нормальна та прискорена ерозія залежно від темпів прояву. Прискорена ерозія характеризується інтенсивністю ерозійного руйнування, що перевищує швидкість ґрунтоутворення й призводить до деградації ґрунту. За умов нормальної ерозії деградаційні процеси не перевищують ґрунтоутворюючі. Окремі науковці вважають нормальну ерозію геологічною, але це не зовсім правильно. Насправді геологічна ерозія визначається тільки природними процесами без впливу антропогенного чинника [22; 36].

Ф. М. Лисецький вирахував середню «нормальну» інтенсивність формування гумусного горизонту ґрунтів степової зони – від 0,02 мм на рік (0,3 т/га/рік) до 22 0,18 мм на рік (2,2 т/га/рік). Ці показники фактично є орієнтиром для визначення нормальної ерозії в цьому регіоні [12]. Зазвичай темпи геологічної ерозії не перевищують темпи ґрунтоутворення, тому вона вважається

нормальною. Проте, в рідкісних випадках, коли геологічна ерозія перевищує процеси ґрунтоутворення, вона є прискореною. Станом на сьогодні практично всюди ерозія є антропогенно прискореною. Найпоширенішою причиною прискореної ерозії є нераціональне природокористування. Так, через ерозійні процеси втрата ґрунтового покриву на землях сільськогосподарського призначення в Україні становить понад 10-15 т/га/рік, а іноді – 50-100 т/га/рік [23]. Отже, можна зробити висновок про те, що антропогенно прискорена ерозія ґрунту через нераціональне землекористування є реальною загрозою для ґрунтів, зокрема, в Україні.

Площинна ерозія виражена у змиві та розмиві ґрунту в тимчасових неруслих мережах. Проявом площинної ерозії є, зокрема, зливово-поверхневий змив (відбувається у мікрострумках під дією крапель дощу, напрямом не збігається з напрямком найбільшого ухилу) та поверхнево-дрібноструминний змив (відбувається у мікрострумках, напрямом не збігається з напрямком найбільшого ухилу) [36].

До лінійної ерозії належать зливово-струминний та струминний розмив. Відмінність між ними полягає у тому, що при зливово-струминному розмиві проявляється додатковий вплив крапель дощу. Струмина ерозія відбувається через дію струминок поверхневого стоку. За струминної ерозії напрямки максимального нахилу місцевості й руху потоку однакові. Струминна ерозія створює різні за розмірами форми. Струминні розмиви характеризуються глибиною до півметра та шириною 2-3 м (рис. 2.1).

Струминні розмиви, які не піддаються оранці, визначають як вимоїни. Глибина вимоїн становить близько 0,5-3,0 м. Основний обробіток ґрунту разом із культивацією зазвичай зарівнює тимчасову струмкову мережу й зони акумуляції ґрунтових наносів. Після багатьох циклів утворення й зарівнювання мережі струмків відбувається ґрунтоутворення зі скороченим гумусовим горизонтом – так формуються еродовані ґрунти (рис. 2.2) [3; 4].

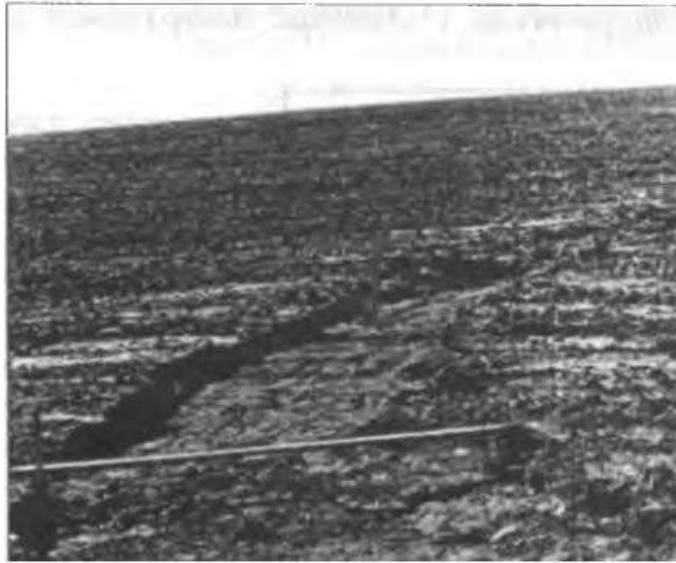


Рис. 2.1. Ерозійний водомий після зливи: ширина в нижній частині - близько 3 м, глибина - 0,2-0,3 м (Одеська область) [36].



Рис. 2.2. Еродовані південні чорноземи на схилових землях [36]

Вимоїни поступово стають ярами. Головним чинником яроутворення є ерозія, але також певну роль можуть відігравати суфозія й гравітаційні процеси. З плином часу бокові й глибинні процеси у ярі уповільнюються, формується профіль рівноваги, стабілізується лінійний ріст, і частково замулюється річище. Наслідком є припинення ерозійного процесу [3; 36].

2.2 Аналіз чинників утворення яружної ерозії степової зони України

Яружна ерозія зумовлюється значним числом чинників. Найвагомішими є літологічний склад гірських порід, рельєф, клімат, гідрологічні умови, рослинний світ, антропогенний вплив [38].

Зокрема, степова зона України відзначається неоднорідністю рельєфу, спостерігається виражене чергування височин та низовин. Більша частина степової зони розташована в межах різних тектонічних структур Східноєвропейської платформи. У її центральній частині розташований південний край Українського щита. На схід від нього розташовані південні сторони Дніпровсько-Донецької западини. Фундамент Східноєвропейської платформи на південь від Українського щита заглиблюється під різновікові осадові відклади, утворюючи Причорноморську западину. Серед ґрунтоутворюючі породи найбільше значення тут мають піски, глини, леси, які через зволоження можуть досить суттєво втрачати міцність структурних зв'язків. Середня швидкість розмиву близько 0,7-3,7 м/с [31].

Одним із найважливіших чинників яроутворення є клімат. Степова зона України характеризується помірно-континентальним кліматом, якому притаманні суттєві річні амплітуди температур та менша кількість опадів, порівняно з лісостеповою зоною. Головний вплив на характер атмосферної циркуляції зумовлює вісь Воєйкова. Території України (зокрема, степовій зоні) властивий західний перенос морського повітря з Атлантичного океану. Кліматоутворення у степовій зоні істотно залежить від вітрів східних напрямків, які приносять сухі континентальні помірні повітряні маси. Не менш суттєве значення мають південні вітри, які влітку несуть тропічні повітряні маси. Середньосічніві температури знижуються у східному напрямі від -1 °С до -9 °С, середньоліпневі зростають у цьому ж напрямі від +20 °С до +23 °С. З північного заходу на південний схід зменшується середньорічна кількість опадів (від 450 мм до

300 мм). Опади випадають нерівномірно протягом року, переважно влітку у вигляді злив [32].

Степовій зоні властива середня густота гідромережі – близько 21 км/км². Найбільшими річками, що формують свій стік у степовій зоні, є Інгулець, Самара, Інгул, Кальміус. Ці та інші річки маловодні, мають розчленовані, широкі долини з досить пологими схилами (1-10 м/км), що зменшуються із витoku до гирла. Розчленованість річкових долин вельми сприяє яружній ерозії у степу [30].

У степовій зоні Степу найпоширенішими є трав'яні злакові рослини. Навесні, за достатнього зволоження ґрунту цвітуть такі ефемерні види, як тюльпани, півники, крокуси, маки. Влітку виживають лише рослини, пристосовані до спеки й браку вологи, такі як ковила, типчак, полин. За найбільшої спеки майже вся рослинність усихає. Отже, в більшій частині Степу відсутня деревна рослинність, яка захищала б схили від ерозії.

Крім степової рослинності, трапляються дерева та кущі. Природна лісова рослинність займає невелику площу, лісистість становить лише близько 3% від загальної площі степової зони. Дерева поширені, головним чином, на берегах річок, балках (байрачні ліси), заплавах (заплавні ліси), а також у заповідниках і штучних лісових насадженнях. В ареалах поширення деревної рослинності спостерігається істотне зниження ерозійної активності.

Господарська діяльність людини у степовій зоні суттєво змінила рослинний світ і ґрунтовий покрив. Природна степова рослинність майже повністю знищена внаслідок повсюдного розорювання цілинних степових земель. Площа сільгоспугідь становить близько 75% від усього земельного фонду зони. Саме тому антропогенний чинник є вирішальним у формуванні лінійної ерозії [37; 38].

2.3 Показники яружності ґрунтового покриву Степу

Степова зона України характеризується розвитком ерозійних процесів, зумовленим винятково високою розораністю території, значною зливовою

активністю, нераціональною структурою посівних площ – усі ці чинники пришвидшують процеси ерозії. Не менш важливим чинником є істотне поширення зрошування земель, що визначило виникнення іригаційної ерозії ґрунтів.

Враженість території ярами характеризується такими чинниками, як відстань між ярами та ухил, їхні морфометричні параметри тощо.

В областях степової зони показник яружності становить 0,29-0,08%. Найменший показник у степовій зоні має Запорізька область – 0,088%.

Щодо інтенсивності розвитку яружної ерозії, то відповідні дослідження ведуть такі науковці, як С. Ю. Бортник, Т. О. Євсюков, О. О. Кисельова, І. П. Ковальчук, В. В. Стецюк, Н. М. Цветкова та ін. Зокрема, Н. М. Цветкова оцінила річну активність яроутворення в степовій зоні за площею близько 2-6 м², за шириною – 10-20 см, за висотою – 5-9 см, за довжиною – 10-30 см [38].

2.4 Проблема вивчення яружної ерозії

У процесі дослідження розвитку лінійної ерозії значною проблемою є відсутність комплексних масштабних досліджень на загальнодержавному рівні. Статистична звітність у формі кількісного обліку земель Держгеокадастру не відображає сучасний стан яроутворення, особливостей поширення лінійної ерозії, форми й параметри стану, наслідки впливу на довкілля. Через брак такої інформації неможливо розроблювати й виконувати протиерозійні заходи, наслідком чого є суттєві втрати цінних ґрунтів [3].

Методика дослідження процесів яроутворення мусить охоплювати: 1) збирання літературної, статистичної, картографічної та іншої інформації; 2) обробку й узагальнення зібраної інформації; 3) класифікування форм рельєфу, вражених лінійною ерозією; 4) проведення картометричних досліджень ярів та створення різночасових одномасштабних карт густоти ярів та щільності їх вершин; 5) постановку стаціонарних і напівстаціонарних досліджень яружної

ерозії на ключових ділянках і типових ярах; 6) визначення інтенсивності росту ярів, нівелювання профілів ярів; 7) вивчення прояву схилових і донних процесів у ярах; 8) картографування стану ярів; 9) аналіз умов розвитку яроутворення; 10) морфометричний аналіз водозбору ярів; 11) польові обстеження яружних систем для визначення «точок росту» ярів; 12) прогнози динаміки розвитку лінійної ерозії за різні інтервали; 13) визначення наслідків яружної ерозії; 14) розроблення системи заходів задля зупинки процесів яроутворення, закріплення схилів і вершин ярів, поліпшення екологічного стану, а також оптимізації землекористування на заяружених територіях [15; 16; 17].

З ПРОТИЕРОЗІЙНИЙ ЗАХИСТ ҐРУНТІВ

Усі протиерозійних заходів об'єднують у такі групи – організаційно-господарські, лісомеліоративні, гідротехнічні, агротехнічні.

Зокрема, організаційно-господарські заходи спрямовані на попередження ерозійних процесів, підвищення родючості ґрунтів та їх раціональне використання. Організаційно-господарські заходи охоплюють:

- раціональне ведення сільського господарства та сівозмін, обґрунтований вибір ділянок під ґрунтозахисні, яружні, полезахисні насадження рослинності;
- раціональне розміщення поселень та околиць;
- правильне розташування полів (довга сторона має розташовуватися вздовж горизонталей) [22; 24].

Суттєвою складовою боротьби з ерозійними процесами є лісомеліоративні заходи. При плануванні лісових треба враховувати значну кількість умов, у тому числі характер зливого стоку, кліматичне районування тощо [1]. Існує дві головні групи лісомеліоративних заходів – на примережевих схилах і на гідрографічній мережі.

З метою регулювання стоку лісові насадження розташовують у формі смуги (15 – 20м) між примережевим та привододільним фондами уздовж горизонталей. Задля збільшення стокорегулювальних функцій при крутизні схилів 2 – 3°, розмежованих улоговинами з глибиною до 50 см, уздовж нижнього узлісся розміщують земляний валик-розпилювач. Якщо основна смуга примережевого схилу не забезпечує цілком регулювання стоку, що спричинює розмивання ґрунтової породи, встановлюють додаткові стокорегулювальні смуги. Допоміжні лісові смуги розміщують протягом бровки сітки (при річках, балках, на площинах) та на відстанях від неї. Додаткові й основні смуги розміщують за деревно-тіньовим типом, ажурною конструкцією, що дозволяє досить ефективно регулювати стоки снігового покриву [27].

Лісові насадження для регулювання поверхневого стоку від танення снігу розміщують у місцевостях, де переважають сніжні зими (50%) та постійним є явище снігопереміщення, що порушує водний режим полів. При створенні таких смуг слід враховувати швидкість і напрямки вітрів, та ухили ерозійно небезпечних площ. Такі смуги характеризуються ажурною конструкцією за деревним типом, вони мають завширшки 8-12 м. Якщо наявні неглибокі улоговини, снігорегулювальні смуги посилюють невисокими чагарниками. За пряму вітру, близькому до загального ухилу території, для регулювання снігового покриву використовують інші лісомеліоративні заходи [24].

Створення гідротехнічних споруд являє собою великий комплекс протиерозійних заходів. Їх вирізняють за видами матеріалу, місцем розташування, характером взаємодії із поверхневим стоком, за призначенням. Є чотири види гідротехнічних споруд – водозатримуючі, водоскидні, водоспрямовуючі, донні.

Водозатримуючі гідротехнічні споруди будують задля затримки поверхневого стоку, поступового відведення або спрямування поверхневого стоку на зволоження прилеглих місцевостей. Водоспрямовуючі споруди спрямовують поверхневий стік до водозатримуючих або водоскидних. Водоспрямовуючими є ті споруди, що використовують для відведення води з ярів і земель, на яких активно проявляється ерозія. Водоскидні споруди відводять воду до ярів або балок. Донні гідротехнічні споруди мають призначенням збільшення стійкості берегів яра, затримання мулу й наносів, гальмування водотоку. Залежно від розташування виділяють гідротехнічні споруди на схилах, уражених поверхневою ерозією, на ділянках із різким зниженням рельєфу, а також у прияружних зонах. Тераси, вали-тераси ф вали-канави споруджують, як водозатримуючі споруди, з урахуванням нахилу схилу [22; 24].

Агротехнічні протиерозійні заходи пов'язані з вирощуванням культур на схилових поверхнях. Зокрема, до цієї групи належать фітомеліорація – вирощування культур із метою відновлення родючості земель і захисту ґрунту від

ерозії; обробіток ґрунту, що сприяє захисту ґрунту від ерозії (контурний, щільювання, глибокий, коткування); накопичення й затримання вологи в ґрунтових породах; регулювання процесів сніготанення, затримання снігового покриву; збільшення кількості нормування добрив (органічних, мінеральних, мікродобрив); гіпсування й вапнування ґрунтів.

Можливість проведення агротехнічних заходів пов'язана з ґрунтовими умовами, рельєфом і кліматом. До них належать затримка снігу, затримка дощових і талих вод, затримка зливого стоку тощо. Обробіток ґрунту й насадження сільськогосподарських культур на схилах дещо більше 1° здійснюється впоперек ґрунту. На схилах крутизною до 5° додатково виконують дискування й щільювання. У районах прояву ерозії на сильно- та середньорозмитих землях здійснюють такі заходи, як обробіток і посіви впоперек схилу, збільшення нормування внесення добрив, глибоке вспушування земель, поглиблення орних горизонтів. Ці заходи призначені для відновлення орного шару й накопичення ґрунтової вологи. Взимку потрібно проводити заходи, спрямовані на регулювання сніготанення й затримку снігу: щільювання рано навесні, насадження буферних смуг, польові посіви сільськогоспкультур [35].

ВИСНОВКИ

1. Степова зона України охоплює близько 40% її території. В межах цієї природної зони найпоширенішими зональними типами ґрунтів є чорноземи звичайні, чорноземи південні та каштанові ґрунти. Чорноземи звичайні сформувалися на вододілах, на схилах і на терасах річок. Материською породою є леси та червоно-бурі глини. Чорноземи південні також утворюються переважно на лесах та червоно-бурих глинах. Каштанові ґрунти сформувалися під типчаково-ковиловими степами.

2. Ерозійні процеси на схилових поверхнях у степовій зоні, в разі нехтування протиерозійними заходами проявляються вже за крутизни 1°. Динаміка розвитку яружної ерозії характеризується високим темпом. Найбільшою мірою на протиерозійну стійкість ґрунтів впливають такі їхні властивості, як вміст гумусу, гранулометричний склад, генеза, материнська порода. Саме за такими показниками типологізують ґрунти за рівнем протиерозійної стійкості. Чорноземи всіх типів менш схильні до яружної ерозії, ніж каштанові ґрунти. Чорноземам властиві більший вміст гумусу й менший коефіцієнт еродованості. Але тип ґрунту є лише одним із чинників, що впливає на яроутворення. Інші чинники, що впливають на розвиток ярів – це характер материнської породи, особливості рельєфу, клімату, густота річкової мережі, рослинність, залісеність, антропогенне навантаження. Їх сукупна дія формує сприятливі або несприятливі умови для яроутворення.

Питання захисту ґрунтів від деградації набуло значної гостроти є сьогодні надзвичайно злободенним. Вона вимагає здійснення детальних різнобічних досліджень, розроблення науково обґрунтованих регіональних ґрунтозахисних систем землеробства, методів відтворення родючості еродованих земель. Незмінно актуальною є необхідність раціонального використання та охорони ґрунтів і земель. Особливе значення порушена в роботі проблема має для степової зони

України, найменш залісеної в межах території нашої держави, де ерозійна небезпека є найвиразнішою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Актуальні проблеми вітчизняної науки: Збірник статей студентів природничо-географічного факультету МДПУ імені Богдана Хмельницького. Випуск II / За ред. Л. М. Донченко, С.І. Пачева. Мелітополь: МДПУ імені Богдана Хмельницького, 2019. 174 с.
2. Апостолов О.А., Чехній В.М. Аналіз ґрунтово-ерозійних процесів в Україні на основі застосування даних дистанційного зондування Землі. Вісник Національної академії наук України. 2017. URL:<http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/1271> (дата звернення: 12.04.2020).
3. Балюк С.А., Тімченко Д.О., Гічка М.М. Концепція охорони ґрунтів від ерозії в Україні. Вісник аграрної науки. 2009. № 2. С. 5–10.
4. Волощук М. Деградаційні процеси та їхній вплив на екологічний стан земельних ресурсів. України Вісник Львівського університету. Серія географічна. 2013. Випуск 44. С. 55–61.
5. Волощук М. Д., Петренко Н. І. Ерозія ґрунтів України: еволюція теорії та практики. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД». 2014. 325 с.
6. Волощук М. Д. Ерозійна деградація чорноземів південно-західної частини України та Республіки Молдова. Вісник Дніпропетровського державного аграрно- економічного університету. Вип. №4(42). 2016. С. 41-51
7. Гамаюнова В. В., Філіп'єв І. Д., Сидякіна О. В. Сучасний стан та проблеми родючості ґрунтів південного регіону. Таврійський науковий вісник. Херсон: Айлант. 2004. Вип. 31. С. 130-136.
8. Геоботанічні, ґрунтові та екологічні дослідження лісових біогеоценозів степової зони: історія, сучасність, перспективи: Матеріали Міжнародної науково- практичної конференції, присвяченої 90-річчю з дня народження чл.-кор. НАН України, д.б.н., професора А. П. Травлєєва. Дніпро: Ліра, 2019. 122 с.

9. Геомодельовання водно-ерозійних процесів у басейні річки Дніпро. В. І. Пічура *Agroecological journal*. 2016. №4. С. 66–75.
10. Експрес-оцінка ерозійно небезпечних ділянок ґрунтового покриття на території України з використанням даних дистанційного зондування Землі з врахуванням кліматичних факторів та рослинності. В.І. Лялько, Л.О. Єлістратова, О.А. Апостолов, А.Я. Ходоровський, В.М. Чехній. *Доповіді Національної академії наук України*, №3. 2018. С. 87-94.
11. Ерозійна деградація ґрунтів України за впливу змін клімату. О. Г.Тараріко, Т. Л. Кучма, Т. В. Ільєнко, О. С. Дем'янюк. *Агроекологічний журнал*, №1. 2017. С. 7– 15
12. Карти України. 2010-2020. URL: <http://geomap.land.kiev.ua/> (дата звернення: 14.04.2020).
13. Ковальчук І.П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз. Львів: Інститут українознавства, 1997. 472 с.
14. Ковальчук І.П., Євсюков Т.О. Актуальність та методичні засади дослідження ярів і формування їх кадастру. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. Вип. 77. 2013. С. 13-19
15. Ковальчук І.П., Євсюков Т.О. Проблемні питання та завдання досліджень ярів і лінійної ерозії в Україні. *Моніторинг та охорона земель*. № 3-4'2012. С.99-108
16. Концепція охорони ґрунтів від ерозії в Україні. В.П. Ситник, М.Д. Безуглий, С.І. Мельник. Харків, 2008. С. 59.
17. Крупеников І.А. Ґрунтовий покрив та ерозія. Екологічні аспекти захисту ґрунтів від ерозії. К., 1990. С. 4–15.
18. Лісняк А. А. Вивчення ерозійних процесів у ґрунтах яружно-балкової мережі Митришин Яр за допомогою технології Field-Mar. *Вісник ХНАУ. Лісове господарство*. Вип.№ 2. 2013. С. 186-190
19. Лозовіцький П.С. Ґрунтознавство: підручник для екологів. Київ, Житомир: ПП «Рута», 2013. 456 с.

20. Малєєв В. О., Безпальченко В. М. Еколого-економічні проблеми використання земельних ресурсів – базової складової природно-ресурсного потенціалу Херсонської обл. Вестник ХНТУ. Херсон : ХНТУ, 2014. № 4(51). С. 213–218.
21. Малєєв В. О. Зрошувальні меліорації Херсонської області в контексті збалансованого розвитку. Вісник ХНТУ. № 1(60). 2017.
22. Малєєв В.О. Комплексне облаштування ландшафтів. *Матеріали міжнар. наук.-практ. конфер. «Соціально-економічні та екологічні проблеми сільського та водного господарства»*. К., 2020. С. 236–246.
23. Мігунова Є. С. Ліси та лісові землі. Х.: Нове слово, 2010. 364 с.
24. Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні. Колективна монографія. Українська академія аграрних наук, Національний науковий центр “Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського”. Харків. 2010. 538с.
25. Наукові читання, присвячені Дню науки. Екологічні дослідження Дніпровсько- Бузького регіону. Вип. 10. Збірник наукових праць. Херсон. 2017. 52 с.
26. Національна доповідь про стан природного навколишнього середовища в Україні у 2010 році. К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2011. 254с.
27. Обласов В. І. Протиерозійна організація території: Науковий посібник. Київ: Аграрна освіта, 2009. 215 с.
28. Паньків З. П. Ґрунти України: навчально-методичний посібник. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2017. 112 с.
29. Позняк С.П. Чорноземи України: географія, генеза і сучасний стан. - Український географічний журнал, № 1. 2016. с. 9-16.
30. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України: Довідковий посібник. За ред. В.М. Хорєва, К.А. Алієва. К.: Ніка-Центр. 2001. 392 с.

31. Палієнко В. П. Сучасна динаміка рельєфу України : Моногр. В. П. Палієнко, А. В. Матошко, М. Є. Барщевський, Р. О. Спиця, Б. О. Вахрушев. Ін-т географії НАН України. К. : Наук. Думка. 2005. 268 с.
32. Польовий А. М., Шаблій О. В., Божко Л. Ю. Закономірності формування режиму зволоження території степової зони України в умовах зміни. Фізична географія та геоморфологія. 2017. №1. С. 106–113.
33. Регіональні проблеми України: географічний аналіз та пошук шляхів вирішення: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції (з міжнародною участю), м. Херсон, 3-4 жовтня 2019 р. За заг. ред. І. Пилипенка, Д. Мальчикової. Херсон: Видавничий дім «Гельветика». 2019. 276 с.
34. Тихоненко Д. Г., Горін М. О., Лактіонов М. І. та ін. Ґрунти України. К.: Вища освіта, 2005. 703с.
35. Томашевський О. А. Заходи із запобігання ерозійних процесів. *Дослідження у сфері геодезії і землеустрою: теорія та практика: матер. Всеукр. наук.-практ. Інтер.-конф. (м. Умань, 20-21 травня 2025 р.).* Умань, 2025. С. 130–134.
36. Світличний О.О., Чорний С.Г. Основи ерозієзнавства: Підручник. Суми: ВТД «Університетська книга». 2007. 266 с.
37. Тарасов В.І. Розвиток яружної ерозії в Степу Північному України. Агроєкологія, радіологія і меліорація. 2016. С. 60-63.
38. Цветкова Н. М., Сараненко І. І., Дубина А. О. Застосування геоінформаційних систем в оцінюванні розвитку яружно-балкової ерозії степової зони України. Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія. Вип.23(2). 2015. с. 197-202
39. Чорний С. Г., Видинівська О. В. Трансформація макроструктури чорнозему південного при застосуванні No-Till технології. Ґрунтознавство. 2012. Т. 13. № 3–4. с.23-31

40. Чорний С.Г. Оцінка допустимої норми ерозії для ґрунтів степу України. Український географічний журнал. 1999. № 4. С. 22–27.