

ОЦЕНКА ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ КЫЗЫЛОРДИНСКОГО МАССИВА ОРОШЕНИЯ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Мустафаев Ж.С., д-р техн. наук, Козыкеева А.Т., д-р техн. наук

Казахский национальный аграрный университет (Алматы)

Абдывалиева К.С.

*Казахский научно-исследовательский институт рисоводства имени И. Жахаева
(Кызылорда)*

Реферат. На основе систематизации многолетних информационно-аналитических материалов Южно-Казахстанских гидрогеолого-мелиоративных экспедиций и Арало-Сырдаринской бассейновой инспекции по регулированию использования и охране водных ресурсов, характеризующих изменения компонентов природной среды гидроагроландшафтных систем Кызылординского массива орошения Кызылординской области, произведена оценка направленности и интенсивности почвенно-мелиоративных процессов в условиях антропогенной деятельности человека.

Ключевые слова: оценка, анализ, экология, почвы, растения, система, методика, нагрузка, деятельность человека, орошение

Summary. Based on the systematization of long-term informative and analytical materials of the South Kazakhstan hydro-geological and meliorative expeditions and the Aral-Syrdarya basin inspection for regulating the use and protection of water resources, characterizing the changes in the components of the natural environment of the hydroagrolandscape systems of the Kyzylorda Irrigation Massif of the Kyzylorda Region, the direction and intensity of the soil-meliorative processes in the anthropogenic human activity.

Key words: assessment, analysis, ecology, soil, plants, system, technique, load, man activity, irrigation

Введение. В последнее время все большее внимание уделяется гидроэкологическим ситуациям агроландшафтных систем, под которыми понимаются важные для жизни и деятельности людей экологические системы и связанные с ними другие компоненты природы. Приоритет при этом отдается негативным (проблемным) ситуациям, то есть такое положение обусловлено ключевой ролью почвенных компонентов окружающей природной среды и возрастающими техногенными нагрузками природной системы. В связи с этим основной проблемой природопользования является обеспечение оптимальных почвенно-мелиоративных процессов в орошаемых массивах в целях обеспечения их экологической устойчивости в условиях возрастающей антропогенной деятельности человека [1, 2].

Цель исследования – оценка интенсивности и направленности трансформации почвенно-мелиоративных процессов в Кызылординском массиве орошения в условиях антропогенной деятельности человека.

Объекты и методы исследований. Для оценки почвенно-мелиоративных ситуаций природных систем в Кызылординском массиве орошения использованы многолетние информационно-аналитические материалы Южно-Казахстанской гидрогеолого-мелиоративных экспедиций и Арало-Сырдаринской бассейновой инспекции по регулированию использования и охране водных ресурсов (табл. 1, 2, 3) [3-6].

Таблица 1 – Мелиоративное состояние почв Кызылординского массива орошения в низовьях реки Сырдарья

Массив орошения	Год	Мелиоративное состояние почв							
		незасоленные		слабо-засоленные		средне-засоленные		сильно-засоленные	
		га	%	га	%	га	%	га	%
Кызылординский массив (128900 га)	1960	32200	25.0	30500	23.7	12500	9.7	53700	41.6
	1970	30100	23.3	28500	22.1	13600	10.6	56700	44.0
	1980	29500	22.9	27630	21.4	14200	11.0	57570	44.7
	1990	29150	22.6	26500	20.6	15000	11.6	58250	45.2
	2000	28100	21.8	26150	20.3	16500	12.8	58150	45.1
	2010	26100	20.2	25400	19.7	17450	13.5	59950	46.6
	2015	25450	19.7	24600	19.1	18500	14.3	60350	46.9

Таблица 2 – Динамика гидрогеологического режима Кызылординского массива орошения в низовьях реки Сырдарья

Массив орошения	Год	Глубина залегания грунтовых вод, м							
		>5.0		3.0-5.0		2.0-3.0		<2.0	
		га	%	га	%	га	%	га	%
Кызылординский массив (128900 га)	1960	68500	53.1	25400	19.7	21500	16.7	13500	10.5
	1970	62450	48.4	22150	17.2	19800	15.4	24500	19.0
	1980	55650	43.2	18560	14.4	19290	15.0	35400	27.4
	1990	46200	35.8	14580	11.4	12020	9.3	56100	43.5
	2000	31820	24.7	11880	9.3	15000	11.6	70200	54.4
	2010	32600	25.3	12500	9.7	14000	10.9	69800	54.1
	2015	35000	27.1	14100	11.0	13500	10.5	66300	51.4

Таблица 3 – Гидрогеохимический режим Кызылординского массива орошения в низовьях реки Сырдарья

Массив орошения	Год	Минерализация грунтовых вод, г/л							
		>3.0		2.0-3.0		1.0-2.0		<1.0	
		га	%	га	%	га	%	га	%
Кызылординский массив (128900 га)	1960	83180	64.5	18900	14.7	14260	11.0	12560	9.8
	1970	83390	64.7	20120	15.6	13500	10.4	11890	9.3
	1980	82880	64.3	21860	16.9	12900	10.0	11260	8.8
	1990	83470	64.7	22600	17.5	12300	9.5	10530	8.3
	2000	85302	66.2	23500	18.2	10260	7.9	9838	7.7
	2010	84980	65.9	24500	19.0	9860	7.6	9560	7.5
	2015	84700	65.7	25600	19.9	9450	7.3	9150	7.1

Как известно, изменения интенсивности и направленности почвенно-мелиоративных процессов происходят под влиянием техногенных и антропогенных нагрузок, в том числе за счет орошения, а именно, нормы водоподачи или оросительной нормы, которые способствуют нарушению естественного водного баланса естественных ландшафтных систем и формированию новых агроландшафтных (гидроагроландшафтных) систем, отличаю-

щихся гидрогеологическими и гидрогеохимическими режимами. Поэтому для оценки влияния орошений на формирование почвенно-мелиоративных процессов, а именно гидрогеологического и гидрогеохимического режима почв и зоны аэрации гидроагроландшафтных систем, в табл. 4 приведены нормы водоподачи в Кызылординском массиве орошения.

Таблица 4 – Динамика площадей, водозабора и коллекторно-дренажного стока в Кызылординском массиве орошения в низовьях реки Сырдарья

Показатель	Год						
	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2015
Площадь орошаемых земель, тыс. га	22,8	33,4	61,5	63,0	56,6	52,9	48,8
Удельный водозабор, тыс. м ³ /га	21.1	22.8	24.1	26.1	19.1	15.6	31.5
КПД оросительной системы	0.69	0.67	0.65	0.63	0.60	0.60	0.60
Доля коллекторно-дренажных вод	0.43	0.47	0.50	0.54	0.37	0.23	0.12
Минерализация речной воды, г/л	0.70	0.98	1.74	1.39	1.40	1.50	1.30
Минерализация дренажных вод, г/л	1.5	2.7	3.2	3.7	4.1	4.2	4.3

Для оценки роста и темпа интенсивности почвенно-мелиоративных процессов использованы следующие параметры:

– рост площади орошаемых земель (\bar{F}_i): $\bar{F}_i = F_i / F_n$, где F_n – площадь орошаемых земель на начало расчетного периода, тыс. га; F_i – площадь орошаемых земель последующего i -го периода, тыс. га;

– темп использования земель для орошения (\bar{F}_i^m): $\bar{F}_i^m = (F_{i+1} - F_i) / T$, где F_{i+1} – площадь орошаемых земель последующего $i+1$ -го периода, тыс. га; T – продолжительность расчетного периода, лет;

– рост нормы удельной водопотребности (оросительная норма) орошаемых земель (\bar{O}_{pi}): $\bar{O}_{pi} = O_{pi} / O_{pn}$, где O_{pn} – норма удельной водопотребности (оросительная норма) орошаемых земель на начало расчетного периода, тыс. м³/га; O_{pi} – норма удельной водопотребности (оросительная норма) орошаемых земель i -го периода, тыс. м³/га;

– темп роста удельной водопотребности (оросительная норма) орошаемых земель (\bar{O}_{pi}^m): $\bar{O}_{pi}^m = (O_{pi+1} - O_{pi}) / T$, где O_{pi+1} – норма удельной водопотребности (оросительная норма) орошаемых земель $i+1$ -го периода, тыс. м³/га;

– рост площади орошаемых земель по степени засоления почв (\bar{F}_{zi}): $\bar{F}_{zi} = F_{zi} / F_{zn}$, F_{zn} – площадь z -й степени засоления почв в орошаемых землях на начало расчетного периода, тыс. га; F_{zi} – площадь z -й степени засоления почв орошаемых земель последующего i -го периода, тыс. га;

– темп роста площади орошаемых земель по степени засоления почв (\bar{F}_{iz}^m):
 $\bar{F}_{zi}^m = (F_{zi+1} - F_{zi}) / T$, где F_{zi} – площадь z -й степени засоления почв орошаемых земель последующего $i+1$ -го периода, тыс. га;

– рост площади орошаемых земель по глубине залегания грунтовых вод (\bar{F}_{hi}): $\bar{F}_{hi} = F_{hi} / F_{hn}$, F_{hn} – площадь орошаемых земель h -го залегания грунтовых вод в начале расчетного периода, тыс. га; F_{hi} – площадь орошаемых земель h -й глубины залегания грунтовых вод последующего i -го периода, тыс. га;

– темп роста площади орошаемых земель по глубине залегания грунтовых вод (\bar{F}_{hi}^m):
 $\bar{F}_{hi}^m = (F_{hi+1} - F_{hi}) / T$, где F_{hi} – площадь орошаемых земель h -й глубины залегания грунтовых вод последующего $i+1$ -го периода, тыс. га;

– рост площади орошаемых земель по минерализации грунтовых вод (\bar{F}_{mi}): $\bar{F}_{mi} = F_{mi} / F_{mn}$, F_{mn} – площадь орошаемых земель m -й минерализации грунтовых вод в начале расчетного периода, тыс. га; F_{mi} – площадь орошаемых земель m -й минерализации грунтовых вод последующего i -го периода, тыс. га;

– темп роста площади орошаемых земель по минерализации грунтовых вод (\bar{F}_{mi}^m):
 $\bar{F}_{mi}^m = (F_{mi+1} - F_{mi}) / T$, где F_{mi} – площадь орошаемых земель m -й минерализации грунтовых вод последующего $i+1$ -го периода, тыс. га.

Таким образом, разработанное методологическое обеспечение для оценки роста и темпа роста изменения параметров гидроагроландшафтных систем в условиях антропогенной деятельности позволяет определить интенсивность и направленность почвенно-мелиоративных процессов.

Обсуждение результатов. На основе предложенного методологического подхода определены рост и темп роста площади и удельного водопотребления орошаемых земель, а также по степени засоления почв, глубины залегания и минерализации грунтовых вод в орошаемых землях Кызылординского массива, для оценки влияния антропогенной деятельности на изменения направленности и интенсивности почвенно-мелиоративного состояния гидроагроландшафтных систем (таблицы 5, 6, 7, 8).

Таблица 5 – Интенсивность антропогенной деятельности гидроагроландшафтных систем Кызылординского массива орошения в низовьях реки Сырдарья

Период	Орошаемая площадь, тыс. га			Удельная норма водопотребности, тыс. м ³ /га		
	F_i	$\bar{F}_i = \frac{F_i}{F_n}$	$\bar{F}_i^m = \frac{F_{i+1} - F_i}{T}$	O_{pi}	$\bar{O}_{pi} = \frac{O_{pi}}{O_{pn}}$	$\bar{O}_{pi}^m = \frac{O_{pi+1} - O_{pi}}{T}$
1960	22,8	1,00	-	21,1	1,00	-
1970	33,4	1,46		22,8	1,08	
1980	61,5	2,60		24,1	1,14	
1990	63,0	2,76		26,1	1,24	
2000	56,6	2,48		19,1	0,91	
2010	52,9	2,32		15,6	0,74	
2015	48,8	2,14		31,5	1,49	

Таблица 6 – Интенсивность и направленность почвенно-мелиоративных процессов гидроагроландшафтных систем Кызылординского массива орошения в низовьях реки Сырдарьи

Период	Площадь орошаемых земель по степени засоления, га					
	F_{zi}	$\bar{F}_{zi} = \frac{F_{zi}}{F_{zh}}$	$\bar{F}_{zi}^m = \frac{F_{zi+1} - F_{zi}}{T}$	F_{zi}	$\bar{F}_{zi} = \frac{F_{zi}}{F_{zh}}$	$\bar{F}_{zi}^m = \frac{F_{zi+1} - F_{zi}}{T}$
	Незасоленные			Слабозасоленные		
1960	32200	1,00	-	30500	1,00	-
1970	30100	0,93	-210	28500	0,93	-200
1980	29500	0,91	-60	27630	0,91	-87
1990	29150	0,90	-35	26500	0,87	-115
2000	28100	0,87	-105	26150	0,86	-35
2010	26100	0,81	-200	25400	0,83	-75
2015	25450	0,79	-130	24600	0,81	-80
Период	Среднезасоленные			Сильнозасоленные		
1960	12500	1,00	-	53700	1,00	-
1970	13600	1,09	110	56700	1,06	300
1980	14200	1,14	60	57570	1,07	87
1990	15000	1,20	80	58250	1,08	68
2000	16500	1,32	50	58150	1,08	-10
2010	17450	1,40	155	59950	1,12	180
2015	18500	1,48	210,0	60350	1,12	80,0

Таблица 7 – Интенсивность и направленность гидрогеологического режима гидроагроландшафтных систем Кызылординского массива орошения в низовьях реки Сырдарьи

Период	Площадь орошаемых земель по глубине залегания грунтовых вод, га					
	F_{hi}	$\bar{F}_{hi} = \frac{F_{hi}}{F_{hn}}$	$\bar{F}_{hi}^m = \frac{F_{hi+1} - F_{hi}}{T}$	F_{hi}	$\bar{F}_{hi} = \frac{F_{hi}}{F_{hn}}$	$\bar{F}_{hi}^m = \frac{F_{hi+1} - F_{hi}}{T}$
	>5.0 м			3.0-5.0 м		
1960	68500	1,00	-	25400	1,00	-
1970	62450	0,91	-60,5	22150	0,83	-325,0
1980	55650	0,81	680,0	18560	0,73	-359,0
1990	46200	0,67	945,0	14580	0,57	-398,0
2000	31820	0,46	1440,0	11880	0,47	-270,0
2010	32600	0,47	78,0	12500	0,49	62,0
2015	35000	0,51	480,0	14100	0,56	320,0
Период	2.0-3.0 м			<2.0 м		
1960	21500	1,00	-	13500	1,00	-
1970	19800	0,92	-170	24500	1,81	110,0
1980	19290	0,90	-51,0	35400	2,62	1090,0
1990	12020	0,56	-727,0	56100	4,15	2070,0
2000	15000	0,70	298,0	70200	5,20	1410,0
2010	14000	0,65	-100,0	69800	5,17	-40,0
2015	13500	0,63	-100,0	66300	4,91	-700,0

Таблица 8 – Интенсивность и направленность гидрогеохимического режима гидроагроландшафтных систем Кызылординского массива орошения в низовьях реки Сырдарьи

Период	Площадь орошаемых земель по минерализации грунтовых вод, га					
	F_{mi}	$\bar{F}_{mi} = \frac{F_{mi}}{F_{mni}}$	$\bar{F}_{mi}^m = \frac{F_{mi+1} - F_{mi}}{T}$	F_{mi}	$\bar{F}_{mi} = \frac{F_{mi}}{F_{mni}}$	$\bar{F}_{mi}^m = \frac{F_{mi+1} - F_{mi}}{T}$
	>3.0 г/л			2.0-3.0 г/л		
1960	83180	1.00	-	18900	1.00	-
1970	83390	1,00	159,0	20120	1,06	122,0
1980	82880	0,99	-51,0	21860	1,16	174,0
1990	83470	1,00	59,0	22600	1,19	74,0
2000	85302	1,03	183,2	23500	1,24	90,0
2010	84980	1,02	-32,2	24500	1,29	100,0
2015	84700	1,02	-56,0	25600	1,35	220,0
Период	1.0-2.0 г/л			<1.0 г/л		
1960	14260	1.00	-	12560	1.00	-
1970	13500	0,95	-76,0	11890	0,94	-67,0
1980	12900	0,91	-60,0	11260	0,89	-63,0
1990	12300	0,86	-60,0	10530	0,84	-73,0
2000	10260	0,72	-104,0	9838	0,78	-69,2
2010	9860	0,69	-40,0	9560	0,76	-27,8
2015	9450	0,66	-82,0	9150	0,73	-82,0

Как видно из табл. 5, в начале освоения Кызылординского массива орошения в основном возделывались кормовые и зерновые культуры, при этом удельная норма водопотребности гидроагроландшафтных систем составила 14.70 тыс. м³/га, что объясняется достаточно невысоким коэффициентом полезного действия оросительных систем и техники полива.

В результате создания рисовых систем, которые способствовали резкому повышению нормы водопотребности гидроагроландшафтных систем (от 21.10 до 31.05 тыс. м³/га), в Кызылординском массиве изменились почвенно-мелиоративные процессы не только гидроагроландшафтных систем, но и естественных ландшафтных систем, что четко видно из табл. 6, 7, 8. При этом оросительные системы с рисовыми севооборотами, где нормы водопотребности в период 1970-2015 гг. составляли от 22,80 до 31,05 тыс. м³/га, создавая промывной режим орошения, способствовали рассолению естественных сильно засоленных земель, то есть уменьшению их площади, что видно из табл. 6, однако это привело увеличению площади средnezасоленных земель.

Следовательно, такая большая техногенная нагрузка в виде удельной нормы водопотребности привела к изменению естественного гидрогеологического режима гидроагроландшафтных систем Кызылординского массива орошения, то есть к уменьшению площади орошаемых земель с глубиной залегания грунтовых вод от 3,0 до 5,0 м, что объясняется наличием участия с высокой интенсивностью геологического круговорота оросительных норм.

В настоящее время методы эквивалентного сопоставления разнородных показателей применяются для оценки технического уровня проектных решений в мелиоративной науке [1, 2]. Поэтому для геоэкологической оценки трансформации почвенно-мелиоративных процессов агроландшафтных систем можно использовать показатель, характеризующий отношение количественного изменения почвенно-мелиоративного состо-

яния почвы по степени засоления к общей площади, занимаемой агроландшафтами в системе природопользования: $K_{ci} = F_{ci} / F_{co}$, где F_{co} – общая площадь агроландшафтов в системе природопользования, га; F_{ci} – площадь агроландшафтов по i -степени засоления почвы в агроландшафтных системах, га; K_{ci} – коэффициент, характеризующий изменения почвенно-мелиоративных процессов в агроландшафтных системах в условиях мелиорации или антропогенной деятельности.

Для геоэкологической оценки интенсивности трансформации почвенно-мелиоративных процессов в агроландшафтных системах в результате мелиорации можно использовать обобщенный показатель K_{mnm} , который определяется по формуле:

$$K_{mnm} = 1 - \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n K_i^i},$$

где K_{mnm} – показатель, характеризующий интенсивность трансформации почвенно-мелиоративных процессов в агроландшафтных системах; $K_i^i = \exp(-K_{ci})$ – относительные значения уровня трансформации почвенно-мелиоративных процессов в агроландшафтных системах.

На основе информационно-аналитических материалов, представленных в табл. 2, характеризующих гидрогеохимическое состояние агроландшафтных систем Кызылординской области в разрезе массивов орошения, определено количественное значение коэффициента, характеризующего изменения направленности почвенно-мелиоративных процессов в условиях мелиорации или антропогенной деятельности (табл. 9).

Таблица 9 – Количественное значение коэффициента, характеризующего изменения почвенно-мелиоративных процессов агроландшафтных систем в условиях мелиорации или антропогенной деятельности в условиях Кызылординской области

Массив орошения	Год	Коэффициент, характеризующий изменения почвенно-мелиоративных процессов в агроландшафтных системах			
		незасоленные ($K_{нзи}$)	слабо-засоленные ($K_{слзи}$)	средне-засоленные ($K_{срзи}$)	сильно-засоленные ($K_{сизи}$)
Кызылординский (128900 га)	1960	0.250	0.237	0.097	0.416
	1970	0.233	0.221	0.106	0.440
	1980	0.229	0.214	0.110	0.447
	1985	0.226	0.206	0.116	0.452
	1990	0.218	0.203	0.128	0.451
	1995	0.202	0.197	0.135	0.466
	2000	0.197	0.191	0.143	0.469
	2010				
2015					

Из табл. 9 видно, что во всех орошаемых массивах Кызылординской области наблюдается общая тенденция трансформации незасоленных почв в слабозасоленные, слабозасоленных в средnezасоленные и средnezасоленных в сильно засоленные почвы, что

определяется процессами двухстороннего засоления сложившегося в низовьях реки Сырдарьи, то есть выветриванием солей с высохшего дна Аральского моря и влиянием высокоминерализованных оросительных и грунтовых вод на геологический круговорот в агроландшафтных системах.

При этом следует отметить, что при оценке почвенно-экологической ситуации в агроландшафтных системах в прогнозных расчетах учитывают долю площади земли, занятую слабозасоленными, средnezасоленными и сильнозасоленными почвами, которые оказывают влияние на формирование почвенно-мелиоративного состояния орошаемых массивов. С такой позиции определено значение коэффициента, характеризующего уровень трансформации почвенно-мелиоративных процессов агроландшафтных систем в разрезе орошаемых массивов Кызылординской области (табл. 10).

Таблица 10 – Значение коэффициента, характеризующего уровень трансформации почвенно-мелиоративных процессов агроландшафтных систем в разрезе орошаемых массивов Кызылординской области

Массив орошения	Год	Показатели, характеризующие отношения количественных изменений почвенно-мелиоративного состояния почвы по степени засоления			Показатель, характеризующий интенсивность трансформации почвенно-мелиоративных процессов в агроландшафтных системах (K_{mm}^i)
		слабозасоленные (K_{cli}^i)	среднезасоленные (K_{spi}^i)	сильнозасоленные (K_{sui}^i)	
Кызылординский (128900 га)	1960	0.788	0.907	0.659	0.314
	1970	0.801	0.899	0.644	0.319
	1980	0.807	0.895	0.639	0.321
	1985	0.814	0.890	0.636	0.321
	1990	0.816	0.879	0.637	0.324
	1995	0.821	0.874	0.627	0.329
	2000	0.826	0.866	0.625	0.295
	2010				
	2015				

Расчет показывает, что значение коэффициента, характеризующего уровень трансформации почвенно-мелиоративных процессов в Кызылординском массиве орошения, – от 0.314 до 0.390, говорит о высоком темпе трансформации гидрогеохимического процесса. При этом следует отметить: чем выше естественная степень засоления почвы, тем меньше интенсивность трансформации гидрогеохимического процесса, которая показывает определенную степень их внутренней устойчивости по отношению к антропогенным процессам.

В качестве структурных характеристик экосистем могут быть использованы показатели видовой, размерной, трофической структуры, структуры потоков. Для количественной характеристики структуры чаще всего используются разные индексы, среди которых наиболее часто – индекс Шеннона (H) [12]: $H = \sum(N_i / N) \cdot \lg 2(N_i / N)$, где: N_i – численность i -го вида; N – численность всех видов.

Индекс Шеннона (H) отражает разнообразие и степень сложности структуры: сложно организованные сообщества, более разнообразные, характеризуются высокими значениями индекса и, наоборот, чем более простое по структуре сообщество, тем выше степень доминирования видов и тем меньше значение индекса. Индекс Шеннона (H) может рассматриваться как одна из интегральных характеристик структуры системы, которая изменяется во времени в зависимости от качественных и количественных изменений факторов среды, то есть это эволюционные процессы, протекающие в течение длительных отрезков времени.

Аналогично происходят изменения и при антропогенных воздействиях, но при этом процессы изменения в экосистемах протекают с большими скоростями, которые характеризуют трансформации видового разнообразия биологических масс, а также могут характеризовать почвенно-мелиоративные процессы в агроландшафтных системах. При этом методика расчетов сводится к оценке почвенно-мелиоративного состояния агроландшафтов по показателям: коэффициенту, характеризующему трансформацию почвенно-мелиоративных процессов (K_{mnm}), и индексу Шеннона (H) (табл. 11).

Таблица 11 – Классификация уровня трансформации почвенно-мелиоративных процессов в условиях антропогенной деятельности по показателю K_{mnm}

Показатель	Уровень трансформации почвенно-мелиоративных процессов			
	низкая	средняя	высокая	очень высокая
Коэффициент почвенно-мелиоративных процессов (K_{ci})	0.25	0.50	0.75	1.00
Коэффициент трансформации почвенно-мелиоративных процессов (K_{mnm})	0.12	0.23	0.32	0.40
Трофность	олиготрофные	мезотрофные	эвотрофные	гиперэвотрофные
Оценка трофического статуса по индексу Шеннона (H)	2.30-1.85	1.85-1.52	1.52-1.25	1.25-1.10
Экологическое состояние агроландшафтов	Без изменений	Стадия обратимых изменений	Пороговая стадия	Стадия необратимых изменений

На основе информационно-аналитических материалов построен график связи индекса Шеннона (H) и коэффициента, характеризующего уровень трансформации почвенно-мелиоративных процессов (K_{mnm}) с высоким коэффициентом корреляции ($R^2 = 0.983$): $H = 1.782 \cdot \exp(-1.15 \cdot K_{mnm})$.

Таким образом, для оценки качества агроландшафтных систем или орошаемых массивов можно использовать индекс Шеннона (H) позволяющий определить их экологическое состояние: Казалинский, Куан-Жанадарьинский и Кызылординский массивы орошения находятся в пороговой стадии, а Шиели-Жанакорганский и Тогускенский массивы находятся в стадии обратимых изменений, что необходимо учитывать при мелиорации сельскохозяйственных земель.

Рассоление естественных засоленных почв в орошаемых землях Кызылординского массива в связи с деятельностью рисовых оросительных систем способствовало увеличению площадей гидроаглоландшафтных систем с высокой минерализацией грунтовых вод (больше 3,0 г/л), то есть происходило коренное изменение их гидрогеохимического режима.

Таким образом, количественная оценка роста и темпа роста почвенно-мелиоративных, гидрогеологических и гидрогеохимических процессов в Кызылординском массиве орошения в низовьях реки Сырдарьи показывает, что земли находятся в стадии обратимых изменений, что необходимо учитывать при мелиорации сельскохозяйственных земель.

Выводы. На основе систематизации и системного анализа многолетних информационно-аналитических материалов Южно-Казахстанской гидрогеолого-мелиоративных экспедиций Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан по засолению почв гидроаглоландшафтных систем Кызылординского массива орошения в низовьях реки Сырдарьи разработана методика оценки роста и темпа роста трансформации почвенно-мелиоративных процессов, которая позволила определить интенсивность и направленность трансформации засоления и рассоления почв в условиях антропогенной деятельности. При этом выполнение прогнозного расчета на основе разработанной методики показало, что ухудшаются почвенно-мелиоративные, гидрогеологические и гидрогеохимические режимы почв, которые требуют необходимости разработать систему гидротехнических и мелиоративных мероприятий для восстановления и сохранения их эколого-мелиоративной устойчивости.

Литература

1. Мустафаев, Ж.С. Ландшафтно-экологическое обоснование адаптивного мелиоративного режима почвы при реконструкции техногенных нарушенных природных систем в низовьях реки Сырдарьи: аналитический обзор / Ж.С. Мустафаев, С.И. Умирзаков, Н.Х. Ахметов [и др.]. – Тараз, 2002. – 102 с.
2. Мустафаев, Ж.С. Комплексная гидрогеохимическая оценка степени трансформации гидроландшафтов в низовьях реки Сырдарьи / Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, Ж.Е. Ескермесов // Техносферная безопасность: наука и практика: материалы междунауч.-практ. конф. (25-27 февраля 2015 г.). – Бишкек, 2015. – С. 126-128.
3. Карпенко, Н.П. Анализ экологической ситуации и комплексная мелиоративная оценка состояния орошаемых агроландшафтов в низовьях реки Сырдарьи / Н.П. Карпенко, Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, Ж.Е. Ескермесов // Природообустройство. – 2015. – № 2. – С. 8-12.
4. Мустафаев, Ж.С. Геоэкологическая оценка трансформации почвенно-мелиоративных процессов в низовьях реки Сырдарьи в условиях мелиорации земель / Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, З.К. Маймеков, К.С. Абдывалиева // Международный технико-экономический журнал. – 2016. – № 5. – С. 48-56.
5. Мустафаев, Ж.С. Оценка экологической ситуации в низовьях реки Сырдарьи в условиях антропогенной деятельности человека / Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, З.К. Маймеков, К.С. Абдывалиева // Международный научный журнал. – 2016. – № 5. – С. 48-55.
6. Мустафаев, Ж.С. Оценка трансформации экологической ситуации в низовьях реки Сырдарьи в условиях антропогенной деятельности человека / Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, К.С. Абдывалиева // Гидрометеорология и экология. – 2016. – № 3(82). – С. 97-111.