

УДК 504.05 : 631.95 (477.84)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ ТЕРНОПОЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Н. Чайка

*доктор сельскохозяйственных наук
заведующий кафедрой экологии агросферы и экологического контроля*

Н.В. Кузубов

*доктор экономических наук, профессор
профессор кафедры экономической кибернетики*

Т.П. Черлинка

аспирантка

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Проаналізовані та вивчені проблеми збереження та відновлення рівня біорізноманіття за алгоритмом розрахунку індексу MSA через еколого-економічні заходи раціонального використання агроландшафтів, у тому числі виведення з інтенсивного сільськогосподарського використання деградованих та малопродуктивних земель під пасовища і ліси.

Ключові слова: *поліпшення екологічного стану агроландшафтів, індекс MSA, екологічна стабільність, коефіцієнт антропогенного навантаження, коефіцієнт екологічної стабільності.*

Актуальность исследования экологического состояния окружающей среды локальной территории связано с неудовлетворительным её состоянием во многих регионах Украины, что подтверждается научными публикациями [1; 2]. В сложившейся ситуации особую актуальность приобретают поиски путей улучшения экологического состояния окружающей среды.

Анализ публикаций, посвящённых данной проблематике, позволил выделить их основные группы: 1) методы определения экологичности территории и антропогенной нагрузки на окружающую природную среду; 2) методы устранения или сокращения отрицательного воздействия человеческой деятельности на окружающую природную среду. Апробация этих методов осуществлена на материалах районов Тернопольской области.

Цель работы заключалась в совершенствовании теоретических подходов к оценке экологической устойчивости агроэкологического состояния земель сельскохозяйственного назначения (агроландшафтов) на примере Тернопольской области в условиях окружающей природной среды с помощью системного анализа и моделирования оптимальных мероприятий по экологической модификации сельскохозяйственных территорий через методы биоэкологической мелиорации и эколого-экономического обоснования структуры землепользования.

Исследование проводили в условиях Тернопольской области по 17 административным районам, а также исследовали закономерности изменения агроландшафтов Тернопольской

области под действием антропогенной нагрузки. Экологичность локальной территории обусловлена прежде всего интенсивностью производственной деятельности и способностью природной среды к самоочищению. Вполне логично, что способность природной среды к самоочищению обуславливается структурой земельных угодий. А.В. Яцык [10, с. 213], например, предлагает при этом рассматривать три группы угодий, которые отличаются степенью этой способности: 1) земельные угодья, которые находятся в природном или близком к нему состоянии; (леса, кустарники и лесополосы, заповедники и защитные насаждения водных бассейнов, водоёмы и болота, сенокосы, пастбища и залежи); 2) сельскохозяйственные угодья; 3) урбанизированные территории, т. е. площади населённых пунктов, промышленных объектов, дорог.

Более детальное распределение земельных угодий в зависимости от их способности нейтрализовать отрицательное влияние деятельности человека на окружающую природную среду предложено сотрудниками Института земледелия УААН [4] (табл. 1).

В конечном итоге соотношение видов земельных угодий определяет экологическое состояние конкретной территории (табл. 2). Оптимальными считаются параметры пропорции Р/ЭСУ (ЭСУ – экологостабилизирующие угодья), в которой удельный вес природных или полуприродных компонентов агроландшафта составляет не менее 80 %. Такое соотношение свойственно «эталонным» ландшафтам, на-

Таблица 1

Значение коэффициентов экологических способностей разных типов угодий

Виды угодий	Коэффициенты экологичности
Пашня	0,14
Виноградники	0,29
Лесополосы	0,38
Многолетние насаждения, кустарники	0,43
Огороды	0,50
Сенокосы	0,62
Пастбища	0,68
Пруды и болота	0,79
Леса	1,00
Застроенная территория и дороги	0,00

ходящимся в состоянии экологического равновесия (0-й экотип).

Базовыми качественными показателями, которые указывают на экологическую сбалансированность агроландшафтов, их устойчивость и степень трансформации под влиянием сельскохозяйственной деятельности, являются также коэффициенты антропогенной нагрузки ($K_{ан}$) и экологической устойчивости ($K_{э.у}$) [4].

$K_{ан}$ рассчитывали по формуле:

$$K_{ан} = \sum_n^1 S_n B_n / \sum_n^1 S_n (6), \quad (1)$$

где S_1-S_n — площадь угодья с определенным уровнем антропогенной нагрузки; B_1-B_n — оценочные баллы соответствующих угодий; n — количество показателей. Коэффициент антропогенной нагрузки характеризует влияние человека на состояние окружающей среды, в том числе и на агроресурсы [4].

$K_{э.у}$ рассчитывали по коэффициенту экологической стабильности территории по формуле:

$$K_{э.у} = \sum_n^1 S_i K_i / \sum_n^1 S_i (6), \quad (2)$$

где K_i — коэффициент экологических свойств угодий i -того вида (их значения приведены в табл. 1); S_i — площадь угодья i -того вида, га; n — количество показателей.

Экологичность угодий отражает их способность нейтрализовать негативное влияние человеческой деятельности на окружающую природную среду. В экономико-математических моделях показатели антропогенной нагрузки используются в качестве критериев, минимизирующих эту нагрузку, что, безусловно, способствует улучшению экологической ситуации территории.

В зависимости от полученных значений $K_{э.у}$ и $K_{ан}$ оценивают экологическое состояние территории (табл. 3).

Одним из показателей экологического состояния территории является ее биоразнообразие [5, 6]. Для такой оценки использовали метод расчёта остаточного обобщённого биораз-

Таблица 2

Шкала для оценки экологического состояния территории по соотношению угодий

Удельный вес угодий, %		Экологическое состояние территории	Оценка, балл	Экотип территории
Пашня	Эколого-стабилизирующие угодья (ЭСУ)			
<20	>80	Оптимальное	1	0
20:36	64:80	Удовлетворительное	2	I
37:55	45:63	Критическое	3	II
56:70	30:44	Кризисное	4	III
>70	<30	Катастрофическое	5	IV

Источник: [3].

Таблиця 3

Оценка экологического состояния территории по показателям $K_{э.у}$ и $K_{ан}$

Коэффициенты		Уровень антропогенной нагрузки	Экологическое состояние агроландшафта
$K_{э.у}$	$K_{ан}$		
$\leq 0,33$	4,1–5,0	Высокий	Экологически нестабильный
0,34–0,50	3,1–4,0	Повышенный	Слабо стабильный
0,51–0,66	2,1–3,0	Средний	Сстабильный
$\geq 0,67$	1,0–2,0	Низкий	Экологически стабильный

нообразия — индекс MSA , который указывает на долю оставшегося биоразнообразия от 100 %-ного биоразнообразия в условиях нетронутой природной территории [7]. Индекс рассчитывали так: $MSA_i = MSA_{LUC} \times MS_{AI} \times MS_{AF} \times MS_{AN} \times MSA_{CC}$, где MSA_{LUC} — изменения в землепользовании; MS_{AI} — влияние инфраструктуры; MS_{AF} — показатель фрагментации; MS_{AN} — депозит атмосферного азота; MSA_{CC} — функция от изменения средней глобальной температуры. Согласно методике, использовали ожидаемые значения MSA_{CC} и MS_{AN} для Лесостепи Украины — 0,9 и 1, соответственно.

Экологическую ситуацию любой локальной территории формируют размещённые на этой территории населённые пункты и предприятия. На практике «вклад» конкретных предприятий в формирование экологической ситуации в конкретном регионе определяется валовым объёмом выбросов вредных веществ в окружающую среду. Однако этого недостаточно для оценки характеристики конкретных видов экономической деятельности, поскольку эти оценки не учитывают роль предприятий в обеспечении необходимыми продуктами потребностей экономики и человека.

Решение этой проблемы возможно при использовании показателей экологичности предприятий и видов экономической деятельности по соотношению объёма выбросов вредных веществ в расчёте на единицу стоимости произведённой продукции или единицу добавленной стоимости [10, 11]. При этом возникает возможность использовать этот показатель при оптимизации структуры производственных мощностей, размещённых в конкретном регионе при ограничениях количества выбросов вредных веществ в окружающую природную среду.

Практическая апробация теоретических положений выполнена на материалах административных районов Тернопольской области. В табл. 4 приведены результаты расчёта индекса MSA — удельного веса площади пашни и экологостабилизирующих угодий к суммар-

ной площади земель сельскохозяйственного использования административных районов Тернопольской области, коэффициенты экологической устойчивости и антропогенной нагрузки, показатели экологического состояния исследуемых территорий, а также уровни связи между различными показателями.

Распределение значений индекса MSA по районам исследования составило спектр от 12,1 до 29,2, среднее по области — 19,8, или в 1,64 раза меньше, чем в среднем по Украине (~32,8 %). Наивысшее значение индекса MSA регистрируется в Бережанском (29,2) и Шумском (25,8) районах, соответственно, наименьшее — в Лановецком (12,1).

Эти материалы свидетельствуют, что экологическое состояние исследуемых агроландшафтов распределяется от критического (3 района), через кризисное (6) до катастрофического (8 районов). Таким образом, территории агроландшафтов Тернопольской области относятся ко II–IV экотипам. По показателю коэффициента $K_{ан}$ агроландшафты двух из проанализированных районов характеризуются высоким уровнем антропогенной нагрузки, остальные 15 — повышенным.

В целом экологическое состояние агроландшафтов Тернопольской области в основном кризисное и катастрофическое. Подобное состояние характерно для большинства областей Лесостепи и особенно Степи Украины [1, 8]. Обращают на себя внимание высокие значения корреляций между индексом MSA и показателями, характеризующими соотношение типов угодий (P , ЭСУ), коэффициентами антропогенной нагрузки и экологической устойчивости. Это объясняется тем, что в основе всех вышеуказанных показателей базовым критерием является тип землепользования. Следовательно, индекс MSA также можно рассматривать как показатель экологического состояния территории, что позволяет в дальнейшем, при моделировании эффективности мелиоративных мероприятий, опираться только на индекс MSA как наиболее комплексный и апробированный [9].

Таблица 4

Взаимосвязь значений индекса MSA с другими показателями экологического состояния агроландшафтов районов Тернопольской обл.

Административный район	MSA	P, %	ЭСУ, %	$K_{э.у}$	$K_{ан}$	Состояние, балл
Бережанский	29,2	39,71	60,29	0,55	3,2	3
Борщевский	20,2	68,34	31,66	0,27	3,6	4
Бучацкий	19,7	67,07	32,93	0,39	3,6	4
Гусятинский	20,4	72,07	27,93	0,26	3,7	5
Залещицкий	21,0	68,27	31,76	0,38	3,6	4
Збаражский	18,1	76,91	23,09	0,31	3,7	5
Зборовский	17,6	64,31	35,69	0,26	3,7	4
Козовский	19,0	77,51	22,49	0,38	3,7	5
Кременецкий	21,3	60,76	39,24	0,39	3,5	4
Лановецкий	12,1	76,03	23,97	0,24	3,8	5
Монастырский	21,2	48,71	51,29	0,48	3,3	3
Подволочиский	16,0	81,83	18,17	0,24	3,9	5
Подгаецкий	20,5	63,03	36,97	0,38	3,5	4
Теребовлянский	17,8	78,16	21,84	0,27	3,8	5
Тернопольский	16,2	73,09	26,91	0,29	3,7	5
Чертковский	20,5	74,83	25,16	0,32	3,7	5
Шумской	25,8	51,31	48,69	0,45	3,3	3
Корреляция между MSA и другими показателями		-0,78	0,778	-0,83	0,798	-0,75
$p \leq 0,01$		2,73	2,73	2,73	2,73	2,73
t		16,9	4,6	18,6	22,3	17,5

Улучшение экологической ситуации в Тернопольской области (как и в целом по Украине) требует немедленного проведения мелиорации агроландшафтов. При этом необходимо четкое обосновать объёмы трансформационных мероприятий и связанных с ними экономических потерь.

Одним из наиболее распространённых методов является увеличение в агроландшафтах доли экологостабилизирующих угодий за счёт деградированных и малопродуктивных земель. В табл. 5 приведены расчёты возможной экологической эффективности подобной мелиорации.

Прогнозные изменения индекса MSA оценивали по двум вариантам биотической мелиорации: 1) облесение площади деградированных и малопродуктивных земель; 2) облесение малопродуктивных земель и залужение деградированных земель. Как видно из представленных данных табл. 5, прогнозная экологическая эффективность использованных

вариантов мелиорации незначительна. Например, мелиорация путем облесения (вариант 1) позволяет увеличить минимальный показатель индекса MSA (Лановецкий район) с 12,1 до 12,5, а максимальный (Бережанский район) — с 29,2 до 29,5. Сходные результаты ожидаются после проведения варианта 2 мелиорации. Таким образом, «мягкие» мелиоративные мероприятия без осуществления кардинальной перестройки структуры агроландшафтов не обещают заметного улучшения экологического состояния окружающей природной среды. В обосновании управленческих решений относительно видов и размеров трансформационных мероприятий с минимальными потерями экономических показателей целесообразно использовать методы моделирования. Нами использовалась экономико-математическая модель оптимизации структуры землепользования [12]. Постановкой модели предусматривается возможность сокращения или увеличения площади пашни на 10, остальных угодий — на 20 %. В результате

Таблица 5

Экологическая эффективность мелиоративных мероприятий за счет деградированных и малопродуктивных земель агроландшафтов Тернопольской области

Административный район	Земли под мелиорацию, га		Текущее MSA	Ожидаемое MSA	
	Деградированные	Малопродуктивные		Облесение (вариант 1)	Облесение и залуживание (вариант 2)
Бережанский	707	32	29,2	29,5	29,3
Борщовский	–	756	20,2	20,4	20,4
Бучацкий	23	2516	19,7	20,3	20,3
Гусятинский	951	–	20,4	20,6	20,5
Залецицкий	–	1132	21,0	21,1	21,1
Збаражский	863	129	18,1	18,4	18,3
Зборовский	26	838	17,6	17,8	17,8
Козовский	–	762	19,0	19,2	19,2
Кременецкий	–	2420	21,3	21,9	21,9
Лановецкий	165	1616	12,1	12,5	12,3
Монастирский	256	652	21,2	21,5	21,5
Подволочиский	–	851	16,0	16,1	16,1
Подгаецкий	–	629	20,5	20,8	20,8
Теребовлянский	–	3899	17,8	18,5	18,5
Тернопольский	14	649	16,2	16,4	16,4
Чертковский	–	1987	20,5	21,0	21,0
Шумской	21	2690	25,8	26,3	26,3

решения на минимум антропогенной нагрузки (табл. 6) предлагается сократить площадь пашни всего на 8,6 % и только потому, что исчерпана возможность увеличения (по условию задачи — увеличение не более чем на 20 %) площадей лугов и пастбищ.

Однако размеры сокращения антропогенной нагрузки сравнительно невелики

(табл. 7), т. е. для более существенного сокращения нагрузки должна более значительно сокращаться пашня, что, естественно, сопряжено с существенными финансовыми затратами; их отдача может быть растянута во времени, особенно если это касается замены пахотных угодий многолетними насаждениями.

Таблица 6

Результаты оптимизации структуры земельных угодий Бережанского района Тернопольской области

Вид угодий	Фактически		Максимум выхода продукции		Минимум антропогенной нагрузки	
	Площадь, га	%	Площадь, га	%	Площадь, га	%
Пашня	20908	68,7	22711	74,6	19054	62,6
Многолетние насаждения	253	0,8	304	1,0	253	0,8
Сенокосы	1279	4,2	1023	3,4	1535	5,0
Пастбища	7990	26,3	6392	21,0	9588	31,5
Всего сельхозугодий	30430	100,0	30430	100,0	30430	100,0

Результаты оптимизации структуры земельных угодий
Бережанского района по антропогенной нагрузке

Расчёты	Фактически		Максимум выхода продукции		Минимум антропогенной нагрузки	
	Всего, тыс. грн	На 1 га	Всего, тыс. грн	На 1 га	Всего, т ыс. грн	На 1 га
Нагрузка, ед	112,5	3,7	114,3	3,76	110,6	3,6
%		100		101,6		98,3

ВИВОДИ

1. Высокий уровень антропогенной нагрузки на окружающую природную среду в Украине, вследствие чего наблюдается деградация земельных угодий и ухудшение экологической ситуации в регионах, что требует поиска методов её оздоровления.

2. Практические расчёты, проведенные на примере Бережанского района Тернопольской области, позволили сделать вывод, что оздоровление экологической ситуации в конкретном регионе может осуществляться только довольно медленными темпами. Это связано прежде всего с ограниченностью финансовых ресурсов. Социально-экономическое положение сельской местности находится в системных отношениях с экологическим состоянием агрофермы Украины, обратные связи системы усиливают кризисные явления.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ракоїд О.О. Агроекологічна оцінка земель сільськогосподарського призначення: — Автореф. дис... канд. с.-г. наук / О.О. Ракоїд, К.: 2007. — 21 с.
2. Оценка пригодности сельскохозяйственных земель Украины для создания экологически чистых сырьевых зон и хозяйств по производству продуктов детского и диетического питания: Метод. рекомендації / Под ред. акад. УААН О.И. Фурдычко. — К., 2006. — 20 с.
3. Агроекологічний стан орних земель Київщини: комплексна оцінка та заходи щодо його поліпшення: Метод. рекомендації / За ред. акад. УААН О.І. Фурдичка. — К., 2005. — 54 с.
4. Методичні рекомендації оцінки екологічної стабільності агроландшафтів та сільськогосподарського землекористування / А.М. Тре-

тяк, Р.А. Третьяк, М.І.Шквар, — К.: Ін-т землеустрою УААН, 2001. — 15 с.

5. Odum E.P. Basic ecology / E.P. Odum // Saunders College Publishing. — Philadelphia, 1983. — Vol. 328. — 376 p.
6. Федюшко М.П. Індикатори стану асоційованого агробіорізноманіття / М.П. Федюшко, А.А. Горбатенко, О.Г.Гриб // Наук. доп. НУБіПУ. — Вип. 5 (27). — 14 с. — [Електронний ресурс]. — 2011. — Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua>
7. Придатко В.И. Ландшафтная экология: Метод. руководство по моделированию биоразнообразия с учётом воздействий на него. Для образовательных целей национального и регионального уровней. Ч. 1. Пример региона GLOBIO — Украина. — Ч. 2. Рабочая тетрадь студента / В.И. Придатко, Г.О. Коломицев, Р.И. Бурда, С.А. Чумаченко — К.: НАУ, 2008. — 174 с.
8. Сайко В.Ф. Вилучення з інтенсивного обробітку малопродуктивних земель та їхнє раціональне використання / В. Ф. Сайко. — К.: Аграрна наука, 2000. — 38 с.
9. MNP (2006) (Edited by A. F.Bouman, T. Kram and K. Goldewijk), Integrated modelling of global environmental change. An overview of IMAGE, 2.4.<http://www.pbl.nl>.
10. Яцык А.В. Экологические основы рационального водопользования / А.В. Яцык — К.: Генеза, 1997. — 640 с.
11. Кузубов М.В. Моделювання економічних і еколого-економічних процесів / М.В. Кузубов, О.М. Єдинак, Н.Л. Овандер — К.: КСУ, 2010. — 176 с.
12. Кузубов М.В. Оптимізація структури землекористування / М.В. Кузубов // Матеріали ІІІ міжнар. наук.-метод. конф. «Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці». — Чернівці: ДрукАрт, 2013. — С. 171-172.