

УДК 631.42  
© 2016

**М.Д. ВОЛОЩУК,**  
доктор сільськогосподарських наук

ДВНЗ “Прикарпатський  
національний університет  
імені Василя Стефаника”, Україна  
E-mail: mdvoloschuk@rambler.ru  
м. Івано-Франківськ, вул. Галицька, 201

ЕРОЗІЙНА  
ДЕГРАДАЦІЯ ЧОРНОЗЕМІВ  
ПІВДЕННО-ЗАХІДНОЇ  
ЧАСТИНИ УКРАЇНИ  
І РЕСПУБЛІКИ МОЛДОВА

*Узагальнено багатогранні експериментальні матеріали та дані літературних джерел щодо впливу ерозійних процесів на деградацію ґрунтів. Розроблено методику обліку ґрунту та картографування мікроложбин, визначено чотири категорії деформації схилів, запропоновано заходи щодо зменшення ерозійних процесів. Серед заходів з відновлення родючості і охорони еродованих земель – реплантація. До її технологічних елементів відносяться регулювання поверхневого стоку на схилах; планування їх поверхні, оранка або глибоке розпушування; селективне нанесення гумусових шарів із заорюванням; обробка і сівба багаторічних трав. Впроваджено типові схеми-моделі освоєння яружно-балкових земель.*

*Ключові слова:* ерозія ґрунтів, види ерозії, еродовані землі, заходи щодо відновлення їх родючості.

**Постановка проблеми.** За недостатньо обміркованого антропогенного впливу в 70–80-ті роки минулого століття були порушені збалансовані природно-екологічні зв'язки: ґрунти опинилися в катастрофічному стані, інтенсивно руйнуються ерозійними процесами орні схилі землі, на великих площах відбуваються переущільнення, розпилення структури, погіршення водостійкості, зменшення гумусу, забруднення ґрунтів відходами гірничо-будівельної та хімічної промисловості, збільшуються площі кислотності ґрунтів. Встановлено, що площі еродованих земель, зайнятих сільськогосподарськими угіддями, щорічно збільшуються в середньому на 750 га. Втрати поживних речовин переважають кількість внесених органо-мінеральних добрив під сільськогосподарські культури [5, 7].

Проблема захисту ґрунтів від деградаційних процесів в окремих природних регіонах України набула гострого характеру і близька

до національної катастрофи. Вона вимагає проведення детальних комплексних досліджень, розробки науково обґрунтованих регіональних ґрунтозахисних систем землеробства, методів відтворення родючості еродованих земель, їх ефективного використання та охорони.

**Метою наших досліджень** стало виявлення інтенсивності прояву ерозійних процесів, їх вплив на трансформацію ґрунтового покриву, визначення показників родючості ґрунту, вдосконалення заходів зі зменшення ерозійних процесів, технології відновлення родючості зруйнованих ерозією земель, розробка схеми-моделі освоєння ярково-балкових систем.

**Об'єктами вивчення** слугували науково-дослідні, стаціонарні, виробничі полігони лісостепової, степової зон України та Республіки Молдова (рис. 1) [1, 4].

Під час проведення досліджень були використані картографічні (аерокосмічні, картометричні), польові (експедиційні), лабора-



*а*



*б*

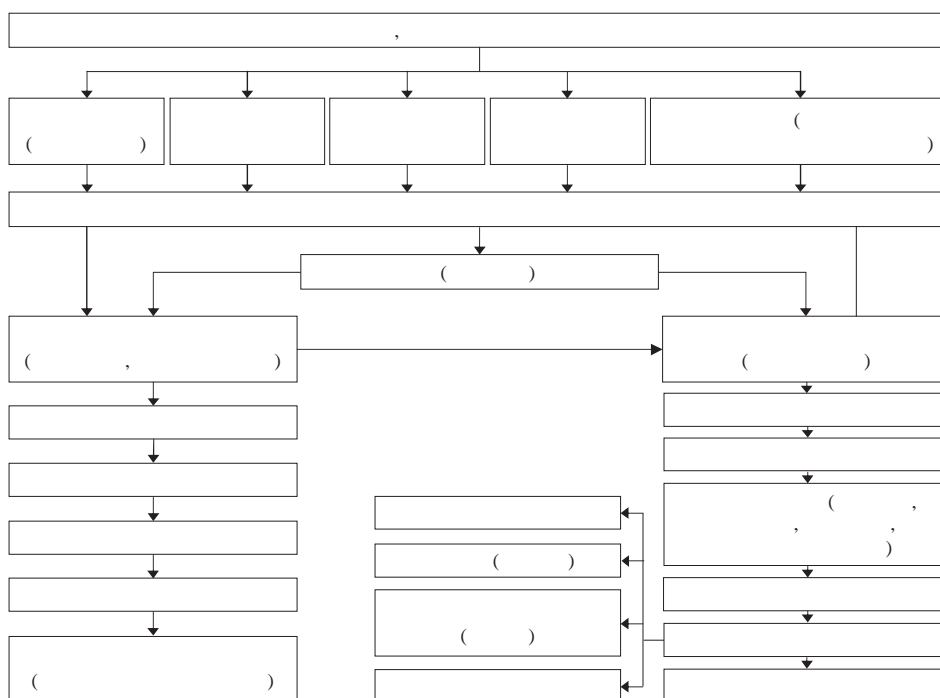
**Рис. 1. Стационарні науково-дослідні полігони:**  
*а – штучне дощування; б – стокові майданчики*

торно-аналітичні, математико-статистичні, історичні (архівні, фондові) методи.

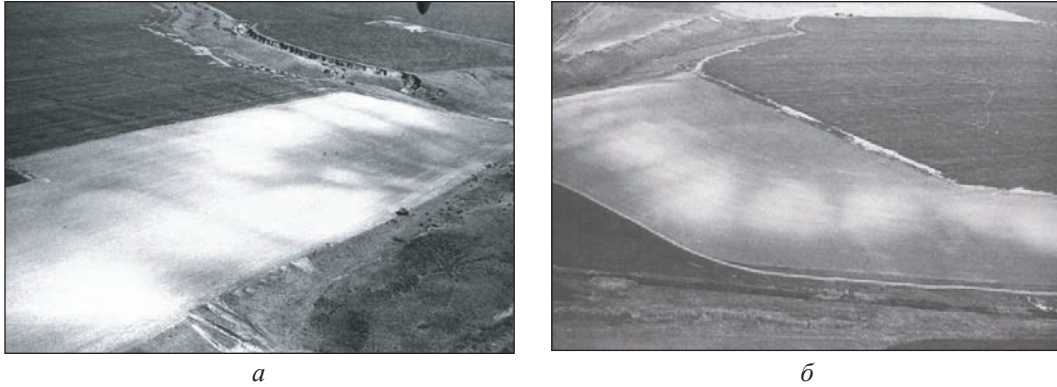
**Виклад основного матеріалу дослідження.** На основі літературних джерел та експериментальних даних нами доповнено існуючу класифікацію водної ерозії ґрунтів (рис. 2). Виявлено, що за період з 1960 по 2015 рік площа еродованих ґрунтів, зайнятих сільськогосподарськими угіддями, збільши-

лася на 30–35 %, посилюється і ступінь змитості. Площа сильнозмитих ґрунтів зростає на 20 %, слабо- і середньозмитих – на 2 і 12 % відповідно [5, 6].

Ерозійні процеси на схилі землях з легкосуглинистими чорноземами, за відсутності агротехнічних заходів, проявляються вже при крутизні 1°. У результаті зіставлення морфометричних показників рельєфу і мате-



**Рис. 2. Класифікація водної ерозії ґрунтів**



**Рис. 3. Арعали еродованих ґрунтів: а – сильнозмитих; б – середньозмитих**

ріалів ґрунтового обстеження встановлено прямий зв'язок між площею змитих ґрунтів та крутизною схилів (коефіцієнт кореляції становить 0,90–0,95). Така закономірність спостерігається тільки на схилах, зайнятих сільськогосподарськими угіддями (рис. 3).

Тенденція щодо збільшення площі еродованих ґрунтів виявлена на схилах довжиною від 500 до 800 м. За подальшого зростання довжини площа змитих ґрунтів зменшується, що пов'язано з крутизною і редуцією стоку [2, 3].

Ерозійні процеси призводять до трансформації ґрунтового покриву, зміни показників родючості ґрунту. Так, втрати 10 см гумусового шару означають, що з 1 га перемі-

щується понад 1 тис. т ґрунту, а зі середнього і сильного ступеня змитості – до 5 тис. т.

Незважаючи на окремі відмінності між підтипами чорноземів, втрати гумусу в шарі 0–50 см прямо пропорціональні за ступенем змитості, при розрахунку у відсотках до еталону зростають – 20, 40, 60 % і більше. Середнє значення по підтипах становить 20, 42 і 64 %. Тільки середньо- і сильнозмиті ґрунти втратили в цьому шарі близько 53 % гумусу. У повнопрофільних чорноземах запас гумусу становить 216 т/га, а в результаті прояву ерозії втрати дорівнюють 114 т/га, і їх неможливо компенсувати жодними дозами добрив (табл. 1).

**1. Середні показники вмісту гумусу в шарі 0–50 см у чорноземах еродованих**

Середнє (X) значення еталона	Ступінь змитості ґрунтів, %					
	слабозмитих		середньозмитих		сильнозмитих	
	X	втрати до еталона	X	втрати до еталона	X	втрати до еталона
<b>Вилуговані</b>						
3,40	2,84	16	2,01	38	1,22	64
<b>Типові</b>						
3,74	2,11	17	2,23	39	1,50	60
<b>Звичайні</b>						
3,47	2,65	21	1,94	44	1,01	62
<b>Карбонатні</b>						
3,35	2,40	28	1,75	48	1,03	69
<b>Середнє за ступенем змитості</b>						
3,52	2,75	20	1,98	42	1,19	64

Паралельно з дегуміфікацією ґрунтів, але з протилежною спрямованістю, протікає процес їх зворотної карбонізації. Особливо це характерно для чорнозему звичайного, у якого за слабкої еродованості карбонатним стає шар 0–20 см, типові чорноземи скипають на глибині 71 см, натомість під впливом слабкої ерозії містять помітну кількість карбонатів уже в шарі 0–50 см.

У шарі 0–20 см карбонатних чорноземів кількість кальцію  $\text{CaCO}_3$  порівняно з повнопрофільним еталоном збільшується у 4 рази. Все це веде до примітивізації ґрунтового профілю, свого роду еволюції (табл. 2). Чорноземи звичайні слабозмиті наближаються за показниками до рівня карбонатних, а чорноземи типові, з мірою еродованості – до звичайних [4, 8].

Дегуміфікація і карбонатизація чорноземів є головними елементами їх вторинного екогенезу, які супроводжуються іншими радикальними змінами. У прямій кореляції знаходяться вміст гумусу й кількість загального азоту, втрачається значна частина мікроелементів, відбувається зміна складу поглинених основ, співвідношення кальцію до магнію зростає, зменшується рухомий фосфор, зростає величина рН та змінюються функціональні фізичні властивості (табл. 2).

Одночасно з цим відбувається ерозійна деградація біоти, зокрема, частка земляних черв'яків у повнопрофільному чорноземі становить 156 кг/га, слабозмитому – 96, середньозмитому – 76, сильнозмитому – 60 кг/га, тобто в 2,5 раза менша, ніж в еталоні.

У такій самій пропорції змінюється й чисельність всіх безхребетних. Сумарна кількість мікроорганізмів зі збільшенням змитості ґрунту різко падає. Інтегральний показник біологічної активності сильнозмитого ґрунту в 2,5 раза нижчий, ніж повнопрофільного. На кожному гектарі еродованого ґрунту втрачаються не тільки гумус, родючість, а й гине значна частина живої речовини біосфери [8].

Просторова нерівномірність розвитку ерозії веде до диференціації великих ґрунтових ареалів на більш дрібні, які мають значну контрастність. Структура ґрунтового покриву (СГП) відрізняється високою складністю, великою мозаїчністю. Послідовність зменшення площ ареалів ґрунтів із наростанням ступеня їх змитості стає однотипною, уже з переходом від ґрунтів повнопрофільних до слабозмитих площі ареалів скорочуються в 2–3 рази, сильнозмитих – у 4–7 разів більша, ніж повнопрофільних. Ці цифри є критеріями деградації ґрунтового покриву, його перебільшеною фрагментацією, що обумовлює виникнення труднощів у використанні еродованих земель (табл. 3).

Площинний (тотальний) змив ґрунту в більшості пов'язаний з лінійною ерозією: розмоїнами (папіляри, агроерозійні форми), мікроложбинами, промоїнами, ярами (рис. 4). Встановлено, що формування початкових лінійних розмивів – мікроложбин – відбувається в основному на схилах довжиною понад 350 м з крутизною 2–3° на відстані від вододільної лінії 150–200. Одним з основних

**2. Вміст  $\text{CaCO}_3$  (%) у верхніх шарах чорноземів залежно від ступеня їх змитості**

Підтип чорнозему	Глибина шару, см	Еталон	Ступінь змитості, %		
			слабкий	середній	сильний
Карбонатні	0–20	2,1	3,4	6,0	8,0
	40–50	6,8	5,8	9,3	10,9
Звичайні	0–20	-	0,9	1,2	7,0
	40–50	3,0	5,0	6,1	11,5
Типові	0–20	-	-	-	-
	40–50	-	3,6	4,9	7,6

3. Площа середніх ареалів повнопрофільних і еродованих ґрунтів, га

Тип, підтип ґрунтів	Повнопрофільні ґрунти	Еродованість		
		слабка	середня	сильна
Бурі лісові	88,4	34,0	20,8	-
Сірі лісові	77,3	31,9	22,6	16,1
Темно-сірі лісові	84,5	33,9	12,3	15,7
Чорноземи: опідзолені	72,0	27,7	27,7	18,1
вилуговані	81,8	26,7	21,1	17,8
типові	110,0	28,2	19,5	16,8
звичайні	123,0	29,7	23,7	18,5
карбонатні	109,7	32,7	27,1	24,5

чинників розвитку мікроложбин, як показали дослідження, є антропогенна діяльність, а саме – види обробітку ґрунту (рис. 4). Доведено, що мікроложбинна ерозія значно посилює ерозійні процеси, деформацію схилу, зменшує ефективність протиерозійних заходів.

Змив ґрунту на деформованих схилах при опадах середньої інтенсивності (0,2 мм/хв) відбувається вже по тальвегах мікроложбин, а за інтенсивності 1 мм/хв – на міжложбинних ділянках.

У процесі досліджень нами розроблено методику обліку ґрунту та картографування мікроложбин, визначено чотири категорії деформації схилів. Запропоновано заходи щодо зменшення ерозійних процесів (табл. 4).

За інтенсивного обробітку ґрунту на схилах і відсутності протиерозійних заходів зде-

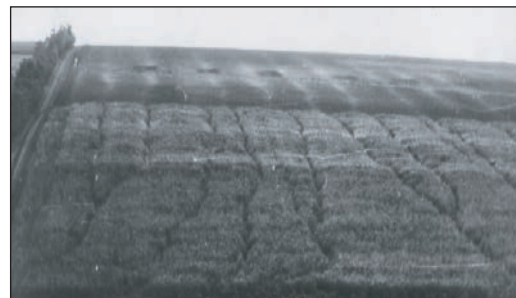
більшого лінійні розмиви (розмоїни, промоїни) переходять в яружні. Залежно від місця розташування (приуроченості до елементів рельєфу) яри поділяють на:

- первинні, до яких відносять *схилкові, приводороздільні, терасові, берегові, вершинні*;
- вторинні або донні яри, що утворюються в тальвегах лощин, балок, річкових заплавл, і генетично пов'язані з долинно-балковою мережею; можуть розвиватися в різних її частинах відповідно до гідрографічної мережі, утворюючи яркові системи.

Формування ярів відбувається: *за стадіями розвитку* – початкові, перехідні, яркові системи; *інтенсивністю росту* – зростаючі, активно зростаючі, затухаючі; *формами розчленування* (розгалуження) – прямі (стерженеві), ромбо-, булаво-, деревоподібні (розгалужені) – рис. 5.



а



б

Рис. 4. Результати антропогенної діяльності:  
а – розмоїни на орних землях; б – система мікроложбин

**4. Категорії земель, уражених мікроложбинами**

Категорія – ступінь ураженості	Нахил, град	Кількість мікроложбин, шт./100 м <sup>2</sup>	Об'єм змиву, м <sup>3</sup> /га	Ураженість, %
I – слабкий	3–4	1–2	<200	25
II – середній	5–6	2–3	200–600	26–50
III – сильний	7–8	3–6	600–1000	51–75
IV – дуже сильний (катастрофічний)	>8	>6	>1000	>75

Залежно від земельних угідь яри поділяються на польові, пасовищні, садові, лісові, дорожні, афітні, міські, іригаційні, сільські, підземні, гірські (рис. 6) [2, 3].

Виявлено, що інтенсивність росту ярів у значній мірі залежить від наявності у вершинах лощин, улоговин, дорож-

ньої мережі та інших факторів, які призводять до концентрації водних потоків, того часу як природні чинники (інтенсивність і кількість опадів, літологічний склад ґрунтоутворювальних порід, довжина схилу) посилюють розвиток яружної ерозії.



*а*



*б*

**Рис. 5. Формування ярів за інтенсивністю росту:**  
*а – активно зростаючі яри; б – наноси (відклади) змитого ґрунту в підніжжі схилу*



*а*



*б*

**Рис. 6. Різновиди ярів:**  
*а – серія схилових ярів в долині р. Дністер; б – донний яр*

**5. Середньорічний приріст ярів**

Інтенсивність росту	Лінійний приріст, м	Об'єм винесеного ґрунту, м <sup>3</sup>
Мінімальний	до 0,3	до 6,5
Слабкий	0,3–0,5	6,5–10,5
Середній	0,5–1,5	10,5–31,5
Сильний	1,5–3,0	31,5–63,0
Дуже сильний	3,0–5,0	63,0–105,0
Катастрофічний	понад 5,0	понад 105,0

Середньорічний приріст ярів і показники ураженості ними земель наведено в табл. 5, 6. Установлено, що яри збільшують площу денної поверхні на 20–45 %, місцевий базис ерозії – на 10–20 %, а середньозважений ухил зростає до 50 %. Яри суттєво впливають на гідрологічні умови місцевості. Вони є сорбентом твердих опадів, знижують рівень ґрунтових вод на 50–60 м від бровки яру, погіршують водно-фізичні властивості ґрунту, збільшують дрібність ґрунтових ареалів у 3–4 рази, підвищують індекс контрастності, неоднорідності в 5–8 разів, порівняно з нерозчленованими схилами [2, 4].

Для зменшення ерозійних процесів нами внесено корективи в існуючий комплекс протирозійних заходів (рис. 7).

*Організаційно-господарські* заходи є канвою для формування полів, дорожньої мережі, розміщення сільськогосподарських угідь, ґрунтозахисних сівозмін та ін.

До найбільш доступних можна віднести *агротехнічні заходи*: обробіток ґрунту впоперек схилу або по горизонталі, щількування, мульчування, смугове розміщення сільськогосподарських культур, суцільне залуження середньо- і сильнозмитих ґрунтів, вилучення еродованих земель під природні кормові угіддя, консервація (рис. 8).

До системи *лісомеліоративних* заходів відносяться створення водо- і вітрорегулювальних лісосмуг, водоохоронних прибалкових, прияружних насаджень, суцільне залісення сильноеродованих зруйнованих земель (рис. 9).

Для більш ефективної протирозійної дії лісомеліоративних заходів рекомендуються *гідротехнічні споруди*, такі як розпилювачі стоку, водорегулювальні вали-канави, ставки, лимани, різні види водоскидних донних споруд (загат) – рис. 10.

Для відновлення родючості еродованих земель нами розроблено радикальні методи

**6. Показники ураженості земель ярами**

Ступінь ураженості	Параметр		
	густота розчленованості, км/км <sup>2</sup>	площинна ураженість, га/км <sup>2</sup>	щільність лінійних розмивів, од./км <sup>2</sup>
Помітний	до 0,05	0,08	0,14
Слабкий	0,05–0,10	0,14	0,41
Помірний	0,10–0,20	0,37	0,69
Середній	0,20–0,30	0,58	0,83
Сильний	0,30–0,50	0,60	1,35
Дуже сильний	понад 0,50	1,24	2,36

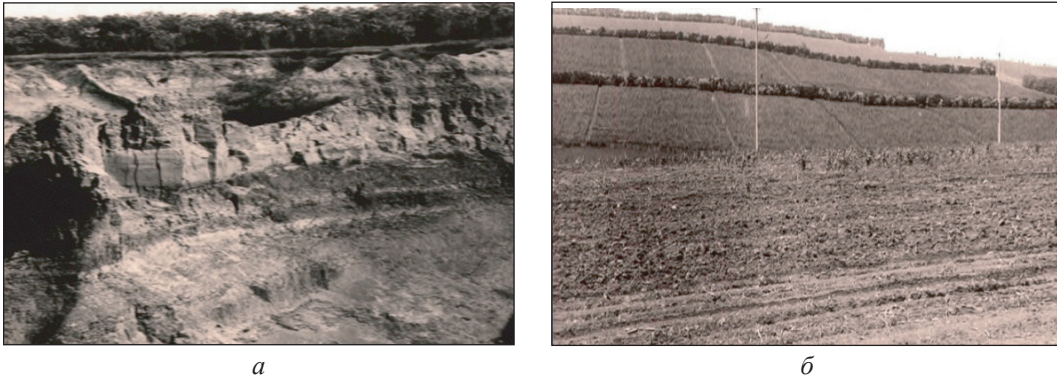
Організаційно-господарські	Агротехнічні	Лісомеліоративні	Гідротехнічні
		( )	

*Рис. 7. Основні елементи комплексу протиерозійних заходів*



*Рис. 8. Агротехнічні заходи зі зменшення ерозійних процесів:  
а – смугове розміщення сільськогосподарських культур на схилах; б – безпліцева оранка;  
в – сівба зернових культур у міжряддях кукурудзи після її збирання*

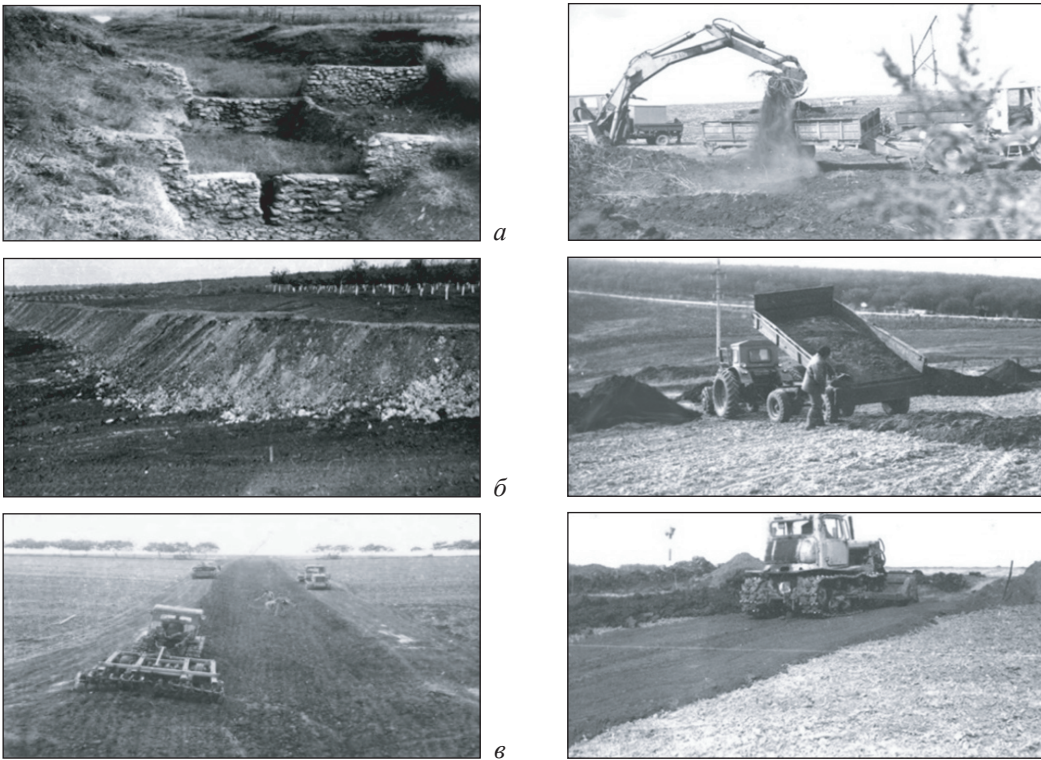




**Рис. 9. Лісомеліоративні заходи зі зменшення ерозійних процесів:**  
*а – прияружні лісомеліоративні насадження; б – стокорегулювальні лісосмуги*

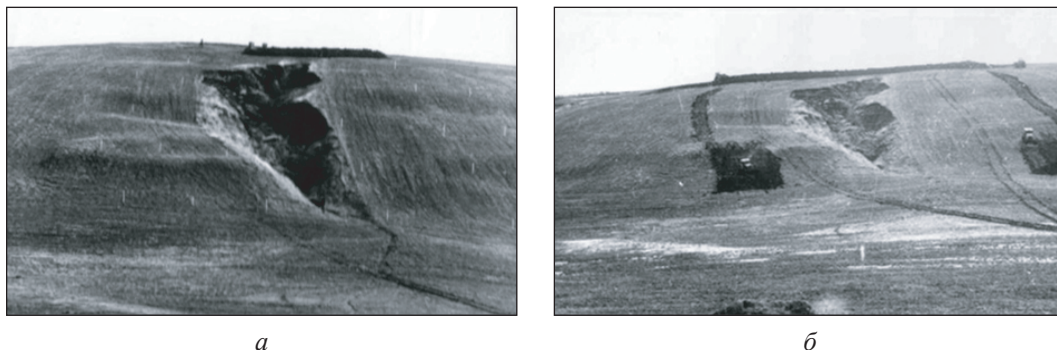
– це *реплантація* (реставрація, трансплантація) середньо- і сильнозмитих ґрунтів, *корінна меліорація* зруйнованих земель.

Резервом для реплантації еродованих земель слугують ґрунти з ділянок, що змінюють своє цільове призначення, наміті (делю-



**Рис. 10. Гідротехнічні споруди:**  
*а – ступінчасті перепади по тальвегу донного яру; б – водозатримуючий вал; в – формування валу-тераси*

**Рис. 11. Етапи технології реплантації сильноеродованих земель**



*а*

*б*

**Рис. 12. Корінна меліорація ярів:**

*а – схилі яри, що підлягають засипці; б – знімання гумусного шару ґрунту*

віальні) ґрунти, мулисті відкладення ставків і водосховищ (сапропелі), ґрунтова маса з цукрових заводів, а також різні види компостів.

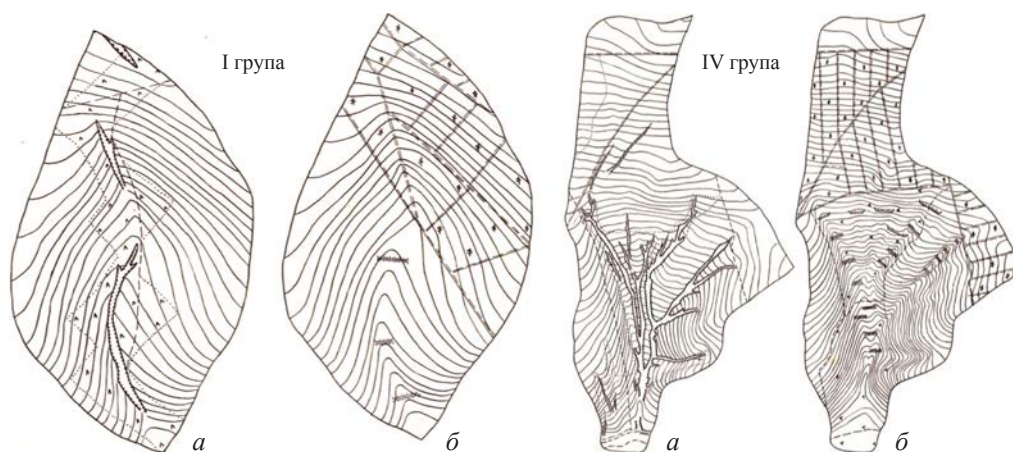
До технологічних елементів реплантації еродованих ґрунтів відносяться:

- регулювання поверхневого стоку на схилах (створення простих протиерозійних земляних споруд із системою ґрунтозахисних агротехнічних заходів);
- планування поверхні схилу, оранка або глибоке розпушування перед реплантацією;
- селективне нанесення гумусових (родючих) шарів з пошаровим заорюванням;
- обробка і сівба багаторічних трав (рис. 11).

Основними елементами корінної меліорації земель, уражених ярковою ерозією, є будівництво водорегулювальних споруд; знімання родючого шару; повна або часткова засипка; нанесення родючого шару; сівба багаторічних трав (рис. 12).

На основі проведення комплексних досліджень нами розроблені і впроваджені типові схеми-моделі освоєння яружно-балкових земель (рис. 13).

Розроблена система заходів з регулювання розвитку ерозійних процесів, відновлення родючості еродованих земель має велику еколого-економічну ефективність.



**Рис. 13. Схеми-моделі освоєння яружно-балкової системи:**

*а – до меліорації; б – після меліорації*

### Висновки

Інтенсивний розвиток ерозійних процесів ґрунтів в Україні й Молдові набув гострого характеру, а в деяких районах близький до національної катастрофи.

Ерозійні процеси призводять до трансформації ґрунтового покриву, зниження родючості ґрунтів.

Мікроложбинна ерозія, як антропогенна діяльність – система обробітку ґрунту, посилює ерозійні процеси, деформацію поверхні схилу, знижує ефективність протиерозійних заходів. Для кожної з категорій ураженості схилових земель запропоновано технології відновлення родючості ґрунтів.

Встановлено прямо пропорційний зв'язок між ростом ярів і морфометричними показниками рельєфу, кількістю та інтенсивністю опадів.

Яружні форми розмиву спричиняють трансформацію поверхні схилів ґрунтового покриву, показників родючості ґрунту. Для призупинення цих процесів виділені групи земель за ступенем ураженості ярами, запропоновані технології щодо відновлення родючості ґрунтів.

Внесені корективи до існуючого комплексу протиерозійних заходів.

Основою формування полів, дорожньої мережі, розміщення сільськогосподарських угідь, проведення ґрунтозахисного землеробства є протиерозійна організація території. До найбільш досяжних та ефективних з агротехнічних заходів належать обробітку ґрунту впоперек схилу або по горизонталі, щільовання, смугове розміщення сільськогосподарських культур, суцільне залуження, заліснення еродованих малопродуктивних земель та вилучення їх на консервацію.

Більш ефективній протиерозійній дії лісомеліоративних заходів спомогатимуть прості, доступні земляні гідротехнічні споруди, створення залужених водостоків. На відновлення родючості малопродуктивних еродованих земель спрямовані радикальні методи – реплантація, трансплантація еродованих ґрунтів, корінна меліорація зруйнованих земель.

Розроблені і запропоновані типові схеми-моделі освоєння яружно-балкових систем дозволять скоротити ерозійні процеси, сформувати еколого-стійкі агроєкосистеми.

### Бібліографія

1. Волощук М.Д. Основы почвозащитной мелиорации эродированных земель (на примере ССР Молдова): автореф. дис. на соиск. ученой степени доктора с.-х. наук / М.Д. Волощук. – Кишинев, 1990. – 64 с.
2. Волощук М.Д. Реконструкция склоновых земель, поражённых оврагами / М.Д. Волощук. – Кишинёв, 1986. – 256 с.
3. Волощук М.Д. Протиерозійна меліорація еродованих земель Прут-Дністровського межиріччя / Волощук М.Д., Третяк А.М., Юзефацюк Ч.М. – Чернівці: Вид-во “Прут”, 1995. – 133 с.
4. Волощук М.Д. Деградаційні процеси та їхній вплив на екологічний стан земельних ресурсів України / М.Д. Волощук // Вісник Львівського університету. – 2013. – Вип. 44. – С. 55–61. – (Серія: Географічна наука).
5. Волощук М.Д. Ерозія ґрунтів в Україні: еволюція, теорія та практика / Волощук М.Д., Петренко Н.І., Яценко С.В. – К., 2014. – 327 с.
6. Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні: монографія / [С.А. Балюк, Д.О. Тимченко, М.Н. Гичка та ін.]; за ред. С.А. Балюка та Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКОГО. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2010. – 460 с.
7. Концепція охорони ґрунтів від ерозії в Україні / [В.П. Ситник, М.Д. Безуглий, С.І. Мельник та ін.]. – Харків, 2008. – 59 с.
8. Крупеников И.А. Почвенный покров и эрозия / И.А. Крупеников // Экологические аспекты защиты почв от эрозии. – Кишинев, 1990. – С. 4–15.

Рецензент – доктор сільськогосподарських наук,  
професор С.М. Крамарьов