

ОЦІНКА ЗБИТКІВ ВІД ДЕГРАДАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У ҐРУНТАХ УКРАЇНИ

**С. Ю. Булигін, доктор сільськогосподарських наук, академік НААН
О. В. Піковська, кандидат сільськогосподарських наук**

Висвітлено методики оцінки збитків від водної ерозії, дегуміфікації та шкоди від спалювання рослинних решток. Під час обчислення збитків від дегуміфікації використовується нормативний показник відновлення гумусу, який для дернового типу ґрунтоутворення дорівнює 150 у.о., за домінування підзолистого типу – 200 у.о. за тону гумусу. Збитки від спалювання рослинних решток запропоновано визначати за п'ятьма статтями.

Водна ерозія, гумус, екологічна оцінка ґрунтів, деградація ґрунтів, охорона ґрунтів, методи оцінки збитків

В Україні тривалий час панувала думка, що стосовно родючості ґрунтів не існує жодної проблеми. Адже вона володіє значними запасами чорноземів. Всебічний аналіз засвідчує, що зниження родючості ґрунтів України пов'язане як з природними чинниками, так і з виробничою діяльністю людини [8].

Основним показником якості земель є сукупність властивостей ґрунту, що визначають її здатність задовольняти потреби рослин в елементах живлення, повітрі, воді, теплі та інших елементах живлення в достатніх кількостях для їх нормального росту і розвитку [1]. Напрям оптимізації цих властивостей слід розглядати в системі ґрунт-рослина, а нормативи допустимого техногенного навантаження мають обмежувати антропогенний вплив для збереження ґрунтової родючості [2].

Метою досліджень було встановити критерії і показники, за якими визначають збитки від ерозії, дегуміфікації і спалювання органічних решток.

Методи і критерії екологічної оцінки ґрунтів. Під час визначення збитків необхідно враховувати вартість відновлення втраченого внаслідок деградації гумусу як для оцінки збитків від безпосередніх його втрат, так і для оцінки втрат від ерозії, а також погіршенні властивостей ґрунтів під час спалювання органічних решток. Визначення збитків від деградації є підставою для накладення штрафних санкцій на землевласника чи землекористувача, а кошти в подальшому мають використовуватись лише на проведення ґрунтозахисних заходів. Оцінка економічних збитків базується на двох основних методах: прямий підрахунок і непряма оцінка. Оцінка збитків прямим методом потребує збору великого обсягу інформації і даних. Непрямий метод передбачає використання системи нормативних показників.

Результати досліджень. Наводимо методи розрахунку збитків від деградаційних процесів. **При визначенні шкоди від водної ерозії** ми пропонуємо використовувати два підходи: 1. Установлення потенційної небезпеки розвитку водної ерозії і розрахунок потенційно можливих ерозійних втрат у випадку, коли реальна ерозійна ситуація ще не настала, але господарювання ведеться без врахування вимог до застосування протиерозійних заходів. Визначені таким чином потенційні збитки можуть використовуватись для застосування запобіжних штрафних санкцій, які не передбачають визначення збитків у повному обсязі, як механізм стимулювання ґрунтоохоронної діяльності землекористувача чи землевласника.

2. Установлення фактичних збитків від ерозії у випадку реалізації потенційної небезпеки, тобто збитки, які завдані конкретною ерозійною ситуацією (внаслідок злив чи сніготанення).

В обох випадках збитки (З) від ерозії розраховують за формулою 1:

$$З = m \cdot Bh = (m_v \cdot Ch/100) \cdot Bh \quad (1),$$

де: m - маса втраченого гумусу, т; Bh - норматив вартості однієї тонни гумусу, грн.; m_v - маса втраченого внаслідок ерозії ґрунту, т; Ch – середній вміст гумусу в змитих ґрунтах, %.

Для розрахунку потенційних втрат від змиву ґрунту (g_{x2T}) пропонуємо використовувати гідротехнічну модель ерозії ґрунтів Ц. Е. Мірцхулаві у нашій модифікації (формула 2). Її переваги в тому, що вона досить повно відображає фізичну суть ерозійних процесів і найбільш адекватно враховує вплив ґрунтового фактора на інтенсивність ерозії [6].

$$g_{x_2T} = 0,011 \cdot \gamma \cdot \omega \cdot d \cdot \left[\frac{308 \cdot \sigma^{0,6} \cdot I^{0,6} \cdot i^{0,7} \cdot m_1^{1,4} \cdot n_0^{0,6} \cdot X_2^{1,6}}{V_{\Delta \text{ доп}}^{3,32}} + \frac{0,000013 \cdot V_{\Delta \text{ доп}}^{3,32}}{I \cdot \sigma \cdot i^{1,16} \cdot m_1^{2,32} \cdot n_0} - X_2 \right] \cdot \frac{T}{X_2}, \quad (2)$$

де γ - щільність складення твердої фази ґрунту, т/м³; ω - середня частота пульсаційної швидкості, с⁻¹. Вона може бути розрахована за числом Струхаля (формула 3):

$$\omega = 0,73 \cdot V/H, \quad (3)$$

де V - середня швидкість силового стоку, H - глибина потоку. За відсутності досліджень її можна прийняти в 10 сек⁻¹; d - середній діаметр агрегатів, м; I - середня інтенсивність опадів, м/сек; σ - коефіцієнт стоку; i – нахил поверхні ($\text{tg}\alpha$); m_1 - коефіцієнт, що враховує відхилення характеру руху рівного шару води за Костяковим. Для вирівняного прямого схилу, який обробляється з горизонталями $m_1 = 1$, вздовж схилу – $m_1 = 2$, за суттєвої струмкової сітки на схилі – $m_1 = 3$, у випадку обробітку схилу вздовж – $m_1 = 4$; n_0 - коефіцієнт шорсткості, що визначається за формулою 4:

$$n_0 = (0,7 \bar{d})^{1/6} / 22,2, \quad (4)$$

де $\bar{d}$ - середньозважений діаметр водостійких агрегатів, м; X_2 – довжина ділянки активної ерозії вздовж лінії стоку, що дорівнює довжині схилу, м; $V_{\text{доп}}$ - допустима швидкість на висоті виступів шорсткості (Δ), м / сек; T - строк випадання еродуючої частини опадів, сек.

Допустима швидкість визначається через розмиваючу швидкість шляхом ділення її значення на 1,4. Розмиваюча швидкість розраховується за формулою М. С. Кузнецова [5]:

$$V_{\text{дрозм}} = 1,55 \cdot \sqrt{\frac{g}{1,46} \cdot (\gamma - \gamma_0) \cdot \left(1 - \frac{P}{100}\right) \cdot \bar{d} \cdot (\text{Cos}\alpha - \text{Sin}\alpha)}, \quad (5)$$

де: P – шпаруватість структурних агрегатів (для черноземів 32-48%); α – кут нахилу схилу, град; γ_0 – щільність води; γ - щільність твердої фази ґрунту; $g = 9,81$ м/сек².

Коефіцієнт m_1 враховує напрямок обробітку ґрунту, зменшення потенційного змиву залежно від наявності агрофону за допомогою використання коефіцієнта протиерозійної ефективності агрофону.

Енергетичні параметри злив і талих вод, ґрунтові параметри мають значну просторову варіабельність і тимчасову динамічність, тому вони мають оцінюватися ймовірнісними критеріями. Прогноз ерозійної небезпеки, як мінімум, виконується на 10% ступінь ймовірності перебільшення фактичних значень над розрахунковими (теоретичними). Необхідні параметри зливи 10% забезпеченості опрацьовані А. Б. Лавровським [4]. Передбачається, що така злива випадає щороку, але лише тільки один раз. Коефіцієнт стоку 10%-ної забезпеченості дорівнює 0.4. У табл. 1 наведені значення 10% -ної забезпеченості основних ґрунтів (нижній дециль).

Шар стоку талих вод 10% забезпеченості для Полісся та Лісостепу дорівнює 60 мм, Північного Степу – 30 мм, відповідно інтенсивність сніготанення 1%-ної забезпеченості – 5 мм/год і 4 мм/год. За відсутності програмного забезпечення розрахункових операцій за визначенням потенційного змиву ґрунту можна використовувати розрахункові таблиці [3].

Прогнозну оцінку змиву ґрунту пропонується застосовувати для запобігання розвитку водної ерозії застосуванням землекористувачами протиерозійних заходів. У разі реального катастрофічного прояву ерозії, коли на схилах утворюється мережа лінійних розмивів, кількість змитого ґрунту враховується прямим вимірюванням обсягу утворених водомийів. Такі розрахунки вже є основою для залучення фізичної або юридичної особи, винної у тому, що відбулася конкретна ерозійна ситуація, до юридичної відповідальності за фактом злочину проти земельних ресурсів.

Для економічної оцінки втрат від дегуміфікації використовується норматив ватрості гумусу, встановлений на основі підрахунку енергетичних затрат на відновлення енергетичних затрат запасів гумусу. За сучасними цінами вартість гумусу для ґрунтів Лісостепу и Степу (дернового типу ґрунтоутворення) становить 150 у.о., для ґрунтів Полісся (підзолистий тип ґрунтоутворення) – 200 у.о за 1 тонну. Звичайно, такий показник досить умовний, оскільки значення гумусу для ґрунту важко переоцінити, і така нормативна вартість може небезпідставно вважатися заниженою.

1. Середньозважений діаметр ($\bar{d}$) водостійких агрегатів і потужність гумусового горизонту (Н) основних ґрунтів України

Шифр ґрунту	Номенклатурна назва ґрунту	$\bar{d}$, мм	Н, см
1	Дерново-слабопідзолисті	0,2	18
2	Дерново-середньопідзолисті	0,2	20
3	Дерново-слабопідзолисті оглеєні	0,2	27
4	Дерново-середньопідзолисті оглеєні	0,2	15
6	Світло-сірі і сірі лісові	0,3	22
7	Темно-сірі лісові	0,4	37
8	Чорноземні опідзолені	0,4	41
11	Чорноземи типові	0,6	41
15	Чорноземи звичайні	0,5	40
17	Чорноземи південні	0,3	30
19	Чорноземи і дернові щебенюваті на елювії щільних некарбонатних порід	0,3	20
20	Чорноземи і дернові щебенюваті на елювії щільних карбонатних порід	0,3	23
23	Лучно-чорноземні	0,6	45
25	Лучно-чорноземні глибоко солонцюваті	0,5	45
26	Темно-каштанові	0,3	31
28	Каштанові	0,3	17
29	Лучні	0,7	43
32	Тоффово-болотні і торфовища низинні	0,2	18
33	Солонці	0,2	15
34	Лучно-чорноземні і дернові осолоділі глееві ґрунти, солоді	0,2	10

Оптимальним є складання диференційованої шкали вартості гумусу на ґрунтах різних типів і ступеня еродованості. Але такі шкали вимагають

додаткових поглиблених досліджень ходу відтворення гумусових речовин в деградованих ґрунтах залежно від ступеня і виду деградації.

Методика обчислення збитків від спалювання органічних залишків. На думку деяких учених, спалювання пожнивних решток є ефективним заходом боротьби з хворобами і шкідниками. Проте американські вчені констатують, що спалювання соломи не може вважатися ефективним заходом боротьби з грибковими хворобами. А ось збиток, який наносить спалювання ґрунтам і довкіллю очевидний навіть для неспеціалістів: ґрунти втрачають органічні речовини, погіршується їх якість, посилюється загроза ерозійної і дефляційної небезпеки, знищується джерело для відновлення органічних речовин ґрунту, задимлюється атмосфера, вигорає її кисень, руйнується ґрунтовий мікробіологічний пул і фауна агроландшафтів [7]. Усі збитки, що заподіюються господарству та навколишньому середовищу в результаті спалювання пожнивних решток можна розділити на п'ять статей:

Стаття 1. Знищення і переродження (трансформація) органічної речовини ґрунту під впливом високих температур. Дослідженнями впливу спалювання органічних залишків на ґрунт встановлено відсутність істотної залежності глибини прогріву від вологості ґрунту і його гранулометричного складу, оскільки згоряння соломи при її підпалі відбувається лише за наявності сухого поверхневого шару ґрунту.

Прогрівання ґрунту можливе за швидкості вітру на висоті 50 см від поверхні ґрунту не більше 3-4 м/с. За наявності більш сильного вітру йде швидке горіння без переміщення тепла в глибину ґрунту. Виявлена пряма залежність прогріву від кількості соломи: на кожен тону спаленої соломи глибина прогрівання збільшується на 1 мм (мається на увазі діапазон кількості соломи від 0 до 5 т / га). За визначення збитку від спалювання слід розглядати дві можливі схеми горіння соломи: без вітру та у вітряну погоду (швидкість вітру на висоті 50 см більше ніж 4 м / с), коли спалювання соломи не завдає теплової шкоди ґрунту. Якщо на поверхні ґрунту після горіння не залишилося соломи, то потрібно дотримуватися першої схеми, а якщо залишилися деякі рослинні залишки - другий. Мабуть, більш імовірним буде випадок поєднання цих двох схем. Наприклад, на 30% площі поля солома згоріла повністю, а на 70% залишилися незгорілі частини соломи. За температури вище 100 °С органічні речовини ґрунту, в тому числі гумус - найбільш цінна їх складова частина, втрачають свої якості або зовсім знищуються. Глибина прогріву (h) безпосередньо залежить від маси органічних залишків і визначається за емпіричною формулою 6: $h = 0.1 * m_c$ (6),

де h - глибина критичного прогрівання ґрунту, см; m_c - маса спалених органічних залишків, т/га.

Розрахунок збитків від знищення/переродження органічної речовини проводиться аналогічно розрахунку збитку від дегуміфікації. Вміст гумусу в ґрунтах має бути зафіксовано в сертифікаті якості ґрунту, виданому землевласнику. Якщо є ґрунтові карти, то орієнтовно вміст гумусу можна визначити за табл. 2.

Стаття 2. Посилення ерозійної і дефляційної небезпеки. Під час спалювання у вітряну погоду (друга схема) безпосередньо ґрунт від вогню не погіршується, тобто його ерозійна стійкість не зменшується, проте ерозійна небезпека збільшується внаслідок знищення рослинних залишків. Тому пропонується такий порядок розрахунків: спочатку розраховуються передбачувані ерозійні втрати ґрунту з чистого пара (без стерньових залишків), а потім з агрофона, який був до спалювання пожнивних залишків. Збиток оцінюється за різницею між цими двома показниками, тобто за величиною збільшення можливого змиву внаслідок знищення захисного рослинного шару. Ймовірні ерозійні втрати розраховуються за методикою, наведеною вище. Змив ґрунту з поля, покритого рослинними залишками, оцінюється залежно від проективного покриття поверхні. За С. Ю. Булигіним, кожні 10% покриття поверхні ґрунту залишками збільшують коефіцієнт протиерозійного дії на одиницю. Тобто, за 100% вкриття соломкою коефіцієнт дорівнює 10, при вкритті менше 10% - 1.

Слід зауважити, що під час розрахунку збитку за статтями 1 і 2 в кінцевому рахунку за визначення сумарних збитків від спалювання залишків враховується лише одна з двох статей, розмір збитків за якою більший.

2. Уміст гумусу в основних ґрунтах, %

Ґрунт	Ступінь еродованості			
	нееродовані	слабоеродовані	середньоеродовані	сильноеродовані
Дерново-підзолисті	0,8-2	0,7-1,7	0,5-1,4	0,5-1,2
Дерново-карбонатні	2,5-4	2,5-3	1,0-2,5	1,0
Сірі лісові	1,5-2,7	2	1,5	1,0
Темно-сірі лісові	2,5-4,5	2,5-3	1-2,5	1,0
Чорноземи опідзолені	2,8-5,5	2,8-3	1-2,8	1-1,5
Чорноземи реградовані	3-5	3-4	2-3	1-2
Чорноземи типові	3-7	3-4	2-3	1-2
Чорноземи звичайні	4-6	2-3	2-3	1-2
Чорноземи південні	2-5,5	2-3	1-2	~1

Стаття 3. Оцінка збитків від знищення пожнивних залишків як органічного добрива і джерела для оновлення органічних речовин ґрунту. За розкладання внесеної соломи в ґрунті переважають два головних процеси: мінералізація до кінцевих продуктів (CO_2 , H_2O і мінеральних сполук) і синтез стабільних гумусових речовин. У процесі гуміфікації органічних речовин формуються агрономічно цінні агрофізичні якості: структурність, оптимальна водопроникність, вологоємність, і т.п. Кількість новоствореного гумусу залежить від складу і кількості гуміфікованих органічних залишків. Отже, обчислення збитків за цією статтею проводиться, виходячи з того, що внаслідок спалювання рослинних

залишків ґрунт недоотримує певну кількість гумусу, яку можна обчислити за формулою 7:

$$mnh = m_p K_g, \quad (7),$$

де: mnh -маса недоотриманої гумусу в тоннах, K_g - коефіцієнт гуміфікації рослинних залишків (за даними Г. Я. Чесняка для соломи становить 0,2), m_p – маса знищених рослинних залишків, тонн.

Стаття 4. Знищення природної фауни і флори та мікробіологічного пулу ґрунту.

Стаття 5. Забруднення повітряного басейну продуктами спалювання стерні та витрачання кисню. Розрахунок збитків за статтями 4 і 5 безпосередньо не є можливим. Для їх обліку допускається, що сума збитків за статтями 4 і 5 дорівнює розміру прямих збитків (сума статей 1-3).

Висновки. Наведені методики розрахунків вартісної оцінки знищення органічної речовини ґрунту, втрат від водної ерозії, небезпеки від спалювання рослинних решток свідчать про те, що лише комплексний еколого-економічний підхід до розв'язання питань охорони ґрунтового покриву може забезпечити послаблення ерозійних процесів, запобігти розвитку процесів дегуміфікації та інших видів деградації ґрунту.

Список літератури

1. Балаєв А. Д. Актуальні питання збереження якості чорноземів / А. Д. Балаєв, О. Л. Тонха // Агрохімія і ґрунтознавство. – Книга 2. – Харків: ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», 2010. – С. 170-172.
2. Булигін С. Ю. Оцінка географічного середовища та оптимізація землекористування / Булигін С. Ю., Думін Ю. В., Куценко М. В. - Харків: ТОВ "Світло зі Сходу", 2002. – 168 с.
3. Булигін С. Ю. Регламентация технологічного навантаження земельних ресурсів / С. Ю. Булигін // Землевпорядний вісник. – 2003. – № 2. – С. 9–12.
4. К методике определения устойчивости почв и агротехнических фонов ливневой эрозии / [Лавровский А. Б., Игуменцев А. Ф., Николаенко В. И., Анисимов С. В.] // Эродированные почвы и повышение их плодородия. – Новосибирск: Наука, 1985. – С.131–135.
5. Кузнецов М. С. Противозерозионная стойкость / М. С. Кузнецов. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 136 с.
6. Методика підрахунків від спалювання стерні і соломи / Під ред. Булигіна С.Ю. – К.: МАПП, 2011. – 16 с.
7. Мирцхулава Ц. Е. Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии / Ц. Е. Мирцхулава. – М.: Колос, 1970. – 240 с.
8. Національна доповідь Про стан родючості ґрунтів України // Ред. С. А. Балюк, В. В. Медведєв, О. Г. Тараріко, В. О. Греков, А. Д. Балаєв – К.: НААН, 2010. – 112 с.

Приведены методики измерения убытков от водной эрозии, дегумификации и вреда от сжигания растительных остатков. При расчете убытков от дегумификации используется нормативный показатель восстановления гумуса, который для дернового типа почвообразования равен 150 у.е., при доминировании подзолистого типа – 200 у.е. за тонну гумуса. Убытки от сжигания растительных остатков предложено определять по пяти статьям.

Водная эрозия, гумус, экологическая оценка почв, деградация почв, охрана почв, методы оценки убытков.

The methods of assessing damages from water erosion, humus loss and damage from burning plant residues. In calculating the damages from loss of humus vykorystovuvayetsya regulatory restore rate of humus, which is for chernozem soils \$ 150 for podzolic – \$ 200 t humus. Losses from burning plant residues asked to identify 5 articles.

Water erosion, humus, environmental assessment of soil, soil degradation, soil conservation, methods of assessment of damages.