

УДК 502/504:577.4:63(437.6)

Н. П. КАРПЕНКО

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва

Ж. С. МУСТАФАЕВ, Ж. Е. ЕСКЕРМЕСОВ

Таразский государственный университет имени М. Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ В НИЗОВЬЯХ РЕКИ СЫРДАРЬИ

Главной темой и объектом исследований являются мелиорируемые агроландшафты низовий Сырдарьи Казахстана, которые характеризуются неудовлетворительным эколого-мелиоративным состоянием. Цель исследований заключается в оценке эколого-мелиоративной устойчивости сельскохозяйственных агроландшафтов в низовьях р. Сырдарьи. Результатом выполненных исследований является разработка модели эколого-мелиоративной устойчивости и экологической опасности агроландшафтных систем и прогнозные расчеты с использованием информационных материалов мелиоративного кадастра в низовьях реки Сырдарья. Научная новизна исследований заключается в разработке показателей модели эколого-мелиоративной устойчивости и экологической опасности агроландшафтных систем низовий реки Сырдарья. Практическая значимость исследований определяет возможность разработки концептуальных положений по рациональному, экологически безопасному использованию природных ресурсов и их охране, особенно в низовьях реки Сырдарья, которые обеспечат не только снижение техногенной нагрузки на орошаемые агроландшафты и водные экосистемы, но и позволят разработать новые экологически безопасных технологий и технические решения по улучшению эколого-мелиоративного состояния рассматриваемых сельскохозяйственных агроландшафтов. Полученные результаты исследований низовий реки Сырдарья показали, что регион характеризуются огромными запасами солей в зоне аэрации и в грунтовых водах, слабой естественной дренированностью, солонцово-комплексностью почвенного покрова, что свидетельствует о невысокой эколого-мелиоративной устойчивости агроландшафтов Кызылординской области. Темпы интенсивности изменения природных процессов в результате антропогенной деятельности показывают, что в настоящее время стратегия и тактика развития мелиорации в условиях Кызылординской области должна быть направлена, прежде всего, на восстановление и нормализацию почвенно-экологического состояния агроландшафтов.

Орошаемые земли, сельскохозяйственные агроландшафты, мелиорация, эколого-мелиоративная устойчивость, почвы, засоление, грунтовые воды, мелиоративный кадастр.

The main theme and object of researches is reclaimed agro landscapes of the lower reaches of the Syr Darya of Kazakhstan which are characterized by a poor ecological - reclamation state. The aim of the research is to assess the ecological and reclamation stability of agricultural landscapes in the lower reaches of the Syr Darya. The result of the research is the development of a model of ecological and reclamation stability and environmental hazards of agro landscape systems and forecast calculations with the use of information materials of the reclamation cadastre in the lower reaches of the Syrdarya river. The scientific novelty of the research is the development of the model indices of ecological and reclamation stability and environmental hazards of agro landscape systems of the lower reaches of the Syrdarya river. The practical significance of the research determines the possibility of development of conceptual provisions on the rational, environmentally sound use of natural resources and their protection, especially in the lower reaches of the Syrdarya river which will provide not only the reduction of anthropogenic impact on irrigated agricultural landscapes and water ecosystems but also allow us to develop new, environmentally sound technologies and technical decisions on improvement of the ecological-ameliorative condition of the agricultural landscapes under consideration. The results of investigations of the lower reaches of the Syr Darya river showed that the region is characterized by huge reserves of salts in the aeration zone and in groundwater, poor natural drainage, saline complexity of the soil cover indicating to a low ecological and reclamation sustainability of agro landscapes of Kyzylorda region. The rate of intensity changes in natural processes resulting from anthropogenic activities show that currently the strategy and tactics of reclamation development under the conditions of the Kyzylorda region should be directed primarily to restoration and normalization of the soil-ecological condition of agricultural landscapes.

Irrigated lands, agricultural landscapes, melioration, reclamation stability, soil salinization, groundwater, land reclamation cadastre.

Развитие орошения низовий реки Сырдарьи на территории Кызылординской области в республике Казахстан вызвало сложные изменения в почвообразовании и во многих взаимосвязанных природных процессах на орошаемых и прилегающих к ним территориях. В настоящее время значительная часть орошаемых земель находится в неудовлетворительном эколого-мелиоративном состоянии, а ухудшение состояния почвенного покрова вызвано, прежде всего, крайне нерациональным использованием водно-земельных ресурсов, а именно: неупорядоченным водопользованием, большими потерями оросительной воды как в подводящей и распределительной сети, так и на орошаемых полях [4, 5, 9].

В результате на орошаемых полях не соблюдены основные принципы природопользования, направленные на улучшение неблагоприятных условий природных систем в соответствии с эволюционным процессом развития материальной среды, что подтверждается следующими природными процессами, наблюдаемыми на агроландшафтах:

повышение уровня грунтовых вод на агроландшафтах предопределило интенсивность геологического круговорота воды, а, следовательно, активизацию процессов соленакопления;

вовлечение солевых масс зоны аэрации и грунтовых вод в общий гидрохимический круговорот вызвало необходимость строительства коллекторно-дренажных сетей для отвода не только поверхностных, но и части минерализованных грунтовых вод;

ухудшение геохимической обстановки на агроландшафтах, повышение минерализации и снижение качества воды в водоисточнике в связи со сбросом высоко минерализованных дренажных вод.

Все это вызвало необходимость оценки направленности изменения природных процессов в результате антропогенной деятельности и прогнозирования геохимического режима агроландшафтов.

На основе обобщения многолетних информационно-аналитических материалов, характеризующих динамику гидрогеохимического режима агроландшафтов Кызылординской области, была проведена оценка эколого-мелиоративной устойчивости сельскохозяйственных ландшафтов в низовьях реки Сырдарьи. В процессе исследований был использован социоприродный подход к анализу природных и хозяйственных процессов,

обобщения имеющихся информационно-аналитических материалов в области природообустройства и рационального природопользования с применением методов статистического анализа, теоретического исследования, научного обобщения, сравнительного анализа и синтеза.

На основании проведенной ранее бонитировки земель [1] и материалов почвенно-мелиоративных исследований была выполнена оценка почвенного покрова ландшафтов в низовьях реки Сырдарьи. Исследования показали, что почвенные ландшафты на большей части Кызылординской области представлены следующими основными типами почв: серобурыми засоленными почвами, такыровидными засоленными почвами, такыровидными засоленными почвами с солончаками, солончаками типичными, лугово-болотными почвами, лугово-болотными засоленными почвами, луговыми засоленными почвами, луговыми засоленными почвами с солончаками, болотными почвами и сероземами. Характеристика почвенного покрова для ландшафтов в низовьях реки Сырдарьи рассматривалась по единому плану: зональное расположение района орошения, ряд и тип почвообразования, преобладающие почвы и их физико-химическая характеристика, площадное распространение почв и их комбинаций. Анализ почвенно-мелиоративных исследований показал следующее.

Куан-Жанадарьинский массив орошения в геоморфологическом отношении занимает аллювиально-дельтовую равнину древних русел Жанадарьи и Куандарьи. Почвенный покров массива составляют пустынные такыровидные засоленные, пустынные такыровидные с навеечным песчаным чехлом почвы, залегающие, как правило, в комплексе с солончаками типичными.

Кызылординский массив орошения расположен на лево- и правобережной частях древней дельты Сырдарьи. Структура почвенного покрова массива сложная: вдоль русла Сырдарьи широко распространены как почвы лугового и болотного рядов, засоленные в различной степени, так и почвы автоморфного типа.

Шиели-Жанакорганский массив орошения расположен на правобережье головной части дельты Сырдарьи. Почвенный покров массива составляют: пустынные такыровидные почвы, встречающиеся в комплексах с такырами и солончаками типичными; сероземы светлые и типичные северные, представленные

большей частью малоразвитыми видами. Полугидроморфные и гидроморфные почвы представлены луговыми пустынными, лугово-болотными и лугово-сероземными почвами, луговыми солончаками.

Тогускенский массив орошения расположен в левобережье головной части дельты реки Сырдарья. Почвенный покров массива представлен пустынными такыровидными засоленными почвами, залегающими, как правило, в комплексе с солончаками типичными, солонцами лугово-пустынными и такырами.

В рамках методологического обеспечения был использован ландшафтно-мелиоративный подход, который включает оценку ресурсного и эколого-хозяйственного баланса, а также эколого-мелиоративного состояния территории. Нахождение оптимального сочетания угодий в структуре природно-экологического комплекса – сложная задача, ее решение должно основываться на количественном описании взаимосвязанных природных процессов, антропогенных воздействий и оптимизироваться с учетом социально-экономических и экологических показателей. В рамках этого подхода можно использовать такие обобщенные показатели, как коэффициент экологической устойчивости или стабильности техноприродных или квазиприродных систем и уровень эколого-геохимической устойчивости [2, 3].

Коэффициент экологической устойчивости $K_{эу}$ (стабильности), учитывающий структуру биотических и абиоти-

ческих элементов ландшафтов и их экологическую значимость, определялся по следующей формуле [3]:

$$K_{эу} = (1 / F) \left(\sum_{i=1}^n f_i \cdot k_1 \cdot k_2 \right), \quad (1)$$

где F – площадь природных и техноприродных систем (водосбора); f_i – площадь i -того угодья; k_1 – коэффициент стабильности; k_2 – коэффициент, учитывающий геолого-морфологическую устойчивость.

На основе методологии, разработанной М. А. Глазовской [3], была разработана модель эколого-мелиоративной устойчивости агроландшафтов, представляющая собой зависимость:

$$K_{эму} = \left(\sum_{i=1}^n f_i \cdot k_3 \cdot k_m \cdot k_r \right), \quad (2)$$

где f_i – площадь i -ых элементов агроландшафтов (степень засоления, глубина залегания и минерализация грунтовых вод), входящих в ее состав, то есть $f_i = F_i / F_o$, здесь F_i – площадь i -ых элементов агроландшафтов, га; F_o – общая площадь агроландшафтов; k_3 – коэффициент, учитывающий экологическую значимость засоленных земель; k_m – коэффициент, учитывающий экологическую значимость глубины залегания грунтовых вод; k_r – коэффициент, учитывающий экологическую значимость минерализации грунтовых вод.

Для определения количественного значения значимости отдельных элементов агроландшафтов, то есть параметров k_3 , k_m и k_r были использованы материалы, характеризующие зависимости урожайности $У$ сельскохозяйственных культур от степени засоления почвы S , уровня залегания грунтовых вод C_r и их минерализации Δ , то есть $k_3 = f(S, У)$, $k_m = f(C_r, У)$ и $k_r = f(\Delta, У)$ (табл. 1).

Таблица 1

Коэффициент относительной экологической значимости отдельных элементов агроландшафтов [5]

		Элементы агроландшафтов			
Степень засоления почвы	k_3	Грунтовые воды			k_m
		Глубина залегания УГВ, м	k_r	Величина минерализация, г/л	
Незасоленная	1,00	< 1,0	0,85	< 1,0	1,00
				1,0...3,0	0,75
Слабая	0,85	1,0...2,0	1,00	3,0...5,0	0,50
				5,0...10,0	0,35
Средняя	0,65	2,0...3,0	1,00	< 10,0	0,25
				< 1,0	1,00
				1,0...3,0	0,85
				3,0...5,0	0,65
Высокая	0,35	3,0...5,0	1,00	5,0...10,0	0,55
				< 10,0	0,35
				< 1,00	1,00
				1,0...3,0	0,95
				3,0...5,0	0,75
				5,0...10,0	0,65
				< 10,0	0,40
				< 1,0	1,00
				1,0...3,0	0,97
				3,0...5,0	0,85
				5,0...10,0	0,75
				< 10,0	0,70
				< 1,0	1,00
				1,0...3,0	1,00
				3,0...5,0	0,95
				5,0...10,0	0,93
				< 10,0	0,90

Произведения коэффициента значимости k_m и k_r можно обозначать как коэффициент гидрогеохимической значимости агроландшафтов $k_{rx} = k_r k_m$. Однако его можно использовать, когда площадь глубины залегания грунтовых вод и минерализации будут одинаковы, но так как в природе такое состояние по гидрогеохимическим условиям не встречается, поэтому наиболее достоверным будет, если его представить в следующем виде:

$$k_{rx} = k_r f_r + k_m f_m, \quad (3)$$

где f_r – относительная площадь агроландшафтов по уровню глубины залегания грунтовых вод; f_m – относительная площадь агроландшафтов по минерализации грунтовых вод.

Проведенные исследования показали, что агроландшафтные системы Кызылординской области сформировались в результате целенаправленного применения мелиоративной деятельности, которая изменила: естественный водный режим почвы и соответственно изменилась интенсивность и направленность геологического круговорота воды и химических веществ; гидрохимический и гидрогеологический режимы грунтовых вод, которые влекут за собой изменение солевого режима почв на орошаемых массивах и прилегающих к ним территориях.

Сопоставление данных мелиоративных кадастров за ряд лет свидетельствует об ухудшении геохимического состояния земель на массивах орошения, где наблюдается увеличение степени засоления почв, подъем уровня грунтовых вод и повышение их минерализации. Возрастание площадей засоленных почв связано не только с вовлечением исходно засоленных почв, но и с активизацией процессов засоления в процессе орошения сельскохозяйственных земель [6, 7, 8].

Для оценки эколого-мелиоративной устойчивости агроландшафтных систем Кызылординской области использованы многолетние информационно-аналитические материалы Государственного гидрогеологического института (ГГИ) России, института почвоведения АН РК, Южно-Казахстанской и Кызылординской мелиоративно-гидрогеологических экспедиций, а также литературных источников за 60 лет, которые показывают, что воздействие орошения на почвы очень многогранно.

На основе предложенных методо-

логических подходов были разработаны и получены показатели модели эколого-мелиоративной устойчивости агроландшафтов в низовьях р. Сырдарья на различные периоды времени (табл. 2).

Как видно из таблицы 2, наиболее высокие значения эколого-мелиоративной устойчивости наблюдаются в агроландшафтах Тогускенского массива орошения (0,454...0,818), а самое низкое – на Казалинском массиве орошения (0,454).

Проведенный анализ данных и полученные оценки эколого-мелиоративной устойчивости показывают, что в условиях антропогенной деятельности представляется возможным оценить направленность геохимических процессов и определить интенсивность и степень техногенного нарушения экосистем.

Вмешательство человека в естественные природные процессы для корректировки их режима в соответствии с потребностью или режимом возделывания сельскохозяйственных культур всегда нарушают исторически сложившиеся взаимоотношения в природной среде. Поэтому особенно актуальными становятся вопросы прогнозирования изменения экологической обстановки агроландшафтов Кызылординской области и определения направленности почвообразовательного процесса в связи со сложившейся в конце XX века тревожной экологической обстановкой [5–9].

Выводы

Полученные результаты исследований низовой реки Сырдарья показали, что регион характеризуется огромными запасами солей в зоне аэрации и в грунтовых водах, слабой естественной дренированностью, солонцовой комплексностью почвенного покрова, что свидетельствует о невысокой эколого-мелиоративной устойчивости агроландшафтов Кызылординской области.

Темпы интенсивности изменения природных процессов в результате антропогенной деятельности показывают, что в настоящее время стратегия и тактика развития мелиорации в условиях Кызылординской области должна быть направлена, прежде всего, на восстановление и нормализацию почвенно-экологического состояния агроландшафтов.

Кроме того, анализ сложившейся эколого-мелиоративной ситуации на

**Эколого-мелиоративная устойчивость агроландшафтов
в низовьях реки Сырдарья**

Агроландшафты	Степень засоления почвы	Показатели	Годы					
			1960	1970	1980	1990	2000	
Тогускенский (31500 га)	Незасоленные	$f_1 k_a$	0,291	0,344	0,491	0,634	0,682	
		$k_{гх}$	0,841	0,849	0,919	0,952	0,954	
		$K_{зсi}$	0,566	0,597	0,705	0,793	0,818	
	Слабозасоленные	$f_1 k_a$	0,175	0,191	0,183	0,080	0,079	
		$k_{гх}$	0,234	0,277	0,289	0,361	0,339	
		$K_{зсi}$	0,204	0,234	0,236	0,221	0,209	
	Среднезасоленные	$f_1 k_a$	0,118	0,107	0,091	0,076	0,071	
		$k_{гх}$	0,248	0,220	0,182	0,152	0,142	
		$K_{зсi}$	0,183	0,164	0,137	0,114	0,107	
	Сильнозасоленные	$f_1 k_a$	0,107	0,099	0,062	0,034	0,031	
		$k_{гх}$	0,178	0,170	0,131	0,109	0,114	
		$K_{зсi}$	0,143	0,135	0,097	0,072	0,073	
	$K_{зс}$			0,287	0,296	0,301	0,309	0,312
	Шиели- Жанакрганский (45600 га)	Незасоленные	$f_1 k_a$	0,537	0,589	0,627	0,710	0,713
			$k_{гх}$	0,760	0,789	0,780	0,747	0,768
$K_{зсi}$			0,649	0,689	0,704	0,729	0,740	
Слабозасоленные		$f_1 k_a$	0,096	0,104	0,114	0,121	0,139	
		$k_{гх}$	0,326	0,342	0,372	0,423	0,470	
		$K_{зсi}$	0,211	0,223	0,243	0,272	0,305	
Среднезасоленные		$f_1 k_a$	0,082	0,080	0,076	0,064	0,051	
		$k_{гх}$	0,43	0,172	0,170	0,177	0,155	
		$K_{зсi}$	0,113	0,126	0,123	0,121	0,103	
Сильнозасоленные		$f_1 k_a$	0,074	0,054	0,039	0,014	0,013	
		$k_{гх}$	0,276	0,233	0,224	0,212	0,188	
		$K_{зсi}$	0,175	0,144	0,132	0,113	0,101	
$K_{зс}$			0,287	0,296	0,301	0,309	0,312	
Кызылординский (128900га)		Незасоленные	$f_1 k_a$	0,645	0,647	0,643	0,662	0,657
			$k_{гх}$	0,988	0,945	0,892	0,731	0,750
	$K_{зсi}$		0,817	0,796	0,768	0,697	0,704	
	Слабозасоленные	$f_1 k_a$	0,125	0,133	0,143	0,155	0,169	
		$k_{гх}$	0,244	0,230	0,237	0,255	0,212	
		$K_{зсi}$	0,184	0,182	0,190	0,205	0,191	
	Среднезасоленные	$f_1 k_a$	0,066	0,062	0,060	0,047	0,044	
		$k_{гх}$	0,170	0,157	0,153	0,118	0,108	
		$K_{зсi}$	0,118	0,110	0,107	0,083	0,076	
	Сильнозасоленные	$f_1 k_a$	0,034	0,033	0,031	0,027	0,025	
		$k_{гх}$	0,092	0,136	0,229	0,407	0,308	
		$K_{зсi}$	0,063	0,085	0,130	0,217	0,167	
	$K_{зс}$			0,296	0,293	0,299	0,301	0,285
	Казалинский (59450 га)	Незасоленные	$f_1 k_a$	0,308	0,327	0,342	0,449	0,548
			$k_{гх}$	0,639	0,606	0,566	0,560	0,625
$K_{зсi}$			0,474	0,467	0,454	0,505	0,587	
Слабозасоленные		$f_1 k_a$	0,144	0,150	0,156	0,160	0,184	
		$k_{гх}$	0,118	0,141	0,176	0,264	0,261	
		$K_{зсi}$	0,131	0,146	0,166	0,212	0,223	
Среднезасоленные		$f_1 k_a$	0,166	0,164	0,156	0,103	0,092	
		$k_{гх}$	0,416	0,391	0,386	0,344	0,397	
		$K_{зсi}$	0,291	0,276	0,271	0,224	0,245	
Сильнозасоленные		$f_1 k_a$	0,086	0,078	0,075	0,067	0,032	
		$k_{гх}$	0,171	0,195	0,197	0,171	0,105	
		$K_{зсi}$	0,129	0,137	0,136	0,119	0,069	
$K_{зс}$			0,256	0,257	0,257	0,265	0,281	

сельскохозяйственных агроландшафтах низовий реки Сырдарья показывает о серьезных просчетах в системе природопользования. Это связано с практическим отсутствием теоретических, мето-

дологических и методических проработок по обоснованию экологически допустимых техногенных нагрузок на агроландшафты и достоверных прогнозов изменения почвообразовательных процессов.

Поэтому в низовьях реки Сырдарья возникает объективная необходимость пересмотра принципиальных подходов к стратегии природопользования и разработки концептуальных положений по рациональному, экологически безопасному использованию природных ресурсов.

1. Антропов В. Н., Каражанов К. Д. Бонитировка и экономическая оценка земель. – Алма-Ата: Наука, 1987. – 126 с.

2. Агроэкология: методология, технология, экономика. – М.: Колосс, 2004. – 400 с.

3. Глазовская М. А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. – М., 1997. – 236 с.

4. Карпенко Н. П., Мустафаев Ж. С., Козыкеева А. Т., Ескермесов Ж. Е. Анализ экологической ситуации и комплексная мелиоративная оценка состояния орошаемых агроландшафтов в низовьях реки Сырдарья // Природообустройство. – 2015. – № 2. – С. 8–12.

5. Мустафаев Ж. С., Рябцев А. Д., Адильбектеги Г. А. Методологические основы оценки устойчивости и стабильности ландшафтов. – Тараз, 2007. – 218 с.

6. Мустафаев Ж. С., Рябцев А. Д. Методология оценки эколого-мелиоративной

устойчивости и стабильности агроландшафтов // Поиск. – 2006. – № 4. – С. 103–109.

7. Мустафаев Ж. С., Козыкеева А. Т., Рябцев А. Д., Кененбаев Т. С., Райымбекова Б. Т. Методологические основы оценки устойчивости и стабильности ландшафтов // Актуальные экологические проблемы Республики Татарстан. – Казань, 2007. – С. 124–126.

8. Мустафаев Ж. С., Иванова Н. И., Рябцев А. Д., Райымбекова Б. Т. Методология оценки экологической устойчивости и стабильности агроландшафтов // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета, 2008. – Том 8. – № 9. – С. 117–121.

9. Мустафаев Ж. С., Козыкеева А. Т. Бассейн Аральского моря: прошлое, настоящее и будущее. – Тараз, 2012. – 318 с.

Материал поступил в редакцию 09.09.2015.

*Карпенко Нина Петровна, доктор технических наук, профессор,
E-mail: prkarpeno@yandex.ru.*

*Мустафаев Жумахан Сулейменович, доктор технических наук, профессор
Тел. 8(7262)45-86-10*

E-mail: z-mustafa@rambler.ru.

Ескермесов Жандос, докторант

Тел. 8(7262)56-79-16

E-mail: Jake_19_84@mail.ru.