

ОЦІНКА ДЕГРАДАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У ҐРУНТАХ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Розвиток деградаційних процесів в природі (ерозія ґрунтів, їх вторинне засолення) є наслідком втрати агроєкосистемами їх природної стійкості в умовах антропогенних навантажень. Під їх тиском агроєкосистеми стають нездатними зберігати свою еволюційно-збалансовану структуру та врівноважені динамічні тенденції і зазнають при цьому змін, які здебільшого вкрай небажані для господарського використання території, а також і для здоров'я населення. Запорукою раціонального використання земель є розробка такої його стратегії та прийняття таких тактичних рішень, які б забезпечували підтримку стійкості агроєкосистем в умовах антропогенного тиску на них.

Ерозія ґрунтів є головним деградаційним процесом у сучасних агроландшафтах, який завдає величезної екологічної та економічної шкоди. Негативні наслідки прояву ерозії стосуються не тільки ґрунтового покриву, але й інших компонентів ландшафту – рельєфу, рослинного покриву, поверхневих та ґрунтових вод, біоти. Кінцевим результатом ерозійної діяльності є утворення пустелеподібних малопродуктивних ландшафтів. Отже, проблема ерозії ґрунтів є не тільки економічною, але й комплексною географічною та екологічною.

Виконані у статті дослідження стосуються оцінки умов формування ґрунтового покриву Одеської області під впливом ерозійних процесів. Також розглядаються питання зміни деградаційних процесів в умовах Одеської області, які відбулися за десять років (2000-2009 роки).

Основними задачами, які вирішувалися у рамках роботи, є розрахунок та аналіз допустимих норм ерозії для різних типів ґрунтів, розповсюджених в Одеській області, з урахуванням особливостей сільськогосподарського виробництва та ступеня змитості схилів.

Вирішальне значення в процесі водної ерозії відіграє формування поверхневого стоку і його гідравлічні характеристики. Однак при зливовій ерозії руйнування ґрунтових агрегатів, відділення їх від основної маси ґрунту починається ще до виникнення поверхневого стікання внаслідок динамічної дії крапель дощу на поверхню ґрунту.

Властивості ґрунту істотно впливають на інтенсивність водної ерозії. Водопроникність ґрунту та його стійкість до руйнівної дії водного потоку і падаючих крапель значною мірою визначають характер та інтенсивність співвідношення "ґрунтоутворення - ерозія" як у кожній точці конкретного схилу, так і на значних площах ерозійно-небезпечних земель.

Основні розрахункові формули, які були використані для оцінки ерозійних процесів ґрунтів Одеської області, наведені у [1].

Зміну потужності гумусового горизонту ($H_z(t)$, мм) у часі (t , роки) описано рівнянням

$$H_z(t) = Q^{2.1} [0,00051 - k \cdot \exp(\lambda t)], \quad (1)$$

де Q - річні енергетичні витрати на ґрунтоутворення, ккал/см²;

k і λ - параметри ґрунту.

Для чорноземів і темно-каштанових ґрунтів України $\lambda = 0,00027$, а величина k змінюється від 0,00039 до 0,00044. Річні енергетичні витрати на ґрунтоутворення розраховуються за формулою

$$Q = R \cdot \exp(-18,8 \cdot R^{0,73} / P), \quad (2)$$

де R - радіаційний баланс, ккал/ (см² · рік);

P - річна сума опадів, мм.

Якщо диференціювати (1) по t , то можна розрахувати залежність для визначення швидкості утворення гумусового горизонту в природних умовах (G , мм/рік), яка після необхідних перетворень матиме такий вигляд

$$G = \lambda \cdot (1,3 \cdot Q^{2,1} - H_z(0)), \quad (3)$$

де $H_z(0)$ - вихідна потужність гумусового горизонту, мм.

Утворення гумусового горизонту на схилах істотно відрізняється від цього процесу на рівнинних ділянках, описаних рівнянням (1). Рельєф є чинником в перерозподілі енергії і речовини, що впливає на тепловий і водний режими ґрунтів [1].

Параметр P (середня багаторічна кількість опадів) в (2) характеризує вплив зволоження ґрунту на процес утворення гумусового горизонту. Його зміна за рахунок рельєфу виражатиметься в зміні вологості ґрунту (внаслідок втрат вологи з поверхневим і внутрішньогрунтовим стоком, а також зміни величин випарування на схилах різної експозиції). Побічно цей параметр повинен враховувати вплив бічного внутрішньогрунтового стоку на процес формування ґрунтового профілю, зокрема на вимивання органічних і мінеральних сполук і колоїдної фракції ґрунтів. Зміна запасів вологи на схилах різної експозиції [1] показує, що:

$$P_c = P_0 \cdot (W_c / W_0), \quad (4)$$

$$W_c = \gamma \cdot k_r \cdot W_0 + (L / \sqrt{I}), \quad (5)$$

$$k_r = S_c / S_0, \quad (6)$$

де P_c – запаси вологи на схилі;

P_0 - кількість опадів на ділянці, мм;

W_c - запаси вологи у метровому шарі ґрунту на схилі;

W_0 - запаси вологи у метровому шарі ґрунту;

γ - параметр, який для північних схилів дорівнює 1, а для південних 0,95;

L - довжина схилу, м;

I - нахил;

S_c, S_0 – кількість опадів на схилі та на розрахунковій ділянці.

Величина W_0 легко визначається за матеріалами Гідрометслужби. Підставляючи значення P_c , розраховане за формулою (4) замість P в (2), можна отримати величини річних енергетичних витрат на утворення гумусового горизонту ґрунтів на схилах різної експозиції, довжини і крутизни.

Рівняння (1) при відносно постійній дії кліматичної складової, гранулометричного складу, значення рН ґрунтового розчину, біохімічного складу рослинних залишків, по суті, описує лише швидкість одного процесу. А саме, швидкість процесу сорбування гумусових частинок поверхнею ґрунтоутворюючої породи і одночасне розкладання алюмоферросилікатних мінералів. З часом сумарна поверхня частинок ґрунтового субстрату зменшується, швидкість процесу відбору і закріплення найбільш стійких гумусових речовин – гумінових кислот затухає, ґрунт досягає стану відносної стійкості. За цей період зростає гумусовий горизонт, нижня межа якого визначається ступенем інтенсивності мікробіологічної діяльності і кількістю придатних для гуміфікації рослинних залишків [2].

Розглянемо результати досліджень. Для перших двох рівнів агротехніки для розрахунку бралися середні багаторічні норми внесення гною 7 і 4 т на гектар площі.

Враховувалося також зниження врожайності сільськогосподарських культур на змитих ґрунтах. Розрахунки проводилися по сівозмінах, що рекомендувалися для Одеської області. Усереднені результати розрахунків для різних типів ґрунту, наведені в табл. 1.

Таблиця 1.

Допустимі норми ерозії для ґрунтів Одеської області(т/га)
(чисельник-північна експозиція, знаменник-південна експозиція)

Ґрунти	Ступінь змитості	Польові сівозміни			Кормові сівозміни (ґрунтозахисні)		
		Рівень використання агротехніки			Рівень використання агротехніки		
		1	2	3	1	2	3
Чорноземи звичайні	1	0,1/0,1	0,1/0,1	0,1/0,1	0,1/0,1	0,1/0,1	0,1/0,1
	2	0,3/0,2	0,3/0,2	0,1/0,1	0,4/0,3	0,3/0,2	0,2/0,1
	3	1,1/0,9	0,7/0,6	0,2/0,1	1,2/0,9	0,9/0,8	0,4/0,3
Чорноземи південні	1	0,2/0,2	0,2/0,2	0,1/0,1	0,2/0,2	0,2/0,2	0,1/0,1
	2	0,6/0,3	0,5/0,3	0,1/0,1	0,7/0,3	0,5/0,3	0,2/0,1
	3	1,1/0,8	0,8/0,6	0,2/0,1	1,2/0,8	1,0/0,7	0,3/0,2
Темно-каштанові	1	0,2/0,2	0,2/0,2	0,1/0,1	0,2/0,2	0,2/0,2	0,1/0,1
	2	1,0/0,6	0,8/0,5	0,2/0,2	1,1/0,6	0,9/0,5	0,4/0,2
	3	1,2/0,9	0,9/0,8	0,3/0,2	1,3/0,9	1,1/0,8	0,4/0,3

Примітка: Рівень використання агротехніки: 1- високий, 2 - середній, 3 - низький.

Ступінь змитості: 1- незмиті, 2 - слабозмиті, 3 - сильнозмиті.

Розрахунки за рівнянням (1) і дані табл. 1 показують, що швидкість утворення гумусового горизонту при однакових рівнях використання агротехніки зростає в міру збільшення еродованості ґрунтів. Значний вплив на швидкість утворення гумусового горизонту мають рівень агротехніки і тип сівозмін. Збільшення кількості органічної речовини також стимулює зростання швидкості утворення гумусового горизонту еродованих ґрунтів.

Факт зміни темпів утворення гумусового горизонту еродованих ґрунтів в залежності від кількості органічної речовини, яка надходить в ґрунт, має фундаментальне значення для вирішення проблем протиерозійного облаштування агроландшафтів [3]. Він передбачає регулювання співвідношення «ерозія - утворення гумусового горизонту (допустимої норми ерозії)» не лише за рахунок впровадження протиерозійних заходів, але і за рахунок стимуляції темпів ґрунтоутворення шляхом внесення в ґрунт високих доз органічних добрив і надходження рослинних залишків, які, очевидно, залежать від рівня врожайності. А тому всі способи, які направлені на підвищення врожайності сільськогосподарських культур – внесення мінеральних добрив, впровадження сучасних методів захисту рослин від шкідників і бур'янів, якісне виконання агротехнічних прийомів є ґрунтозахисними заходами, які підвищують величину допустимої норми ерозії. Аналогічним прийомом слід вважати зрошувальну меліорацію, проте, її вплив на величину допустимої норми ерозії дуже специфічний.

Вплив зрошувальної меліорації на сучасний ґрунтоутворний процес багатогранний і різноплановий. Для оцінки допустимої норми ерозії при протиерозійній меліорації зрошуваних схилів, необхідно набути нових значень

енергетичних витрат на ґрунтоутворення (Q) та інші середні багаторічні кількості органічних залишків, що надходять в ґрунт (M).

Що стосується енергетичних витрат, то під впливом зрошування сильно змінився один з провідних чинників педогенезу – клімат, в який включаються опади разом з їх хімічним складом і промениста енергія Сонця. Об'єми опадів за рахунок зрошування збільшуються. Відносно величин променистої енергії Сонця - радіаційний баланс на зрошуваних ділянках істотно збільшується порівняно з суходільними аналогами. Головну роль в підвищенні значень радіаційного балансу на зрошуваних ділянках відіграють зниження температури ґрунту і зміна альbedo. Збільшення радіаційного балансу на зрошуваних землях півдня України в залежності від структури сівозмін коливається в межах 19-31%. Підстанова цих надбавок, а також нової кількості опадів (в середньому 550-700мм) у формулу (5) дозволяє знайти величину енергетичних витрат на ґрунтоутворення на зрошуваних землях.

Значна енергетична дотація за рахунок зрошування приводить до зростання врожайності сільськогосподарських культур, а отже, і виходу кількості рослинних залишків, які надходять в ґрунт. В умовах зрошування, особливо на високому рівні використання агротехніки, об'єми органічної речовини, що надходить в ґрунт, наближаються до щорічного опадання цілинної рослинності. Середня багаторічна кількість рослинних залишків і органічних добрив, перерахованих за біохімічним еквівалентом до цілинного опадку, дорівнює на високих зрошуваних агротехнічних фонах 10-12 т/га за рік. Результати розрахунків допустимої норми ерозії з новими значеннями енергетичних витрат на ґрунтоутворення і кількістю органічної речовини, приведені в таблиці 2.

Таблиця 2.

Допустимі норми ерозії для зрошуваних схилових ґрунтів Одеської області, т/га (чисельник-південна експозиція, знаменник-північна експозиція)

Ґрунти	Ступінь змитості	Польові сівозміни			Кормові сівозміни (ґрунтозахисні)		
		Рівень використання агротехніки			Рівень використання агротехніки		
		1	2	3	1	2	3
Чорноземи звичайні	1	1,5/1,5	1,2/1,2	0,3/0,3	1,6/1,6	1,3/1,3	0,5/0,5
	2	1,8/1,6	1,3/1,3	0,3/0,3	1,9/1,6	1,5/1,3	0,5/0,5
	3	2,3/2,1	1,6/1,5	0,3/0,3	2,5/2,3	1,7/1,8	0,6/0,6
Темно-каштанові ґрунти	1	1,7/1,7	1,3/1,3	0,3/0,3	1,9/1,9	1,5/1,5	0,6/0,6
	2	2,4/2,2	1,8/1,6	0,4/0,4	2,6/2,3	2,0/1,9	0,7/0,6
	3	2,7/2,5	1,9/1,8	0,4/0,3	2,9/2,6	2,2/2,1	0,7/0,6

По рівняння цих результатів з даними по допустимій нормі ерозії для незрошуваних умов для аналогічних ґрунтів і рівнів агротехніки показує, що зрошувальна меліорація досить сильно стимулює ґрунтоутворний процес. Як показують розрахунки, в цілому надбавка G складає для південних чорноземів 0,1-1,4 т/га, для темно-каштанових 0-1,6 т/га в залежності від експозиції схилу, міри змитості і рівня агротехніки [4].

Взагалі, ефективність зрошування як ґрунтовідновлювального прийому більш рельєфно виявляється на темно-каштанових ґрунтах, чим на південних чорноземах. У

посушливих районах з каштановими ґрунтами за рахунок зрошування збільшується надбавка енергетичних витрат на ґрунтоутворення, разом з цим збільшуються (відносно) і коефіцієнти гуміфікації і, звичайно ж, швидкість накопичення гумусу, його перерозподіл за профілем, перетворення мінеральної частини ґрунту, темпи внутрішньо ґрунтового вивітрювання і т.п. У більш вологих північних районах, цей ефект виявляється слабкіше. Цей висновок торкається також і більш вологих для степових районів схилів північної експозиції. Звичайно ж, ґрунтоутворювальний ефект додаткового зволоження буде абсолютним (у діапазоні нових енергетичних витрат), якщо кількість органічних залишків і органічних добрив, в перерахунку на еквівалентну кількість цих залишків, дорівнюватиме максимально можливим (гіпотетичним умовам «зрошеної» цілини). Отже, усіляке збільшення врожайності за рахунок зрошування, а значить, і об'єму органічної речовини, яка надходить у ґрунт, спричинятиме збільшення швидкостей утворення гумусового горизонту [5].

Виходячи із сказаного, можна зробити висновок, що ґрунтовідновлювальна ефективність зрошування для еродованих ґрунтів є, значною мірою, потенційною, і її реалізація можлива лише при досить високому рівні землеробства.

Крім цього, ерозійне районування території із застосуванням «коефіцієнту можливої ерозії» $K_{\text{єз}}$ або «узагальненим фактором ерозії» можна представити у вигляді [5]:

$$K_{\text{єз}} = \sqrt[3]{K_{\text{np}} K_e K_{\text{зс}}}, \quad (7)$$

де K_{np} - коефіцієнт потенціалу рельєфу;

K_e - коефіцієнт загальної еродованості схилів ґрунтів;

$K_{\text{зс}}$ - коефіцієнт змитості ґрунтів.

Коефіцієнт потенціалу рельєфу визначається як відношення площі земель з ухилом більшим за 5° до загальної площі схилів земель. Коефіцієнт загальної еродованості – як відношення площі еродованих схилів до загальної площі схилів земель. Коефіцієнт змитості – як середня змитість ґрунтів даної території, що визначається з урахуванням площ окремих різновидів ґрунтового покриття [2].

В табл. 3 представлені значення середніх величин і коефіцієнтів варіації довжин та ухилів схилів для ландшафтних районів Одеської області, визначені за великомасштабною топографічною картою методом систематичної випадкової вибірки. Її аналіз показує, що навіть в межах відносно невеликої однорідної території, коефіцієнт варіації для довжин схилів змінюється від 0,39 до 0,72, для ухилів – від 0,37 до 0,83, маючи виражену тенденцію до збільшення з півночі на південь.

Середньорічні ерозійні втрати ґрунту для області, розраховані за даною методикою, складають 8,4 т/га. На частку зливого змиву припадає 7,0 т/га, що складає 83,3% від річного.

Завершальним етапом оцінки є розбиття діапазону значень потенційної змитості на категорії на основі зіставлення розрахованих величин потенційної змитості ґрунту для кожної точки території з величинами допустимих втрат ґрунту або допустимою нормою ерозії. Для умов культурного ґрунтоутворення, характерного для агроландшафтів, величину допустимих втрат ґрунту визначають за допомогою моделі раціонального використання ресурсів ґрунтової родючості або на підставі норм. Вживання цих підходів потребує детальних даних, що характеризують використання земель (структура посівних площ, норми внесення органічних і азотних мінеральних добрив, врожайність сільськогосподарських культур). У зв'язку з цим для фонові оцінки ерозійної небезпеки земель як допустимі втрати ґрунту доцільно

використовувати зональні величини середньої швидкості формування гумусового горизонту ґрунтів різної міри змитості.

Таблиця 3.

Статистичні оцінки основних морфометричних характеристик схилів для низки ключових ділянок

Ключова ділянка	Для довжини схилів		Для ухилу схилів	
	L , м	$C_{\nu L}$	I , %	$C_{\nu I}$
Кодимський	837	0,41	8,0	0,47
Ананьївський	775	0,42	5,8	0,60
В.-Михайлівський	732	0,45	9,0	0,37
Тарутинський (Пн)	636	0,39	7,8	0,49
Тарутинський (Пд)	860	0,42	4,9	0,43
Роздільнянський	603	0,42	6,8	0,46
Івановський	911	0,52	2,6	0,59
Б.-Дністровський	977	0,53	2,1	0,74
Саратський	1050	0,49	2,0	0,83
Ренійський	1310	0,72	1,4	0,83
Кілійський	1927	0,62	0,7	0,70

Примітка: Пн – північна, Пд – південна.

У табл. 4 наведені швидкості формування гумусового горизонту основних ґрунтів, визначені для умов, близьких до природних, які характеризують нижню межу значень допустимих втрат ґрунту - близько 0,5 (т/га) в рік для чорноземних і підзолистих ґрунтів і 0,3 т/га в рік для каштанових. Землі, для яких потенційний змив не перевищує дані значення, є ерозійно безпечними при будь-якому характері їх використання.

Таблиця 4.

Середня швидкість формування гумусового горизонту ґрунтів різної міри змитості (у чисельнику – мм/рік, у знаменнику – т/га)

Ґрунти	Міра змитості		
	слабка	середня	сильна
Чорноземи лісостепу	0,06/0,59	0,11/1,30	0,18/2,22
Чорноземи звичайні	0,05/0,54	0,09/1,06	0,15/1,82
Чорноземи південні, темно-каштанові	0,04/0,50	0,08/0,95	0,11/1,35
Каштанові	0,02/0,27	0,05/0,55	0,07/0,88

Доцільно також ввести категорію «умовно ерозійно безпечних земель» - з потенційним змиванням ґрунту, що не перевищує 2 т/га в рік. В умовах культурного ґрунтоутворювального процесу в природно-господарських умовах України фактичні допустимі втрати ґрунту близькі до цієї величини. Проведення на цих землях навіть простих протиерозійних прийомів, таких, як оранка поперек схилу або оранка з ґрунтопоглибленням, практично повністю запобігають змиванню ґрунту.

Градації ерозійної небезпеки і відповідні їм значення потенційного змивання ґрунту, а також рекомендації щодо використання земельних ресурсів для кожної

категорії земель представлені в табл. 5. Їх визначення проведене з врахуванням протиерозійної ефективності різних протиерозійних прийомів. Рекомендації мають загальний характер, визначаючи обмеження використання земель за ерозійними показниками і характер протиерозійного комплексу.

Таблиця 5.

Категорії ерозійної небезпеки земель та рекомендації щодо їх використання

Потенційний змив, т/га в рік	Ерозійна небезпека	Рекомендації по використанню земель
< 0,5	Відсутня	Обмеження у виборі культур і технологій їх обробітку за ерозійними показниками відсутні
0,5-2	Умовно відсутня	Внесення науково обґрунтованих норм органічних і мінеральних добрив, обробка і посів впоперек схилу
2-5	Слабка	Обробка і посів контурно або під допустимим кутом до горизонталей. Проведення агротехнічних протиерозійних заходів (глибока оранка, оранка з ґрунтопоглибленням, поперечне боронування)
5-10	Середня	Проведення комплексу протиерозійних заходів, що включає внесення підвищених доз органічних добрив, використання проміжних і ущільнених посівів, смугового розміщення культур, зведення до мінімуму частини просапних культур в сівозміні
10-20	Висока	Контурно-меліоративна система землеробства з використанням ґрунтозахисних сівозмін і лісомеліорації
> 20	Дуже висока	Постійне залуження багатолітніми травами; вибіркоче - залісення, вживання гідротехнічних протиерозійних споруд

Землі з потенційним змиванням, що перевищує 2 т/га в рік, є ерозійно-небезпечними і потребують проведення відповідних протиерозійних заходів. В тому випадку, якщо фактичне змивання на ріллі може бути знижене до інтенсивності культурного ґрунтоутворення за рахунок використання протиерозійних властивостей сільськогосподарських культур і окремих протиерозійних заходів (2-5 т/га в рік), міра ерозійної небезпеки може бути оцінена як «слабка». Якщо для цього потрібне зведення до мінімуму площі просапних культур і впровадження повного комплексу протиерозійних заходів (5-10 т/га в рік), ерозійна небезпека може характеризуватися як «середня». При потенційному змиванні 10-20 т/га в рік нейтралізація ерозійної небезпеки вимагає впровадження контурно-меліоративної системи землеробства - така ерозійна небезпека є «високою». При потенційному змиванні, що перевищує 20 т/га в рік, неможливо захистити ґрунт від ерозійного руйнування без виведення його із складу ріллі – «дуже висока» ерозійна небезпека.

Висновки. Таким чином в результаті виконаної наукової праці були запропоновані норми ерозійної безпеки для ґрунтів Одеської області різної довжини та ухилів, а також розраховані швидкості формування гумусового горизонтів для ґрунтів різної змитості, при цьому землі було віднесено до різних категорій ерозійної безпеки та надані практичні рекомендації щодо їх використання.

Список літератури

1. *Швебс Г.И., Светличный А.А.* Определение эрозионной опасности орошаемых земель // Земледелие, 1989. №7.- С.74-75.
2. *Лисецкий Ф.Н.* Пространственно-временная организация агроландшафтов. - Белгород: Изд-во Белгород. гос. ун-та, 2000.- 304с.
3. *Каиштанов А.Н., Лисецкий Ф.Н., Швебс Г.И.* Основы ландшафтного земледелия.- М.: Колос, 1994.- 128с.
4. *Булыгин С.Ю.* Прогноз эрозии почв для целей проектирования почвозащитноустроенных агроландшафтов в лесостепи и степи Украины. – Х.: УНИИПА, 1989.-40с.
5. *Константинов И.С.* Защита почв от эрозии при интенсивном земледелии. -Кишинев: Штиинца, 1987. – 240с.