

УДК 502.51 (282.255.439)

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ГИДРОАГРОЛАНДШАФТОВ В НИЗОВЬЯХ РЕКИ СЫРДАРЬИ В УСЛОВИЯХ МЕЛИОРАЦИИ

*Ж.С. Мустафаев, Н.И. Иванова, К.С. Абдывалиева*

На основе систематизации многолетних информационно-аналитических материалов Южно-Казахстанской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции и Арало-Сырдарьинской бассейновой инспекции по регулированию использования и охране водных ресурсов, характеризующих изменения компонентов природной среды в низовьях Сырдарьи в разрезе орошаемых массивов, произведена оценка экологической ситуации в разрезе орошаемых массивов как среды обитания человека.

*Ключевые слова:* оценка; анализ; экология; среда обитания; система; методика; нагрузка; массив; орошение.

---

## ESTIMATION OF ENVIRONMENTAL SITUATION OF HYDROAGROLANDSHAFTS IN THE LOWS OF THE SYRDARYA RIVER IN THE CONDITIONS OF LAW

*Zh.S. Mustafayev, N.I. Ivanova, K.S. Abdyvalieva*

On the basis of systematization of long-term research and information materials of the South-Kazakhstan hidrogeologo-melioration expedition and Aralo-Syrdaryanskoj of pool inspection on adjusting of the use and guard of water resources, characterizing the changes of components of natural environment in lower reaches of the river of Syrdarya in the cut of irrigable arrays, the estimation of ecological situation is produced in the cut of irrigable arrays as habitats of man.

*Keywords:* assessment; analysis; ecology; habitat; system; technique; loads; array; irrigation.

Современная экологическая ситуация в системе природопользования в мировом масштабе характеризуется определенными особенностями, которые ощутимо влияют на состояние окружающей среды, т.е. количественное и масштабное расширение энергообмена между обществом и природой, что способствует постоянному росту негативных антропогенных нагрузок на природную систему.

Современным методам и способам природопользования присущи такие особенности, как высокая природоемкость, нерациональность и неэффективность как с позиции экономики, так и экологии. Об этом свидетельствует то, что во всех регионах земного шара относительно благополучные в экологическом аспекте территории быстро уменьшаются, что способствует возникновению проблем социально-экологического и экономического характера.

Таким образом, взаимодействие общества и природы разворачивается по принципу обратной связи, т.е. изменения компонентов природной системы приводит к существенным преобразованиям окружающей среды, что приводит к необходимо-

сти оценить уровень воздействия антропогенных нагрузок, чтобы определить их экологическую устойчивость. При этом познание социальных и экологических явлений, которые происходят в среде обитания человека в условиях антропогенной деятельности, требует соответствующего изучения и оценки особенностей и действия экологического фактора, что стало объектом исследования в низовьях Сырдарьи, являющихся зоной экологического кризиса.

Цель исследования – оценка экологической ситуации в низовьях Сырдарьи как территориального сочетания различных, в том числе негативных и позитивных, с точки зрения проживания и состояния здоровья населения, природных условий и факторов, создающих на территории определенную экологическую обстановку разной степени благополучия и неблагополучия.

**Материалы и методы исследования.** Для оценки экологической ситуации природных систем в низовьях Сырдарьи использованы многолетние информационно-аналитические материалы Южно-Казахстанской гидрогеолого-мелиоративной

Таблица 1 – Мелиоративное состояние массивов орошения в низовьях Сырдарьи

Массив орошения	Год	Площадь засоленных земель		
		га	%	в долях
Тогускенский (31500 га)	1960	10900	34,6	0,346
	1970	11300	35,9	0,359
	1980	12500	39,8	0,398
	1990	18500	58,8	0,588
	2000	20150	63,7	0,637
	2010	22690	72,0	0,720
	2015	20150	63,7	0,637
Шиели-Жанакорганский (45600 га)	1960	29100	63,8	0,638
	1970	29580	64,9	0,649
	1980	27930	61,3	0,613
	1990	24502	53,7	0,537
	2000	19120	42,0	0,420
	2010	22540	49,4	0,494
	2015	19120	42,0	0,420
Кызылординский (128900 га)	1960	66200	51,3	0,513
	1970	70300	54,6	0,546
	1980	71700	55,7	0,557
	1990	74650	57,9	0,579
	2000	78850	61,2	0,612
	2010	82560	64,0	0,640
	2015	78850	61,2	0,612
Куан-Жанадарьинский (67100 га)	1960	37400	55,7	0,557
	1970	38000	56,7	0,567
	1980	37650	56,2	0,562
	1990	36560	54,5	0,545
	2000	40918	58,1	0,581
	2010	45120	67,2	0,672
	2015	40918	58,1	0,581
Казалинский (59450 га)	1960	28900	48,6	0,486
	1970	30590	51,5	0,515
	1980	35490	59,7	0,597
	1990	41983	70,7	0,707
	2000	42317	71,3	0,713
	2010	43520	73,2	0,732
	2015	42317	71,3	0,713

экспедиции и Арало-Сырдаринской бассейновой инспекции по регулированию использования и охране водных ресурсов (таблицы 1 и 2) [1–3].

Методологическое обеспечение оценки экологической ситуации природной системы в условиях антропогенной деятельности базируется на оценке экологической ситуации при обосновании проектов реконструкции В.Х. Хачатурьяна [4, 5], В.Х. Хачатурьяна и И.П. Айдарова [6], а также Ж.С. Мустафаева А.Т. Козыкеевой и других [7–10], вытекающей из фундаментальных природных законов и, прежде всего, законов сохранения вещества и энергии, изменение которых вызвано антропогенными факторами.

Количественную оценку экологической ситуации агроландшафтов можно производить следующим образом: сначала рассматривать природную среду на региональном или локальном уровне, рай-

онирующую по видам деятельности, существенно не меняющуюся в пространственно-временном масштабе  $t_i \rightarrow t_o$  (где  $t_i$  – прошлый период;  $t_o$  – современный период).

Параметры деятельности  $\bar{D}_i$  выражаются в долях от общего объема природного ресурса, находившегося под воздействием различных факторов ( $\Phi_i$ ). В пределах каждой антропогенной деятельности оцениваются приведенные коэффициенты негативной реакции для человека –  $\bar{NR} = NR_i / NR_{\max}$  и для среды его обитания –  $\bar{nr} = nr_i / nr_{\max}$  [3–5].

Величины  $\bar{NR}$  и  $\bar{nr}$  изменяются от 0 до 1, причем, возрастание коэффициентов свидетельствует об ухудшении ситуации.

Приближенные зависимости для оценки воздействия антропогенной деятельности имеют вид [7, 8]:

Таблица 2 – Динамика водозабора и коллекторно-дренажных вод в орошаемых массивах Кызылординской области

Показатели	Год						
	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2015
Тогускенский массив (31500 га)							
Площадь орошаемых земель, тыс. га	9,3	15,1	32,0	35,0	32,5	32,5	27,08
Удельный водозабор, тыс. м <sup>3</sup> /га	24,7	24,1	24,8	26,1	15,6	15,3	15,2
КПД системы	0,68	0,65	0,63	0,60	0,60	0,60	0,60
Доля дренажных вод	0,51	0,50	0,52	0,54	0,23	0,10	0,10
Минерализация речных вод, г/л	0,68	0,94	1,55	1,40	1,30	1,35	1,30
Минерализация дренажных вод, г/л	1,2	2,1	2,6	2,8	3,3	3,2	3,2
Шиели-Жанакорганский массив (45600 га)							
Площадь орошаемых земель, тыс. га	20,2	24,0	41,6	38,5	36,2	24,1	27,08
Удельный водозабор, тыс. м <sup>3</sup> /га	23,2	23,6	24,1	24,3	16,7	15,8	17,9
КПД системы	0,68	0,65	0,63	0,60	0,60	0,60	0,60
Доля дренажных вод	0,48	0,49	0,50	0,51	0,28	0,10	0,10
Минерализация речных вод, г/л	0,74	0,94	1,74	1,40	1,30	1,35	1,30
Минерализация дренажных вод, г/л	1,2	2,3	2,8	2,9	3,3	3,2	3,2
Кызылординский массив (128900 га)							
Площадь орошаемых земель, тыс. га						33,5	34,12
Удельный водозабор, тыс. м <sup>3</sup> /га	21,1	22,8	24,1	26,1	19,1	15,4	30,5
КПД системы	0,69	0,67	0,65	0,63	0,60	0,60	0,60
Доля дренажных вод	0,43	0,47	0,50	0,54	0,37	0,10	0,15
Минерализация речных вод, г/л	0,70	0,98	1,74	1,39	1,40	1,50	1,30
Минерализация дренажных вод, г/л	1,3	2,5	2,9	3,7	4,4	4,2	4,2
Куан-Жанадарьинский массив (67100 га)							
Площадь орошаемых земель, тыс. га	22,8	33,4	61,5	63,0	56,6	51,5	48,76
Удельный водозабор, тыс. м <sup>3</sup> /га	21,1	22,8	24,1	26,1	19,1	15,6	31,5
КПД системы	0,69	0,67	0,65	0,63	0,60	0,60	0,60
Доля дренажных вод	0,43	0,47	0,50	0,54	0,37	0,23	0,12
Минерализация речных вод, 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
Казалинский массив (59450 га)							
Площадь орошаемых земель, тыс. га	13,3	14,3	30,2	32,1	30,1	18,9	17,61
Удельный водозабор, тыс. м <sup>3</sup> /га	21,1	23,4	24,1	26,1	22,6	20,1	22,9
КПД системы	0,69	0,67	0,65	0,63	0,60	0,60	0,60
Доля дренажных вод	0,43	0,49	0,50	0,54	0,47	0,40	0,32
Минерализация речных вод, г/л	0,85	1,01	1,82	1,49	1,55	1,65	1,50
Минерализация дренажных вод, г/л	1,8	2,9	3,8	4,5	5,3	5,2	5,2

- для человека  $\overline{NR} = \left( \sum_1^i \overline{D}_i \cdot q_x \right) \sum_1^i \varepsilon_i(k)$ ;

- для среды его обитания  $\overline{nr} = \left( \frac{\overline{D}_{ос}}{D_{рв}} + q_x \right) \sum_1^i \beta \cdot \varepsilon_i(k)$ ,

где  $\overline{D}_i$  – степень заражения ядохимикатами питьевой воды для снабжения населения;  $\overline{D}_{ос}$  – уровень использования для орошения речных вод;  $D_{рв}$  – уровень использования возвратных вод для орошения;  $\varepsilon_i$  – частные параметры ухудшения свойств компонентов природной системы (для человека – это динамика болезней, связанных с потреблением загрязненной воды и заражением воздуха –  $\varepsilon_i(r)$ ; для почвы, растений и сельскохозяйственных культур – содержание в почве токсичных солей; для грунтовых вод – повышение их минерализации

и уровня –  $\varepsilon_i(k)$ );  $\beta$  – поправочный коэффициент (для почв и грунтовых вод  $\beta = 1$ , для сельскохозяйственных культур –  $\beta > 1$ );  $q_x$  – интенсивность поступления ядохимикатов и нитратов в почвы и грунтовые воды.

Интенсивность поступления ядохимикатов и нитратов в грунтовые воды ( $q_x^{32}$ ) и в почву ( $q_x^n$ ) оценивается по эмпирическим зависимостям [3–5]:

$$q_x^{32} = 1 - q_x^n;$$

$$q_x^n = \exp[-(\alpha \cdot q_w + 1 - R_D)],$$

где  $\alpha$  – постоянная, зависящая от вида ядохимикатов;  $q_w$  – интенсивность инфильтрационного питания (в долях от нормы);  $R_D$  – инфильтрационное сопротивление, которое определяется по формуле

Таблица 3 – Оценка параметров воздействия антропогенной деятельности в разрезе орошаемых массивов Кызылординской области

Массив орошения	Годы	Гидроэкологические показатели			
		интенсивность инфильтрационного питания ( $q_w$ ), в долях от нормы	интенсивность поступления ядохимикатов и нитратов в почву ( $q_x^n$ )	интенсивность поступления ядохимикатов и нитратов в грунтовые воды ( $q_x^3$ )	отношение уровня использования возвратных вод к использованию речных вод ( $D_{ос} / D_{рв}$ )
Тогускенский (31500 га) $R_D = 1 / f_m = 1/0,$ $50 = 2,00$	1960	0,51	0,3642	0,6358	0,10
	1970	0,50	0,3679	0,6321	0,13
	1980	0,52	0,3606	0,6394	0,30
	1990	0,54	0,3506	0,6494	0,36
	2000	0,24	0,4877	0,5123	0,40
	2015	0,21	0,4538	0,5462	0,42
Шиели-Жанакорганский (45600 га) $R_D = 1 / f_m = 1/0,30 = 3,30$	1960	0,48	0,3075	0,6925	0,10
	1970	0,49	0,3042	0,6958	0,13
	1980	0,50	0,3012	0,6988	0,30
	1990	0,51	0,2982	0,7018	0,36
Шиели-Жана-корганский (45600 га) $R_D = 1 / f_m = 1/0,30 = 3,30$	2000	0,40	0,3329	0,6671	0,40
	2010	0,41	0,3996	0,6004	0,42
	2015	0,51	0,3642	0,6358	0,30
Кызылординский (128900 га) $R_D = 1 / f_m = 1/0,32 = 3,13$	1960	0,43	0,3396	0,6604	0,13
	1970	0,48	0,3135	0,6865	0,16
	1980	0,50	0,3075	0,6925	0,32
	1990	0,57	0,2885	0,7115	0,38
	2000	0,41	0,3362	0,6638	0,42
	2010	0,54	0,2952	0,7048	0,47
Куан-Жанадарьинский (67100 га) $R_D = 1 / f_m = 1/0,35 = 2,36$	2015	0,65	0,7047	0,2953	0,42
	1960	0,43	0,3398	0,6602	0,13
	1970	0,47	0,3263	0,6737	0,16
	1980	0,50	0,3166	0,6834	0,32
	1990	0,54	0,3042	0,6958	0,38
	2000	0,42	0,3430	0,6570	0,42
Казалинский (59450 га) $R_D = 1 / f_m = 1/0,25 = 4,00$	2010	0,37	0,3642	0,6358	0,47
	2015	0,64	0,6977	0,3023	0,45
	1960	0,43	0,3075	0,6925	0,15
	1970	0,49	0,2985	0,7015	0,20
	1980	0,50	0,2863	0,7137	0,40
	1990	0,54	0,2733	0,7267	0,45
	2000	0,47	0,2952	0,7048	0,51
2010	0,40	0,3166	0,6834	0,53	
2015	0,60	0,6703	0,3297	0,46	

$R_D = 1 / f_m$ , здесь  $f_m$  – относительная площадь, занятая почвами с малой мощностью грунта (или мелкозема).

**Результаты исследования.** На основе информационно-аналитических материалов Южно-Казахстанской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции и Арало-Сырдаринской бассейновой инспекции по регулированию использования и охране водных ресурсов (таблицы 1 и 2), а также методики оценки экологической ситуации природных систем

для оценки воздействия антропогенной деятельности среды его обитания были определены основные параметры влияния антропогенной деятельности (таблица 3).

Как видно из данных таблицы 3, интенсивность поступления ядохимикатов и нитратов в почву ( $q_x^n$ ) и растения ( $q_x^n$ ) имеют обратную связь, т. е. если уменьшается интенсивность поступления ядохимикатов и нитратов в почву, то интенсивность поступления ядохимикатов и нитратов в растения увеличивается или наоборот.

Таблица 4 – Оценка антропогенной деятельности на среду обитания человека природной системы Кызылординской области в разрезе орошаемых массивов во временном масштабе

Массив орошения	Год	Параметры экологической ситуации природной системы			
		параметры ухудшения свойств речной воды ( $\varepsilon_{pvi}$ )	степень заражения ядохимикатами питьевой воды ( $\bar{D}_i$ )	интенсивность поступления ядохимикатов и нитратов в грунтовые воды ( $q_x^3$ )	коэффициент негативной реакции для человека ( $\overline{NR}$ )
Тогускенский (31500 га)	1960	0,740	0,25	0,6358	0,1176
	1970	0,940	0,35	0,6321	0,2080
	1980	1,740	0,42	0,6394	0,4673
	1990	1,400	0,50	0,6494	0,4546
	2000	1,300	0,58	0,5551	0,4185
	2010	1,350	0,63	0,6430	0,5469
	2015	1,310	0,63	0,5462	0,4507
Шиели-Жанакорганский (45600 га)	1960	0,740	0,25	0,6925	0,1281
	1970	0,940	0,35	0,6958	0,2299
	1980	1,740	0,42	0,6988	0,5106
	1990	1,400	0,50	0,7018	0,4913
	2000	1,300	0,58	0,6671	0,5030
	2010	1,350	0,63	0,6004	0,5106
	2015	1,310	0,63	0,6358	0,5247
Кызылординский (128900 га)	1960	0,700	0,35	0,6604	0,1618
	1970	0,980	0,48	0,6865	0,3229
	1980	1,740	0,52	0,6925	0,6266
	1990	1,710	0,58	0,7115	0,7057
	2000	1,480	0,62	0,6638	0,6091
	2010	1,520	0,65	0,7048	0,6963
	2015	1,500	0,65	0,2953	0,2879
Куан-Жанадарьинский (67100 га)	1960	0,700	0,35	0,6602	0,1617
	1970	0,980	0,48	0,6737	0,3169
	1980	1,740	0,52	0,6834	0,6183
	1990	1,710	0,58	0,6958	0,6901
	2000	1,480	0,62	0,6570	0,6028
	2010	1,520	0,65	0,6358	0,6282
	2015	1,500	0,65	0,3023	0,2947
Казалинский (59450 га)	1960	0,850	0,40	0,6925	0,2355
	1970	1,010	0,52	0,7015	0,4543
	1980	1,720	0,56	0,7137	0,6874
	1990	1,820	0,60	0,7267	0,7936
	2000	2,150	0,65	0,7048	0,9849
	2010	1,850	0,66	0,6834	0,8344
	2015	1,850	0,67	0,3297	0,4047

В прогнозном расчете частные параметры ухудшения свойств компонентов природной системы определяли в зависимости от уровня решаемых задач, т. е.:

- при оценке воздействия антропогенной деятельности для человека ( $NR$ ) частные пара-

метры ухудшения свойств компонентов природной системы принимали по параметрам ухудшения свойств речной воды, которые определялись как отношение минерализации речных вод, рассматриваемых в расчетном створе ( $C_{oi}$ ), к предельно-допустимой

Таблица 5 – Оценка антропогенной деятельности на почвы и растения природной системы Кызылординской области в разрезе орошаемых массивов во временном масштабе

Массив орошения	Год	Параметры экологической ситуации природной системы				
		относительная площадь засоленных земель ( $\varepsilon_i(zk)$ )	интенсивность поступления ядохимикатов и нитратов в почвы ( $q_x^n$ )	отношение уровня использования возвратных вод к использованию речных вод ( $\overline{D_{вв}} / \overline{D_{рв}}$ )	коэффициенты негативной реакции ( $nr$ )	
					почва	растения
Тогускенский (31500 га)	1960	0,346	0,3642	0,100	0,1606	0,2008
	1970	0,359	0,3679	0,130	0,1787	0,2234
	1980	0,398	0,3606	0,300	0,2749	0,3436
	1990	0,588	0,3506	0,360	0,4178	0,5223
Тогускенский (31500 га)	2000	0,637	0,4449	0,400	0,5382	0,6728
	2010	0,720	0,3570	0,420	0,5594	0,6993
	2015	0,637	0,5462	0,300	0,5390	0,6738
Шиели-Жанакорганский (45600 га)	1960	0,638	0,3075	0,100	0,2600	0,3250
	1970	0,649	0,3042	0,130	0,2818	0,3523
	1980	0,613	0,3012	0,300	0,3685	0,4606
	1990	0,537	0,2982	0,360	0,3771	0,4714
	2000	0,420	0,3329	0,400	0,3078	0,3848
	2010	0,494	0,3996	0,420	0,4049	0,5061
	2015	0,420	0,6358	0,300	0,3930	0,4913
Кызылординский (128900 га)	1960	0,513	0,3396	0,130	0,2409	0,3011
	1970	0,546	0,3135	0,160	0,2585	0,3231
	1980	0,557	0,3075	0,320	0,3495	0,4369
	1990	0,579	0,2885	0,380	0,3871	0,4839
	2000	0,612	0,3362	0,420	0,4628	0,5785
	2010	0,640	0,2952	0,470	0,4897	0,6121
	2015	0,612	0,2953	0,420	0,4378	0,5473
Куан-Жанадарьинский (67100 га)	1960	0,557	0,3398	0,130	0,2616	0,3270
	1970	0,567	0,3263	0,160	0,2757	0,3446
	1980	0,562	0,3166	0,320	0,3578	0,4472
	1990	0,545	0,3042	0,380	0,3729	0,4661
	2000	0,581	0,3430	0,420	0,4433	0,5541
	2010	0,672	0,3642	0,470	0,5606	0,7008
	2015	0,581	0,3023	0,450	0,4370	0,5463
Казалинский (59450 га)	1960	0,486	0,3075	0,150	0,2223	0,2779
	1970	0,515	0,2985	0,200	0,2567	0,3209
	1980	0,597	0,2863	0,400	0,4097	0,5112
	1990	0,707	0,2733	0,450	0,5114	0,6393
	2000	0,713	0,2952	0,510	0,5741	0,7176
	2010	0,732	0,3166	0,530	0,6197	0,7746
	2015	0,713	0,3297	0,460	0,5630	0,7038

минерализации речной воды для питьевого водоснабжения ( $C_o = 1,0$  г/л), т. е.  $\varepsilon_{прв} = C_{oi} / C_o$ ; при оценке антропогенного воздействия деятельности для почвы степень засоления поч-

вы, т. е. отношение площади засоленных земель ( $F_{зи}$ ) к общей площади орошаемого массива ( $F_o$ ) для периода соответственно  $t_i$  и  $t_o$   $\varepsilon_i(zk) = F_{зи} / F_o$ .

Результат прогнозного расчета по оценке антропогенной деятельности среды обитания человека, т. е. результат негативной реакции для человека в разрезе орошаемых массивов Кызылординской области во временном масштабе приведен в таблице 4.

Как видно из данных таблицы 4, негативная реакция антропогенной деятельности человека в низовьях Сырдарьи в разрезе орошаемых массивов во временном масштабе показывает, что усиление экологических показателей наблюдается вдоль речных бассейнов, а продолжительность воздействия природно-техногенных нагрузок (в пространственном и временном масштабе) создает благоприятные условия в зоне расположения Токускенского массива орошения в сравнении с Казалинским массивом, так как первый расположен сравнительно выше по течению реки.

Оценка экологической ситуации природной системы в низовьях Сырдарьи как среды обитания почвы и растений в разрезе орошаемых массивов Кызылординской области во временном масштабе приведена в таблице 5.

При оценке экологической ситуации среды обитания почвы и растений поправочный коэффициент, характеризующий их толерантность для почвы, принят  $\beta = 1$ , так как почвы более устойчивы к антропогенному воздействию, чем растительный покров, т. е. в зависимости от состояния среды обитания может происходить смена растительного сообщества, которое адаптируется во внешней среде. Поэтому, учитывая природное состояние среды обитания растительного покрова в низовьях Сырдарьи, количественное значение поправочного коэффициента для растений принято  $\beta = 1,25$ .

Как видно из данных таблицы 5, экологическая ситуация в низовьях Сырдарьи во всех массивах орошения во временном масштабе ухудшается, так как в результате мелиорации сельскохозяйственных земель происходит интенсивное вторичное засоление почвы и формирование инфильтрационного стока с высокой минерализацией, способствующей нарушению гармонизации отношения природы и человека. Поэтому возникает необходимость всесторонней оценки антропогенной деятельности в низовьях Сырдарьи для восстановления экологической устойчивости природной среды как среды обитания человека.

**Обсуждение.** Системный анализ принципа количественной и качественной оценки экологической ситуации природной системы как среды обитания человека позволил не только усовершенствовать методологические приемы, но также определить их значения в низовьях Сырдарьи

в разрезе орошаемых массивов Кызылординской области во временных масштабах. Это позволило прогнозировать возможное неблагоприятное влияние антропогенных факторов окружающей среды. При этом следует отметить, что результаты оценки экологической ситуации природной системы в низовьях реки Сырдарьи дают возможность принять правильное решение, гарантирующее, прежде всего, сохранение качественных характеристик природной среды как важнейшего условия развития общества и восстановление естественной продуктивности ландшафтных систем, в частности, земельных и водных ресурсов.

#### Литература

1. *Мустафаев Ж.С.* Экологические проблемы бассейна Аральского моря / Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева. Тараз, 2009. 354 с.
2. *Мустафаев Ж.С.* Бассейн Аральского моря: прошлое, настоящее и будущее / Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева. Тараз, 2012. 318 с.
3. *Мустафаев К.Ж.* Водный след производства Республики Казахстан / К.Ж. Мустафаев, Н.И. Иванова // Вестник КPCY. 2015. Том 15. № 5. С. 185–188.
4. *Хачатурьян В.Х.* Оценка экологической ситуации при обосновании проектов реконструкции / В.Х. Хачатурьян // Мелиорация и водное хозяйство. 1990. № 3. С. 17–21.
5. *Хачатурьян В.Х.* Обоснование сельскохозяйственных мелиораций с экологических позиций / В.Х. Хачатурьян // Вестник сельскохозяйственной науки. 1990. № 5. С. 43–48.
6. *Хачатурьян В.Х.* Концепция улучшения экологической и мелиоративной ситуаций в бассейне Аральского моря / В.Х. Хачатурьян, И.П. Айдаров // Мелиорация и водное хозяйство. 1990. № 12. С. 5–12; 1991. № 1. С. 2–9.
7. *Мустафаев Ж.С.* О методике экологической оценки природной среды / Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева // Проблемы гидротехники и мелиорации земель в Казахстане. Алматы, 1997. С. 128–133.
8. *Мустафаев Ж.С.* Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане / Ж.С. Мустафаев. Алматы: Гылым, 1997. 358 с.
9. *Мустафаев Ж.С.* Методологические и экологические принципы мелиорации сельскохозяйственных культур / Ж.С. Мустафаев. Тараз, 2004. 306 с.
10. *Мустафаев Ж.С.* Геоэкологическая оценка качества жизни населения в низовьях Сырдарьи / Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, Н.И. Иванова, Ж.Е. Ескермесов // Вестник КPCY. 2017. Том 17. № 1. С. 157–161.