

УДК 504(470)

DOI: 10.33764/2411-1759-2020-25-2-172-183

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ТЕРРИТОРИИ СИМФЕРОПОЛЬСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Александр Юрьевич Мельничук

Академия биоресурсов и природопользования КФУ им. В. И. Вернадского, 295492, Россия, г. Симферополь, пгт. Аграрное, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой землеустройства и кадастра, e-mail: omelnichuk61@mail.ru

Ольга Владимировна Закаличная

Академия биоресурсов и природопользования КФУ им. В. И. Вернадского, 295492, Россия, г. Симферополь, пгт. Аграрное, аспирант кафедры землеустройства и кадастра, e-mail: olgazacalik555@mail.ru

В статье рассматриваются аспекты оценки пространственной структуры землепользований и сельскохозяйственных угодий, основанные на расчетах коэффициентов экологической стабильности и индексов неоднородности. Актуальность исследования обусловлена необходимостью получения достоверной информации о сбалансированности использования земельных ресурсов, что является важным условием сохранения природного потенциала агроландшафтов, способности к самовосстановлению и достижению устойчивости территорий. Цель исследования заключается в оценке устойчивости землепользования на примере территории Симферопольского района. Исследуемый район характеризуется выраженной вертикальной зональной поясностью, что привносит дополнительные требования и ограничения к использованию территории. Расчет индексов произведен по методикам оценки стабильности территорий, а также с применением индекса неоднородности Шеннона, пространственное распределение результатов выполнено посредством ГИС-технологий. Результаты исследования свидетельствуют о наибольшем разнообразии структуры сельскохозяйственных угодий и относительно стабильной ситуации в горной области исследуемой территории. Однородными по структуре землепользований и менее экологически стабильными являются территории Широковского, Журавлевского, Первомайского и Николаевского сельских поселений. Установлено, что равнинные области нуждаются в оптимизации структуры землепользования, а земли Предгорных территорий – в применении точных агротехнологий. Полученные результаты могут быть использованы при выработке стратегий управления территориями, совершенствовании структуры земельных угодий и посевных площадей, а также при разработке других мероприятий, направленных на достижение устойчивого развития территорий.

Ключевые слова: агротехнологии, землепользование, структура посевных площадей, устойчивое развитие, экологическая стабильность

Введение

Современный этап развития человеческого общества характеризуется возрастающими потребностями в природных ресурсах и ростом интенсивности их использования. Под природными ресурсами следует понимать: «1) природные объекты и явления, используемые в настоящем, прошлом и будущем для прямого и непрямого потребления, способствующие созданию материальных богатств, воспроизводству трудовых ресурсов, поддержанию условий существования человечества и повышающие качество жизни (ресурсы удобств, эстетические ресурсы, в том числе

феномены природы); 2) тела и силы природы (природные блага), общественная полезность которых положительно или отрицательно изменяется в результате трудовой деятельности человека; используются (или потенциально пригодны для использования) в качестве средств труда (земля, водные пути, вода для орошения)...» [1].

Особое место среди природных ресурсов занимают земельные. Согласно [2] земельными ресурсами являются земли, которые используются или могут быть использованы в отраслях народного хозяйства. Поскольку земля является основой для функционирования практически всех производств, а также

территориальным базисом для размещения и обеспечения жизнедеятельности населения, то этот факт придает земельным ресурсам особую важность. Кроме того, земля имеет качественно незаменимое свойство – плодородие почв, поэтому выступает средством производства в сельском и лесном хозяйстве.

Изучению различных свойств и аспектов использования земель посвящены работы многих исследователей. В научном мире наиболее основательными признаются труды выдающегося ученого в области почвоведения В. В. Докучаева. В работе «К учению о зонах природы. Горизонтальные и вертикальные почвенные зоны» В. В. Докучаев, ссылаясь на отечественных ученых, подчеркивает «...что почвы и грунты есть зеркало, яркое и вполне правдивое отражение, – так сказать, непосредственный результат совокупного, весьма тесного, векового взаимодействия между водой, воздухом, землей (первоначальной, еще не измененной процессами почвообразования материнской горной породы, иначе подпочвы), с одной стороны, растительными и животными организмами, и возрастом страны, с другой, – этими ответными и поныне действующими почвообразователями» [3]. К слову, В. В. Докучаев исследовал почвы Южного берега Крыма, а также окрестностей Севастополя и Симферополя.

Земельные ресурсы с их важной составляющей – почвами, следует рассматривать исходя из того, что почвы как природный компонент ландшафтной сферы вместе с рельефом, горными породами, наземным слоем атмосферы, водами, растительностью и животным миром находятся во взаимосвязи и развитии. От того, насколько мы глубоко знаем закономерности природных процессов и явлений, их взаимосвязи в ландшафтах, зависит не только экономическое развитие, но и степень оптимальности природопользования, сохранения природной среды для будущих поколений.

Чрезмерно интенсивное использование земли в сельском хозяйстве приводит к развитию деградиционных процессов и явлений на обширных территориях. Под влиянием активной антропогенной деятельности значительные изменения претерпевают все природные

компоненты ландшафтной сферы. Вследствие роста уровня урбанизации сокращаются площади природных территорий, наблюдается истощение и загрязнение почв, водных источников, атмосферы, что в итоге приводит к необратимым изменениям в природных ландшафтах [4].

В качестве противодействия деградации окружающей среды прогрессивными представителями человечества был предложен курс на устойчивое развитие, который нашел поддержку и воплощение в документах ООН [5, 6], а также документах регионального значения [7]. Сущность устойчивого развития состоит в определении и соблюдении баланса между социально-экономическим развитием и необходимостью сохранения окружающей природной среды для будущих поколений. Идеи устойчивого развития непосредственно относятся и к сфере использования земельных ресурсов.

На современном этапе развития общества при использовании земельных ресурсов в сельском хозяйстве все актуальнее становится проблема допустимого преобразования природных ландшафтов при возрастающих запросах общества на сельскохозяйственную продукцию высокого качества и качество окружающей среды. Решению многочисленных задач этой проблемы обоснованно уделяется внимание авторитетных ученых в области землеустройства, географии, экологии, экономики, почвоведения, мелиорации [4, 8–14]. Однако вопросы региональных и локальных особенностей современного использования земельных ресурсов Крыма в сельскохозяйственном производстве рассмотрены недостаточно и требуют дальнейшего изучения.

Цель нашей работы заключается в оценке экологической устойчивости землепользований посредством расчета коэффициентов экологической стабильности и индексов неоднородности. Согласно цели поставлены следующие задачи исследования: произвести расчеты коэффициентов экологической стабильности и индексов неоднородности территории; сравнить результаты; привести рекомендации для достижения устойчивого землепользования.

Объектом исследования избрана территория Симферопольского района Республики Крым, которая представляет особый интерес в области достижения устойчивого землепользования, как наиболее доступный в транспортном отношении поставщик сельскохозяйственной продукции для населения г. Симферополя. Исследуемый район также характеризуется выраженной вертикальной зональной поясностью, что привносит дополнительные требования и ограничения к использованию территории.

Методы и материалы

Информационную базу работы составили статистические данные Госкомрегистра Республики Крым в части структуры и распределения земельного фонда Симферопольского района, цифровая матрица высот ALOS AW3D и серия спутниковых снимков высокого и сверхвысокого разрешений (Landsat, Sentinel). Расчеты выполнены по сельским поселениям района в программном пакете ArcGis 9.3.

Результаты

За последние десятилетия в области использования земельных ресурсов Симферопольского района Республики Крым произошли серьезные изменения. Состав и соотношение земельных угодий в силу различных факторов не стабильны. Особенно это касается общей структуры земельных угодий (табл. 1). Понятие «структура земельного фонда (структура земель)» в землеустройстве определяется как «совокупность показателей, характеризующих наличие и распределение земель, входящих в состав земельного фонда, по удельному весу (соотношению) занимаемой ими площади» [15].

В структуре сельскохозяйственных угодий по состоянию на 2018 г. пашня занимает 79,00 %; многолетние насаждения – 10,48 %; сенокосы – 0,04 %; пастбища – 10,48 %. Сельскохозяйственная освоенность территории района составляет 58,3 %; распаханность – 43,5 %; лесистость – 15,2 %. В целом приведенные по району показатели не являются экологически критическими. Однако серьезное беспокойство вызывает пространственная локализация распаханых территорий и уменьшение площади эколого-стабилизи-

рующих земель. Так, за последние 16 лет площадь сенокосов уменьшилась на 431,2 га, пастбищ – на 10,9 тыс. га, земель лесного фонда – на 1,1 тыс. га. Зато на 6,9 тыс. га увеличилась площадь под землями промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики и иного специального назначения. Исходя из приведенных данных, для более детальной характеристики состояния территории Симферопольского района целесообразно использовать экологические показатели [10, 16–18], к которым относятся коэффициенты экологической стабильности ($K_{эсл1}$ и $K_{эсл2}$) [10, 17].

Для оценки современного состояния землепользований района рассчитан упрощенный коэффициент экологической стабильности $K_{эсл1}$, предложенный в 1995 г. словацкими учеными Е. Клементовой и В. Гейниге и используемый в агроландшафтных исследованиях [17]. Оценка основана на сопоставлении площадей под стабилизирующими (леса, защитные лесные насаждения, заповедники, естественные водоемы и болота, кустарники, пастбища, сенокосы, пашня под многолетними культурами) и дестабилизирующими (площади под застройками и домами, карьеры, овраги, пашня под однолетними культурами) элементами ландшафта:

$$K_{эсл1} = \frac{P_{стаб.}}{P_{дестаб.}}, \quad (1)$$

где $P_{стаб.}$, $P_{дестаб.}$ – площади стабилизирующих и дестабилизирующих угодий.

Для уточнения и детализации результатов расчеты также выполнены по методике, используемой в землеустройстве (авторы Э. Гайссе, И. Рыбарски, Ф. Швегла) [10], согласно которой коэффициент $K_{эсл2}$ рассчитывается по формуле:

$$K_{эсл2} = \frac{\sum K_i \cdot P_i}{\sum P_i} \cdot K_p, \quad (2)$$

где K_i – коэффициент экологической стабильности угодья i -го вида;

P_i – площадь угодья i -го вида;

K_p – коэффициент морфологической стабильности рельефа.

Таблица 1

Динамика трансформации земельного фонда Симферопольского района Республики Крым [19, 20]

Состав земельного фонда	Площадь, га					Отклонение 2018–2002 гг.
	2002 г.	2006 г.	2010 г.	2014 г.	2018 г.	
1	2	3	4	5	6	7
1. Земли сельскохозяйственного назначения, в том числе:	128 683,1	127 864,8	127 155,0	126 587,2	102 149,0	–26 534,1
Сельскохозяйственные угодья:	122 989,1	121 966,4	121 372,0	120 801,0	96 397,3	–26 591,8
пашня	88 632,1	89 922,3	89 496,6	89 441,5	76 157,5	–12 474,6
сенокосы	472,1	413,4	409,0	409,0	40,9	–431,2
пастбища	21 012,8	19 659,8	19 439,7	19 199,8	10 099,6	–10 913,2
многолетние насаждения, в том числе:	12 872,1	11 970,9	12 026,6	11 750,7	10 099,3	–2 772,8
сады	5 752,9	5 398,2	5 202,5	5 161,7	3 687,1	–2 065,8
виноградники	5 980,2	5 433,7	5 704,5	5 710,1	4 753,3	–1 226,9
другие	1 139,0	1 139,0	1 119,7	878,9	1 658,9	+519,9
Под хозяйственными строениями и сооружениями, путями и прогонами	4 598,0	4 652,4	4 625,6	4 591,1	4 556,6	–41,4
Земли, находящиеся в стадии мелиоративного строительства	1 096,0	1 246,0	1 157,4	1 195,1	1 195,1	+99,1
2. Земли населенных пунктов	4 512,5	4 578,4	4 955,4	5 178,1	17 630,7	+13 118,2
3. Земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики и иного специального назначения, в том числе:	1 786,9	1 838,3	2 070,0	2 219,7	8 664,7	+6 877,8
земли промышленности	59,4	78,6	114,3	133,8	115,8	+56,4
земли транспорта	1 324,7	1 332,0	1 328,5	1 324,2	1 534,1	+209,4
земли технической инфраструктуры, под открытыми разработками	402,8	427,7	627,2	761,7	7 014,8	+6 612,0
4. Земли особо охраняемых территорий и объектов	–	–	–	–	3,7	+3,7
5. Земли лесного фонда, в том числе:	27 791,9	27 859,8	27 844,5	28 008,5	26 679,8	–1 112,1
защитные лесные насаждения	2 927,9	2 555,7	2 544,5	2 536,0	н/д	–
6. Земли водного фонда	1 478,7	1 452,9	1 541,4	1 533,9	1 868,9	+390,2
7. Земли запаса	10 999,8	11 658,8	11 686,6	11 725,5	18 256,1	+7 256,3
Всего земель	175 252,9	175 252,9	175 252,9	175 252,9	175 252,9	0

Коэффициенты экологической стабильности угодий по предложенной методике [10] приняты для застроенных территорий и дорог ($K_i = 0$); пашни ($K_i = 0,14$); виноградников

($K_i = 0,29$); лесополос ($K_i = 0,38$); фруктовых садов, кустарников ($K_i = 0,43$); огородов ($K_i = 0,50$); сенокосов ($K_i = 0,62$); пастбищ

($K_i = 0,68$); прудов ($K_i = 0,79$); лесов естественного происхождения ($K_i = 1,0$). Коэффициент морфологической стабильности рельефа для нестабильных территорий (овраги, оползни, пески) принят равным ($K_p = 0,7$), для остальных территорий ($K_p = 1,0$). Авторы рекомендуют интерпретировать результаты следующим образом [10; 17]: при $K_{эсл2}$ менее 0,33 территория считается экологически нестабильной; 0,34–0,50 – неустойчиво стабильной; 0,51–0,66 – переходит в градацию средней стабильности; более 0,67 – экологически стабильной.

Расчеты выполнены по 21 сельскому поселению Симферопольского района (за исключением Школьненского (обозначение 10 на рис. 1), в котором отсутствуют земли сельско-

хозяйственного назначения). В итоге по методике Э. Гайссе, И. Рыбарски, Ф. Швегла территории 19 сельских поселений относятся к экологически нестабильным, 2 – к неустойчиво стабильным. Для визуализации пространственного распределения коэффициентов проведено согласование диапазонов путем выполнения минимаксной нормализации данных оцениваемых условий. Значения $K_{эсл1}$ и $K_{эсл2}$ сгруппированы в интервальный вариационный ряд, оптимальное количество интервалов определено по формуле Стерджесса [21] и округлено до наименьшего, результаты представлены на рис. 1:

$$m = 1 - 3,322 \cdot \ln(n), \quad (3)$$

где n – численность элементов совокупности (сельских поселений).

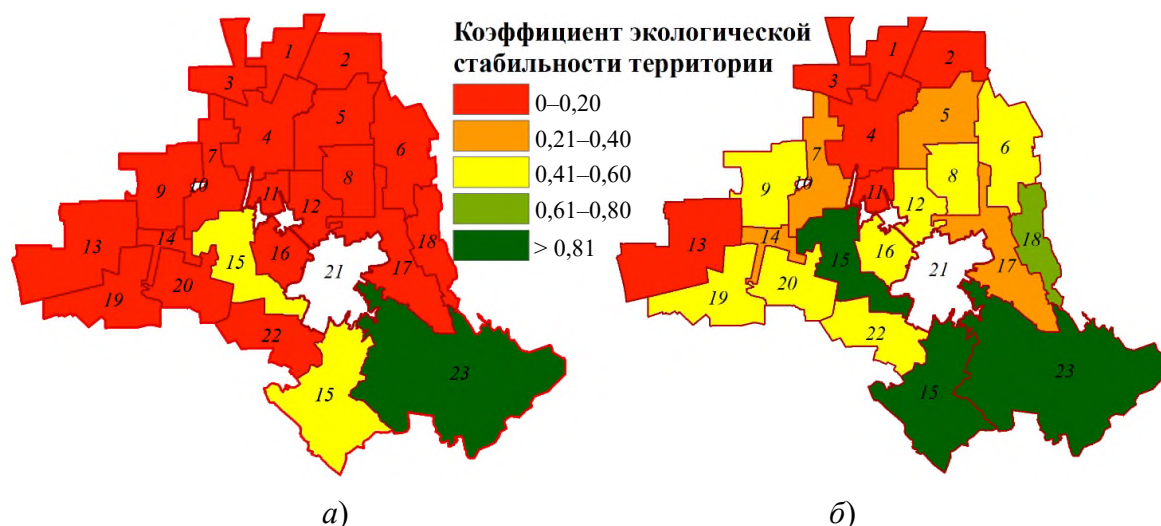


Рис. 1. Распределение территории Симферопольского района по коэффициенту экологической стабильности:

а) $K_{эсл1}$; б) $K_{эсл2}$; сельские поселения: 1 – Широковское; 2 – Новоандреевское; 3 – Журавлевское; 4 – Гвардейское; 5 – Первомайское; 6 – Донское; 7 – Родниковское; 8 – Урожайновское; 9 – Скворцовское; 10 – Школьненское; 11 – Укромновское; 12 – Молодежненское; 13 – Николаевское; 14 – Новоселовское; 15 – Перовское; 16 – Мирновское; 17 – Трудовское; 18 – Мазанское; 19 – Кольчугинское; 20 – Пожарское; 21 – Городской округ Симферополь; 22 – Чистенское; 23 – Добровское

Коэффициенты $K_{эсл1}$ и $K_{эсл2}$ представлены элементами выборки объемом $n = 21$ (количество сельских поселений). Несовпадение средних арифметических соответственно (0,386 и 0,138) с медианами выборок (0,25 и 0,27) по-

казывает асимметрию распределения значений относительно среднего.

Кроме того, эксцессы (13,15 и 2,94) свидетельствуют о том, что по краям распределений находится больше значений, чем вокруг среднего (табл. 2).

Таблица 2

Частоты распределения коэффициентов экологической стабильности

Интервал	< 0,20	0,21– 0,40	0,41– 0,60	0,61– 0,80	> 0,81
Частота $K_{эсл1}$	19	1	–	–	1
Частота $K_{эсл2}$	6	4	8	1	2

Данное обстоятельство позволяет сделать вывод о ненормальном распределении коэффициентов экологической стабильности. Таким образом, для сложившихся условий Симферопольского района коэффициенты экологической стабильности ($K_{эсл1}$ и $K_{эсл2}$), на наш взгляд, требуют уточнения.

Пространственное распределение коэффициентов экологической стабильности (см. рис. 1) по сельским поселениям Симферопольского района показывает, что задачу допустимого уровня эксплуатации земельных ресурсов необходимо решать в каждом конкретном случае, в зависимости от природных и сложившихся социально-экономических условий.

Урегулировать данные вопросы предлагается путем установления зонально допустимых норм использования земельных ресурсов. Научной основой установления таких норм могут служить законы функционирования экосистем, в частности, закон необходимого биоразнообразия, согласно которому «никакая природная система не может формироваться из идентичных элементов» [1, 22]. Иными словами, снижение разнообразия приводит к упрощению системы и, следовательно, к ее неустойчивости.

Предполагая, что стабильность территории определяется разнообразием, выполним расчет индекса неоднородности структур земельного фонда, сельскохозяйственных угодий и посевных площадей. Наиболее часто при определении меры разнообразия (ландшафтного, видового) в географических и биологических науках используется количественный показатель – индекс разно-

образия (неоднородности) или энтропия Шеннона (H). Под энтропией, согласно теории информации, следует понимать меру неупорядоченности системы и ее элементов, а также неопределенность стратегий ее поведения в рамках среды функционирования [14; 23; 24]:

$$H = -\sum \frac{n_i}{N} \cdot \ln \frac{n_i}{N}, \quad (4)$$

где H – индекс разнообразия, неоднородности (энтропия Шеннона);

n_i – площадь земель (i -й категории, i -го угодья, i -й культуры) в границах оцениваемого массива (сельского поселения);

N – общая площадь оцениваемого массива.

Применение данного показателя связано с его чувствительностью к количеству категорий земельного фонда, равномерности их пространственного распределения, а также с возможностью сопоставления разновременных данных.

Результаты расчетов неоднородности структур земельного фонда и земель сельскохозяйственного назначения представлены на рис. 2. Наивысшей неоднородностью характеризуются территории Добровского (1,19) и Перовского (1,05) сельских поселений, что соответствует результатам, полученным при расчете коэффициентов экологической стабильности ($K_{эсл1}$, $K_{эсл2}$); наименьшей – Журавлевское (0,26), Новоселовское (0,26) и Первомайское (0,29) сельские поселения. Это связано с преобладанием одной категории земельного фонда (в данных случаях – земель сельскохозяйственного назначения).

Аналогичным образом проведена оценка неоднородности структуры сельскохозяйственных угодий, при которой выявлено, что в Журавлевском (0,06), Широковском (0,14) и Николаевском (0,37) сельских поселениях преобладает один вид сельскохозяйственных угодий (более 97 % пашни). Максимальные значения неоднородности (или разнообразия) наблюдаются в Кольчугинском (1,14) и Новоселовском (1,11) сельских поселениях.

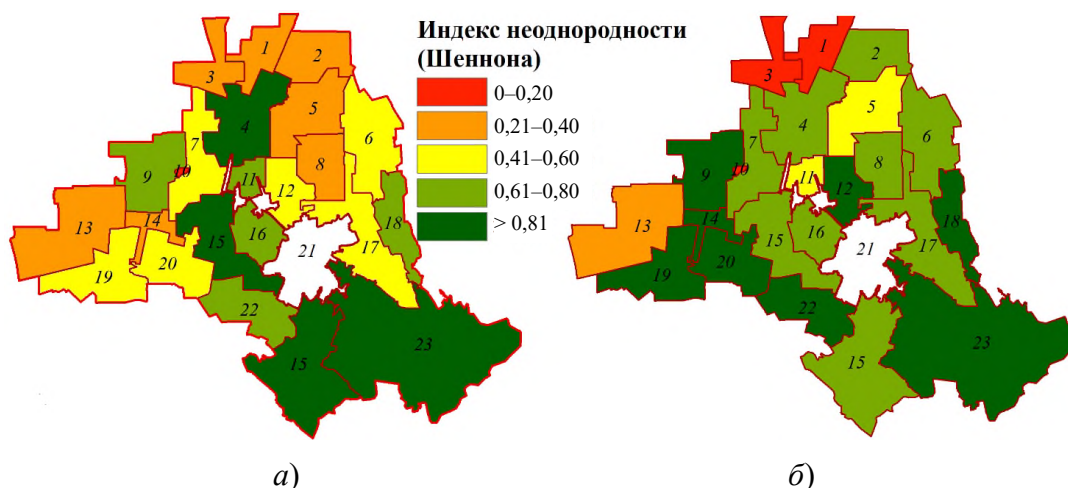


Рис. 2. Пространственный анализ территории района по индексу неоднородности структур: а) земельного фонда; б) сельскохозяйственных угодий

Землепользования сельских поселений, полностью или частично расположенные в физико-географической зоне Крымские горы (15, 23), отличаются наибольшим разнообразием, что подтверждает целесообразность зонального подхода к использованию земель. Наиболее однородными по структуре категорий земель и угодий являются Широковское (1), Журавлевское (3), Первомайское (5) и Николаевское (13) сельские поселения (пашня составляет 86,3 %, 89,9 %, 78,4 % и 82,2 % от общей площади поселения соответственно), что сопоставимо с результатами оценки экологической стабильности ($K_{эсл1}$ и $K_{эсл2}$).

В результате оценки разнообразия структур посевных площадей [14, 23, 24] по сельским поселениям района [25], выявлены территории с минимальным (Укромновское (11), Мирновское (16), Добровское (23), Новоселовское (11) и Журавлевское (1) сельские поселения) и максимальным разнообразием (Родниковское (7), Скворцовское (9), Гвардейское (4), Пожарское (20) сельские поселения) (рис. 3).

Сопоставление оценок разнообразия структур посевных площадей с коэффициентами экологической стабильности ($K_{эсл1}$ и $K_{эсл2}$) показывает наличие противоречий, например, экологически стабильные территории (Добровское сельское поселение) характеризуются незначительным разнообразием структур посевных площадей.

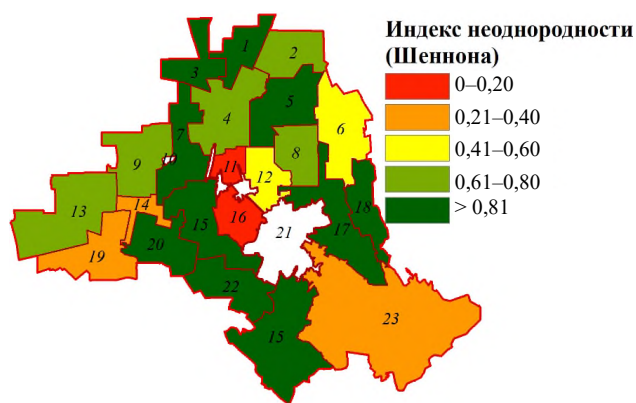


Рис. 3. Пространственный анализ территории района по индексу неоднородности структуры посевных площадей

Для приведения данных показателей к однородным нами предлагается выполнить интегральную оценку территории (I) по фактору неоднородности структур (земельного фонда, сельскохозяйственных угодий и посевных площадей) с учетом коэффициента экологической стабильности $K_{эсл2}$ как более надежного с точки зрения статистики:

$$I = K_{эсл2} \cdot \sum_{i=1}^n H_i \cdot K_i, \quad (5)$$

где H_i – индекс неоднородностей по каждому из факторов (структуры земельного фонда, сельскохозяйственных угодий, посевных площадей);

K_i – нормирующий коэффициент;

n – количество факторов.

Результаты исследования интерполированы по методу «Кригинг» и представлены в виде картограммы зонирования территории

Симферопольского района по интегральной оценке неоднородности структур (земельного фонда, сельскохозяйственных угодий и посевных площадей) с учетом коэффициента экологической стабильности $K_{эсл2}$ (рис. 4).

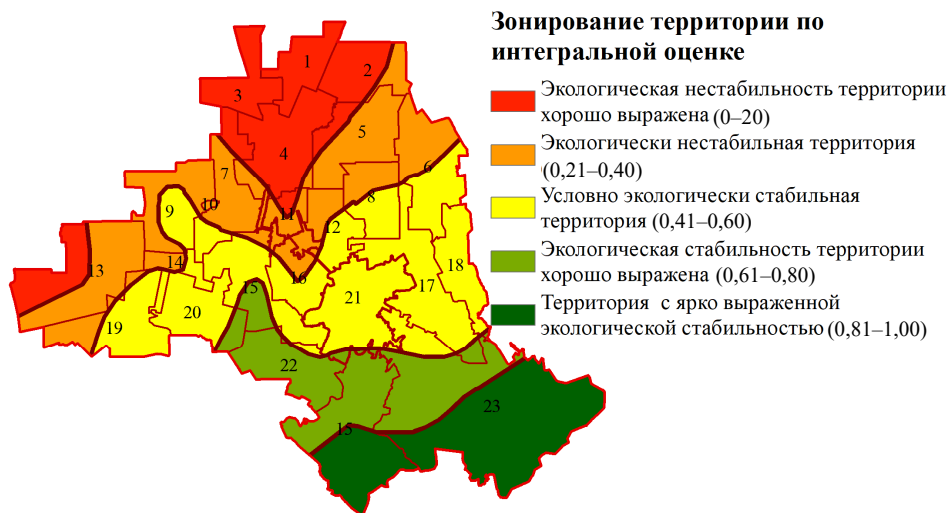


Рис. 4. Зонирование территории Симферопольского района по показателям интегральной оценки (I)

На территории района исследований нами выделены зоны с такими характеристиками:

1) экологическая нестабильность территории хорошо выражена (интегральная оценка в диапазоне 0–0,20). К этой зоне отнесены: Журавлевское, Широковское, частично Новоандреевское, Николаевское, Гвардейское и Укромновское сельские поселения. В зоне преобладают пахотные угодья, на которых возделываются преимущественно озимые и яровые зерновые культуры. В зоне активно проявляются эрозионные процессы и наблюдается снижение продуктивности почв, что требует применения незамедлительных мероприятий по их восстановлению;

2) экологически нестабильная территория (интегральная оценка 0,21–0,40). В зоне наблюдается преобладание сельскохозяйственных угодий (пашня и многолетние насаждения). На отдельных участках сельскохозяйственных угодий проявляются дефляционные процессы, возникшие вследствие нерациональной структуры землепользования и неудовлетворительного состояния полевых защитных лесных полос. Для поддержания экологических функций ландшафтов требуется

проведение мероприятий, включающих облесение и оптимизацию структуры посевных площадей;

3) условно экологически стабильная территория (интегральная оценка 0,41–0,60). Характеризуется умеренным сельскохозяйственным землепользованием и развитой инженерной инфраструктурой;

4) экологическая стабильность территории хорошо выражена (интегральная оценка 0,61–0,80). Представлена сбалансированным ландшафтом, в котором природно-техногенные объекты функционируют в границах сохранившихся естественных ландшафтов;

5) территория с ярко выраженной экологической стабильностью (интегральная оценка 0,81–1,0). Зона характеризуется высокой облесенностью и низкой интенсивностью сельскохозяйственного землепользования (частично включает территории Добровского и Перовского сельских поселений).

Выводы

Сложившиеся структурно неоднородные условия землепользований района не позво-

ляют выработать однотипные рекомендации для их землеустройства. В данном случае затруднительным является формирование полей и рабочих участков, особенно в Предгорной зоне, из-за преобладания микроформ рельефа и различий в почвенных условиях (содержание гумуса, основных элементов питания, каменистость и т. д.). Проведенный анализ дает основания рекомендовать к внедрению в сельскохозяйственное производство агротехнологии, наиболее полно учитывающие локальные факторы землепользования, например, цифровые технологии точного земледелия.

Выполненное зонирование Симферопольского района позволяет определить территории, которые нуждаются в осуществлении мероприятий, направленных на регулирова-

ние антропогенной нагрузки на территорию и достижение устойчивого сельскохозяйственного землепользования. В каждой из выделенных зон такие мероприятия должны ориентироваться на природно-климатические особенности территории и включать: оптимизацию структуры сельскохозяйственных угодий и посевных площадей; создание или расширение экологического каркаса территории; увеличение площадей особо охраняемых природных территорий и земель лесного фонда.

Результаты, полученные в ходе исследования, могут быть использованы для совершенствования структуры земельных угодий и посевных площадей, а также при разработке других мероприятий, направленных на достижение устойчивого развития территорий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Реймерс Н. Ф. Природопользование : словарь-справочник. – М. : Мысль, 1990. – 637 с.
2. ГОСТ 26640–85. Земли. Термины и определения. – М. : Стандартинформ, 1985. – 11 с.
3. Докучаев В. В. К учению о зонах природы. Горизонтальные и вертикальные почвенные зоны. – СПб. : Типография СПб. Градоначальства, 1899. – 28 с.
4. Чупахин В. М., Андришин М. В. Ландшафты и землеустройство. – М. : Агропромиздат, 1989. – 255 с.
5. World Bank. Sustainable Land Management: Challenges, Opportunities, and Trade-offs. – Washington : World Bank, 2006. – 87 p.
6. Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей 25 сентября 2015 года. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://undocs.org/ru/A/RES/70/1>.
7. Стратегия социально-экономического развития Республики Крым до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://simfmo.rk.gov.ru/rus/file/pub/pub_326314.pdf.
8. Айдаров И. П. Пути перехода сельского хозяйства страны к устойчивому развитию // Природообустройство. – 2014. – № 5. – С. 9–12.
9. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mcs.ru/upload/iblock/900/900863fae06c026826a9ee43e124d058.pdf>.
10. Волков С. Н. Землеустройство. Т. 2. Землеустроительное проектирование. Внутрихозяйственное землеустройство. – М. : Колос, 2001. – 648 с.
11. Волков С. Н., Шаповалов Д. А. Роль современного землеустройства в научно-техническом обеспечении развития сельского хозяйства // Материалы Всероссийского семинара совещания проректоров по научной работе вузов Минсельхоза России «Участие аграрных вузов в научно-техническом обеспечении развития сельского хозяйства». – Курск : Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И. И. Иванова, 2018. – С. 103–116.
12. Кирюшин В. И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. – М. : КолосС, 2011. – 443 с.
13. Комов Н. В., Чешев А. С. Комплексный подход к планированию и рациональному использованию земельных ресурсов // Экономика и экология территориальных образований. – 2018. – Т. 2, № 1. – С. 6–21.
14. Усольцев В. А. Биоразнообразие в экосистемах: краткий обзор проблемы // Эко-потенциал. – 2019. – № 1 (25). – С. 9–47.
15. Словарь-справочник землеустроителя / Под ред. А. С. Помелова. – Минск : Учеб. центр подгот., повышения квалификации и переподгот. кадров землеустроит. и картографо-геодез. службы, 2004. – 271 с.

16. Rehackova T., Pauditsova E. The methodology of determining of landscape ecological stability coefficient (in Slovak) // *Acta Environmentalica Universitatis Comenianae*. – 2007. – No 15. – P. 26–38.
17. Масютенко Н. П., Чуян Н. А., Бахирев Г. И. Система оценки устойчивости агроландшафтов для формирования экологически сбалансированных агроландшафтов. – Курск : ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2013. – 50 с.
18. Карпова Л. А. Картографическая оценка показателей эколого-хозяйственного баланса с использованием геоинформационных технологий // *Вестник СГУГиТ*. – 2016. – № 4 (36). – С. 122–135.
19. Отчет о наличии земель и распределении их по формам собственности, категориям, угодьям и пользователям Симферопольского района Республики Крым (по состоянию на 01.01.2015–01.01.2019 годы) / Госкомрегистр РК. – Симферополь : [б. и.]. – 2015–2019 гг.
20. Структура, динамика и распределение земельного фонда Симферопольского района Республики Крым (по состоянию на 01.01.2006–01.01.2014 годы) / Респ. комитет по земельным ресурсам. – Симферополь : [б. и.]. – 2006–2014 гг.
21. Ганичева А. В. Прикладная статистика : учеб. пособие. – СПб. : Лань, 2017. – 172 с.
22. Реймерс Н. Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). – М. : Журнал «Россия Молодая», 1994. – 367 с.
23. Bordoloi R., Mote A., Sarkar P. P., Mallikarjuna C. Quantification of land use diversity in the context of mixed land use // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. – 2013. – Vol. 104, No 0. – P. 563–572.
24. Волькенштейн М. В. Энтропия и информация. – М. : Наука, 1986. – 192 с.
25. Сведения о сборе урожая сельскохозяйственных культур в Симферопольском районе Республики Крым (по состоянию на 01.01.2002–01.01.2019 годы) / Симферополь : Администрация Симферопольского района.

Получено 18.03.2020

© А. Ю. Мельничук, О. В. Закаличная, 2020

EVALUATION OF ECOLOGICAL STABILITY OF THE TERRITORY OF SIMFEROPOL DISTRICT OF THE REPUBLIC OF CRIMEA

Aleksandr Y. Melnichuk

Academy of Life and Environmental Sciences V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Agrarnoe, Simferopol, 295492, Russia, D. Sc., Associate Professor, Head of the Department of Land Management and Cadaster, e-mail: omelnichuk61@mail.ru

Olga V. Zakalichnaya

Academy of Life and Environmental Sciences V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Agrarnoe, Simferopol, 295492, Russia, Ph. D. Student, Department of Land Management and Cadaster, e-mail: olgazacalik555@mail.ru

The article considers aspects of evaluation of the spatial structure of land use and agricultural land, based on calculations of environmental stability coefficients and heterogeneity indexes. The relevance of the research is the need to obtain reliable information on the balanced land use, which is a condition for saving the natural capabilities of the agrarian landscape, the ability to self-repair and achieve the stability of the territories. The purpose of research is to assess the sustainability of land use on the example of the territory of Simferopol district. The pronounced vertical zoning of the study area introduces additional requirements and restrictions to the use of the territory. The indices were calculated using the methods for assessing the stability of territories and using the Shannon index. The spatial distribution of results was performed using GIS-technologies. The results of research to indicate the greatest diversity of the structure of agricultural land and a relative stability in the mountainous areas of the studied territory. The territories of Shirokovsky, Zhuravlevsky, Pervomaysky and Nikolaevsky rural settlements are homogeneous in the structure of land use and less environmentally stable. It is stated that the plains need to optimize the land use structure and the land of the Foothills territories need the application of precise agricultural technologies. The results can be used in the development of strategies for managing territories, in the improving the structure of land and crop areas, and in the development of other measures aimed by achieving the sustainable development of territories.

Keywords: agricultural technologies, land use, crop area structure, sustainable development, environmental stability

REFERENCES

1. Reimers, N. F. (1990). *Prirodopolzovanie [Nature management]*. Moscow: Mysl Publ., 637 p. [in Russian].
2. GOST 26640-85 (1985). Lands, terms and definitions. Moscow: Standartinform Publ., 11 p. [in Russian].
3. Dokuchaev, V. V. (1899). *K ucheniyu o zonah prirody. Gorizontallye i vertikal'nye pochvennyye zony [Theory about Natural Zones. Horizontal and Vertical Soil Zones]*. St. Petersburg: Tip. SPb. gradonachal'stva Publ., 28 p. [in Russian].
4. Chupakhin, V. M., & Andriishin, M. V. (1989). *Landshafty i zemleustrojstvo [Landscapes and land management]*. Moscow: Agropromizdat Publ., 255 p. [in Russian].
5. *World Bank. Sustainable Land Management: Challenges, Opportunities, and Trade-offs.* (2006). Washington: World Bank, 87 p.
6. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Retrieved from <https://undocs.org/ru/A/RES/70/1> [in Russian].
7. The 2030 Strategy of socio-economic development of the Republic of Crimea. Retrieved from http://simfmo.rk.gov.ru/rus/file/pub_326314.pdf [in Russian].
8. Aidarov, I. P. (2014). Ways of transition of agriculture to the sustainable development. *Prirodoobustrojstvo [Environmental management]*, 5, 9–12 [in Russian].
9. Departmental Project "Digital agriculture". (n. d.) Retrieved from <http://mcx.ru/upload/iblock/900/900863fae06c026826a9ee43e124d058.pdf> [in Russian].
10. Volkov, S. N. (2001). *Zemleustrojstvo. T. 2. Zemleustroitel'noe proektirovanie. Vnutri-hozyajstvennoe zemleustrojstvo [Land Management. Vol. 2. Land management design. Intra-farm land management]*. Moscow: Kolos Publ., 648 p. [in Russian].
11. Volkov, S. N., & Shapovalov, D. A. (2018). The role of modern land use planing in scientific and technical support of agrikultural development. In *Sbornik materialov Vserossijskogo seminara soveshchaniya prorektorov po nauchnoj rabote vuzov Minsel'hoza Rossii: Uchastie agrarnyh vuzov v nauchno-tekhnicheskom obespechenii razvitiya sel'skogo hozyajstva [Proceedings of the All-Russian Seminar of the Meeting of Vice-Rectors for Scientific Work of Universities of the Ministry of Agriculture of Russia: Participation of Agricultural Universities in Scientific and Technical Support for the Development of Agriculture]* (pp. 103–116). Kursk: Kursk State Agricultural Academy Publ. [in Russian].
12. Kiryushin, V. I. (2011). *Teoriya adaptivno-landshaftnogo zemledeliya i proektirovanie agrolandshaftov [Theory of Adaptive Landscape Agriculture and Design of Agrolandscapes]*. Moscow: KolosS Publ., 443 p. [in Russian].
13. Komov, N. V., & Cheshev, A. S. (2018). Integrated approach to the planning and management of land resources. *Ekonomika i ekologiya territorial'nyh obrazovaniy [Economy and Ecology of Territorial Formations]*, 2(1), 6–21 [in Russian].
14. Usoltsev, V. A. (2019). Biodiversity in ecosystems: a brief analysis of the problem. *ECO-potential [ECO-Potential]*, 1(25), 9–47 [in Russian].
15. Pomelov, A. S. (2004). *Slovar'-spravochnik zemleustroitelya [Dictionary surveyor]*. Minsk: Uchebnyy tsentr podgotovki, povysheniya kvalifikatsii i perepodgotovki kadrov zemleustroitel'noy i kartografo-geodezicheskoy sluzhby Publ., 271 p. [in Russian].
16. Rehackova, T. (2007). The methodology of determining of landscape ecological stability coefficient. *Acta Environmentalica Universitatis Comenianae*, 15, 26–38 [in Slovak].
17. Masyutenko, N. P., Chuyan, N. A., & Bahirev, G. I. (2013). *Sistema ocenki ustojchivosti agrolandshaftov dlya formirovaniya ekologicheski sbalansirovannyh agrolandshaftov [System for assessing the sustainability of agricultural landscapes for the formation of ecologically balanced agricultural landscapes]*. Kursk: All-Russian Research Institute of Arable Farming and Soil Erosion Control Publ., 50 p. [in Russian].
18. Karpova, L. A. (2016). Mapping evaluation indicators environmental and economic balance using GIS technology. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 4(36), 122–135 [in Russian].

19. Report on the availability of land and their distribution by ownership forms, categories, lands and users of the Simferopol district of the Republic of Crimea (2015–2019). Simferopol: Goskomregistr RK Publ. [in Russian].
20. Structure, dynamics and distribution of the land fund of the Simferopol district of the Republic of Crimea (2006–2014). Simferopol: Resp. Committee of land resources [in Russian].
21. Ganicheva, A. V. (2017). *Prikladnaya statistika [Applied statistics]*. St. Petersburg: Lan' Publ., 172 p. [in Russian].
22. Reimers, N. F. (1994). *Ekologiya (teoriya, zakony, pravila, printsipy i gipotezy) [Ecology (theory, laws, rules, principles and hypotheses)]*. Moscow: Rossiya Molodaya Publ., 367 p. [in Russian].
23. Bordoloi, R., Mote, A., Sarkar, P. P., & Mallikarjuna, C. (2013). Quantification of Land Use Diversity in the Context of Mixed Land Use. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 104(0), 563–572.
24. Vol'kenshtejn, M. V. (1986). *Entropiya i informaciya [Entropy and information]*. Moscow: Nauka Publ., 192 p. [in Russian].
25. Information about the harvest of agricultural crops in the Simferopol district of the Republic of Crimea (2002–2019). Simferopol: Administration of the Simferopol district [in Russian].

Received 18.03.2020

© A. Y. Melnichuk, O. V. Zakalichnaya, 2020