

УДК 631.671:631.43:556.01

Доктор техн. наук

Доктор техн. наук

Ж.С. Мустафаев *

А.Т. Козыкеева *

Ж.Е. Ескермесов *

Н.М. Кусмуханбетов *

**ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ
ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ СИСТЕМЫ В НИЗОВЬЯХ РЕКИ
СЫРДАРЬИ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ***ПРИРОДА, СИСТЕМА, ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННАЯ СИСТЕМА,
УСТОЙЧИВОСТЬ, МОДЕЛЬ, ОЦЕНКА, ЭКОЛОГИЯ, МЕЛИОРА-
ЦИЯ, БАССЕЙН, АГРОЛАНДШАФТ, ЛАНДШАФТ*

На основе многолетних данных по использованию водных и земельных ресурсов для развития сельскохозяйственных земель определен режим формирования природных и техногенных систем в низовьях реки Сырдарьи, что позволяет определить направленность и интенсивность изменения компонентов природной системы.

Введение. Антропогенные нагрузки на бассейн водосбора являются непосредственной причиной антропогенного изменения состояния ландшафтов, это отражается в изменениях показателей эколого-мелиоративного состояния агроландшафтов, связанных с изменением гидрологического и гидрогеохимического режимов водных объектов. Для формирования целостных представлений об антропогенном воздействии на агроландшафты и, в частности, анализа пространственного распределения уровня техногенных нагрузок и оценки эколого-мелиоративной устойчивости необходим междисциплинарный подход, основанный на бассейновом принципе экологического нормирования техногенных нагрузок агроландшафтных систем. Как показывает опыт использования природных ресурсов в бассейне рек, имеется тесная связь между нагрузками на территории водосбора и теми показателями, которые определяют эколого-мелиоративное состояние агроландшафтов.

Огромные размеры изменений и нарушений в природной системе, геосистеме, экосистеме и ландшафте на поверхности планеты Земля имеют тенденцию к возрастанию. Примером этого служат территории госу-

* Таразский ГУ им. М.Х. Дулати, г. Тараз

дарств Центральной Азии, где особенно интенсивно происходит хозяйственная и социальная жизнь человека, сопровождавшиеся экологическими бедствиями, изменениями природной среды на фоне разнообразных техногенных воздействий, имеющих масштабы, сопоставимые с геологическими катастрофами.

В связи с ухудшением качественного и количественного состояния природных ресурсов, которое привело к экологическим катастрофам во многих регионах планеты Земля, в конце 20 в. во всем мире усилилось внимание к устойчивому развитию природы и общества. В связи этим в 1992 г. в Рио-де-Жанейро на Всемирной конференции ООН по окружающей среде и развитию был выдвинут тезис «Устойчивость развития природно-общественных систем – удовлетворение потребностей нынешнего поколения, не ставящее под угрозу способность будущих поколений удовлетворить свои собственные потребности». Проблемы, поднятые на этом форуме, нисколько не потеряли своего значения в 21 в. Они стали еще актуальнее, так как природные ресурсы являются ключом к устойчивому развитию человечества, т.е. такому развитию, которое не разрушает условий, необходимых для продолжения – социальных, экономических и экологических.

Цель и методика исследований. Вероятность развития опасных природных, техноприродных процессов протекающих в природных системах, ведущих к негативным экологическим последствиям, в значительной степени зависит от количественных и качественных значений техногенных нагрузок, которые требуют необходимости оценки состояния природно-техногенных систем в низовьях бассейна р. Сырдарья, обеспечивающих принципы устойчивого развития региона.

Результаты исследований. Территория низовьев р. Сырдарья (в границах Кызылординской области) занимает площадь 218,4 тыс. км². Область делится на восемь административных районов: Аральский, Жалагашский, Сырдарьинский, Теренозекский, Кармакшинский, Казалинский, Шиелийский, Жанакорганский (табл. 1).

В начале века орошаемые земли были приурочены в основном к присырдарьинским предгорным и бугористо-грядовым равнинам, речным долинам и сухим дельтам. Характерной особенностью использования земельных ресурсов, в частности для орошения, является и то, что им присущ экстенсивный тип освоения [4, 8]. Об этом свидетельствует, прежде всего, выделение для целей гидромелиоративного производства крупных капитальных вложений и других хозяйственных ресурсов и как следствие

– высокие темпы и широкие масштабы развития мелиорации сельскохозяйственных земель в низовьях р. Сырдарьи (табл. 2).

Таблица 1
Состав административных районов в низовьях р. Сырдарьи (в границах Кызылординской области)

Район	Площадь, тыс. га				% орошаемых земель
	Всего	в том числе			
		пастбища	сенокос	орошаемые	
Аральский	5660	-	-	2,2	0,04
Жалагашский	2360	1660,7	57,1	31,5	1,33
Сырдарьинский	2790	2300,2	62,7	28,5	1,02
Теренозекский	1590	2129,0	18,4	30,0	1,90
Кармакшинский	2920	2035,0	37,4	25,1	0,86
Казалинский	3700	2761,7	76,4	30,1	0,81
Шиелийский	1820	1301,0	24,0	36,2	1,99
Жанакорганский	1000	963,9	20,9	32,5	3,25
Итого	21840	13151,5	296,9	216,1	0,99

Таблица 2
Интенсивность освоения водно-земельных ресурсов в низовьях р. Сырдарьи

Год	Орошаемые площади			Удельный водозабор		
	F , тыс. га	F / F_n	$(F_i - F_{i-1}) / T$ тыс. га/год	O_p , тыс. м ³	O_p / O_p^n	$(O_p - O_p^n) / T$ тыс. м ³ /га
1925	16,7	1,00	-	4,0	1,00	-
1930	46,0	2,75	5,86	5,3	1,32	0,26
1935	60,0	3,59	2,80	5,6	1,40	0,06
1940	72,0	4,31	2,40	6,0	1,50	0,08
1945	72,2	4,32	0,04	7,1	1,78	0,22
1950	72,4	4,33	0,04	12,4	3,10	1,06
1955	78,0	4,67	1,12	46,0	11,50	6,72
1960	88,0	5,27	2,00	38,6	9,65	-1,48
1965	102,0	6,10	2,80	36,5	9,13	-0,42
1970	125,0	7,49	4,60	45,1	11,28	1,72
1975	199,0	11,92	14,8	35,1	8,78	-2,00
1980	228,5	13,68	5,90	36,2	9,05	0,22
1985	252,0	15,09	4,70	35,8	8,95	-0,08
1990	233,0	13,95	-3,80	37,2	9,30	0,28
1995	229,8	13,76	-0,64	35,6	8,90	-0,40
2000	216,1	12,94	-2,74	32,8	8,20	-0,07

Оценка темпов интенсивности использования природных ресурсов в низовьях р. Сырдарьи проведена по следующим параметрам [4]:

– использование земельных ресурсов « площадь орошаемых земель

F^{op} , их прирост ($F_{i+1..n}^{op} / F_i^{op}$) и темпы прироста ($(F_{i+1..n}^{op} - F_i^{op}) / T$) »;

– для использования водных ресурсов «оросительная норма O_p , ее прирост $O_{pi+1...n} / O_{pi}$ и темпы прироста $(O_{pi+1...n} - O_{pi}) / T$ ».

Если рассматривать темпы развития мелиорации в Кызылординской области в ретроспективе, то необходимо отметить два момента. В 1925...1950 гг. орошаемые земли, в основном, были расположены на незасоленных почвах и темпы прироста мелиорируемых площадей и удельный водозабор для орошения был невысок ($O_p = 4,0...7,10$ тыс. м³/га). В последующем с интенсивным использованием для орошения засоленных земель и возделывания риса, произошло резкое увеличение удельного водозабора ($O_p = 35,0...46,0$ тыс. м³/га).

В условиях антропогенного воздействия водные ресурсы являются самым уязвимым компонентом природных систем. Развитие орошаемого земледелия сопровождается не только забором большого количества воды, но и значительными объемами возвратных вод, как правило, загрязненных. В настоящее время оросительная способность р. Сырдарьи полностью исчерпана (табл. 3).

Таблица 3

Динамика изменения характеристик водопользования в бассейне р. Сырдарьи

Год	W_p , км ³	W_n , км ³	W_o , км ³	F , млн. га	Q , км ³	Q_o , км ³	$\frac{W_o}{W_p}$	C_o , г/дм ³
1925	32,5	5,6	13,6	0,99	18,4	8,7	0,42	0,50
1930	36,8	5,6	16,6	1,05	20,2	8,9	0,45	0,55
1935	31,9	5,6	12,7	1,01	19,2	8,8	0,40	0,55
1940	34,7	5,60	13,1	1,26	21,6	8,6	0,38	0,55
1945	35,8	5,6	13,4	1,21	22,4	8,4	0,37	0,55
1950	40,4	5,6	15,9	1,36	24,5	8,3	0,39	0,57
1955	39,4	5,6	15,1	1,58	24,3	10,2	0,39	0,65
1960	38,0	5,6	15,0	1,20	25,7	11,6	0,39	0,70
1965	32,1	5,6	9,2	1,70	37,3	13,7	0,29	0,75
1970	47,2	5,6	10,6	2,00	38,1	15,3	0,22	1,25
1975	33,9	5,6	5,3	2,30	42,8	15,0	0,16	1,38
1980	35,5	5,6	1,6	2,70	49,2	18,0	0,05	1,68
1985	33,1	5,6	1,3	3,10	46,4	19,5	0,04	1,82
1990	43,0	5,6	3,3	3,40	49,8	10,9	0,08	1,46
1995	29,5	5,6	5,55	-	34,8	10,9	0,19	1,42
2000	42,8	5,6	3,86	-	49,8	10,9	0,09	1,20

Примечание: W_p – речной сток, км³/год; W_n – запасы подземных вод, км³; W_o – поступление речного стока в дельту, км³/год; F – площадь орошае-

мых земель, млн. га; Q – водозабор на хозяйственные нужды, км³/год; Q_e – объем возвратных вод, км³/год; C_0 – минерализация речных вод, г/дм³.

Как видно из данных табл. 2, объем водозабора на орошение увеличился до 49,8 км³, т.е. в 2,71 по отношению к 1925 г., в то же время с образованием дефицита водных ресурсов резко возросло использование возвратных вод.

Динамика площадей орошаемых земель и водозабор из р. Сырдарьи за период с 1925 по 2000 гг. свидетельствуют о росте площадей орошаемых земель с 1,0 до 3,4 млн. га при одновременном увеличении водозабора с 18,4 до 49,8 км³ в год. Анализ динамики объема возвратных вод показывает, что наблюдается их рост. Минерализация речных вод в низовьях р. Сырдарьи за рассматриваемый период возросла от 0,5 до 1,8 г/дм³. Исследования показывают [7, 8], что влияние водности Сырдарьи на минерализацию выражена не ярко, так как формирование качества воды в низовьях целиком зависит от антропогенных факторов.

Анализ динамики орошаемых площадей в Кызылординской области (табл. 4) показывает, что во всех районах за рассматриваемый период (1960...2000 гг.) наблюдается рост орошаемых площадей за счет освоения малопродуктивных засоленных почв. Однако от района к району и по периодам темпы роста отличаются.

Таблица 4

Динамика площадей орошаемых земель в разрезе административных районов Кызылординской области (тыс. га)

Район	Год				
	1960	1970	1980	1990	2000
Аральский	0,60	0,20	1,80	2,40	2,20
Жалагашский	11,3	19,0	36,8	35,0	31,5
Кармакшинский	11,5	14,4	24,7	28,0	25,1
Казалинский	13,3	14,3	30,2	32,1	30,1
Шиелийский	20,2	24,0	41,6	38,5	36,2
Жанакорганский	9,3	15,1	32,0	35,0	32,5
Итого	92,2	124,6	228,5	233,5	216,1

Таким образом, уровень использования водно-земельных ресурсов в низовьях реки Сырдарьи оказывает влияние на формирование почвенного, гидрогеологического, геохимического и мелиоративного режимов агроландшафтов и на их биологическую продуктивность.

Для оценки направленности почвообразовательного процесса на мелиорированных землях Ж.С. Мустафаевым [7], И.П. Айдаровым [1] исполь-

зован радиационный индекс сухости (\bar{R}), так как он для конкретных ландшафтных территорий, приуроченных к определенной географической зоне относительно постоянный и с ним связан почвообразовательный процесс и особенности формирования почвенного покрова. Этот показатель, характеризующий баланс энергии и в должной мере определяющий интенсивность и направленность протекания биохимических и геохимических процессов на Земле, может быть использован при обосновании направленности и интенсивности почвообразовательного процесса. На данной концептуальной основе была проведена почвенно-экологическая оценка эффективности агротехнических и мелиоративных мероприятий, рекомендованных для различных агроландшафтов в низовьях р. Сырдарьи (табл. 5).

Таблица 5

Направленность почвообразовательного процесса в результате орошения агроландшафтов в низовьях р. Сырдарьи

Агроландшафт	Период освоения					
	естественный		начальный		полный	
	\bar{R}	тип почвы	\bar{R}	тип почвы	\bar{R}	тип почвы
Казалинский	6,78	серобурые	0,7...0,8	лугово-бурые	0,6...0,7	лугово-болотные
Куван – Жанадарьинский	6,78	серобурые	0,7...0,8	лугово-бурые	0,6...0,7	лугово-болотные
Кызылординский	7,20	серобурые	0,7...0,8	лугово-бурые	0,6...0,7	лугово-болотные
Шили – Жанакурганский	7,70	такыровидные	0,7...0,8	аллювиально-луговые	0,6...0,7	лугово-болотные
Тогускенский	7,70	такыровидные	0,7...0,8	аллювиально-луговые	0,6...0,7	лугово-болотные

Таким образом, направление природного и в том числе почвообразовательного процесса, а, следовательно, характер образующейся почвы, или точнее, свойства и состав ряда почв в географических зонах сменяющих одна другую в процессе эволюции в пространственно-временном масштабе, определяется в основном соотношением тепла и влаги, то есть гидротермическим режимом ландшафта (\bar{R}).

Как видно из данных табл. 5, мелиоративное вмешательство в природную ситуацию и прямо, и косвенно влияет на соотношение (\bar{R}), при этом происходит как бы сдвигание природной зоны. Следовательно, орошение приводит к увеличению составляющей от O_c до $(O_c + O_p)$, что способствует переходу к более увлажненной зоне $\bar{R} = R/L(O_c + O_p)$ или к гидроморфным условиям почвообразования $\bar{R} = R/L(O_c + O_p + g)$ (где g – водообмен почвенных и грунтовых вод).

Таким образом, формирование химического состава почвенных и паровых растворов зоны аэрации и грунтовых вод в ландшафтно-географических зонах и их преобразование зависит от поступающей солнечной энергии и энергии, необходимой для химических процессов, которые характеризуются энергомассообменом и гидротермическим режимом.

Решение ряда важных проблем в области агропромышленного комплекса связано с экономическими приоритетами использования водных и земельных ресурсов, которые, как правило, сводились к обеспечению высоких и относительно устойчивых урожаев при минимуме затрат на производство сельскохозяйственной продукции.

Для оценки продуктивности агроландшафтов сельскохозяйственных культур можно использовать формулу [5]: $\bar{Y} = Y_i \cdot q / \eta \cdot R \cdot K_{\text{коз}}$.

Средняя продуктивность сельскохозяйственных культур возделываемых на агроландшафтах:

$$\bar{Y}_{cp} = \sum_{i=1}^n \bar{Y}_i / n,$$

где \bar{Y}_{cp} – относительная продуктивность агроландшафта; Y_i – фактическая урожайность i -ой сельскохозяйственной культуры, ц/га или т/га; q – удельная теплота сгорания килограмма продукции i -ой сельскохозяйственной культуры; η – потенциальный КПД посева, при расчетах принят

равный 3; $K_{хоз}$ – коэффициент, определяющий хозяйственно-ценную часть урожая сельскохозяйственных культур; n – количество сельскохозяйственных культур.

Урожайность сельскохозяйственных культур по районам Кызылординской области в период 1960...2000 гг. приведена в табл. 6 [5].

Таблица 6

Относительная урожайность сельскохозяйственных культур по районам Кызылординской области (ц/га)

Район	Год				
	1960	1970	1980	1990	2000
Жанакорганский	0,40	0,50	0,68	0,60	0,64
Шиилийский	0,39	0,60	0,78	0,67	0,58
Сырдарьинский	0,20	0,44	0,68	0,68	0,71
Теренозекский	0,19	0,60	0,88	0,65	-
Жалагашский	0,37	0,72	0,86	0,62	0,74
Кармакчинский	0,37	0,58	0,92	0,60	0,71
Казалинский	0,19	0,44	0,85	0,61	0,54
Аральский	-	-	-	-	0,46
Низовья рек	0,31	0,58	0,82	0,63	0,65

Как видим (табл. 6), освоение природной системы с помощью мелиорации сельскохозяйственных земель оказывает большое влияние в первую очередь на характер использования и уровень продуктивности земельных ресурсов. Однако на основе этих данных, дать исчерпывающий ответ на вопрос о влиянии тех или иных компонентов природной системы на экологическую обстановку, эколого-биоэнергетическую продуктивность агроландшафта, направление и тенденции ее изменения невозможно.

Природный режим р. Сырдарья, определяющийся горной зоной формирования стока, имел огромное значение для создания благоприятной экологической обстановки, сложившейся в бассейне Аральского моря ко времени расселения в нем человека. Однако в результате антропогенной деятельности в 20 в. полностью изменился качественный состав воды реки. Постепенный рост минерализации и содержания в речной воде вредных химических веществ, привели не только к снижению продуктивности агроландшафтов, но и к резкому ухудшению экологической обстановки в регионе [3, 6]. В связи с этим возникла необходимость анализа формирования качественного состава воды Сырдарьи, для оценки влияния на него факторов природного и антропогенного характера (табл. 7).

Минерализация воды в р. Сырдарье, г/дм³

Год	C_o , г/дм ³	Главные ионы, мг/дм ³					
		<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>Na</i>	HCO_3	SO_4	<i>Cl</i>
Шардара							
1950	0,50	105	65,0	104	204,0	437,0	82,0
1960	0,68	97,0	48,0	103	173,0	375,0	81,0
1970	0,94	130	64,0	94,0	183,0	462,0	107,0
1990	1,40					568,0	113,4
2000	1,30	93,0	64,5			690,0	117,0
Томенарык							
1950		96,2	37,1	9,5	134,2	220,7	50,8
1960	0,74	85,0	38,0	80,0	177,0	286,0	62,0
1970	0,94	101	58,0	145	166,0	452,0	102,0
1980	1,74	111	95,0	240	186,0	670,0	151,0
Кызылорда							
1950	0,51	71,1	28,2	61,0	148,3	246,3	48,6
1960	0,70	94,0	26,0	74,0	199,0	249,0	49,0
1970	0,98	99,0	60,0	155	174,0	455,0	110,0
1980	1,74	110	72,0	226	185,0	615,0	110,0
1990	1,39	77,8	124			444,1	141,7
2000	1,40	95,3	63,3			444,6	133,8
Казалинск							
1950	0,52	86,0	30,0	88,0	198,0	217,0	58,0
1960	0,85	97,0	57,0	169	182,0	485,0	111,0
1970	1,01	112	87,0	253	173,0	731,0	197,0
1990	1,49	136	87,7			663,0	215,3
2000	1,55	123	66,3			574,6	157,6

Наиболее известный метод оценки качества воды разработан А.М. Можейко и Т.К. Воротник [6], которые считают воду пригодной для орошения, если соотношение $(Na + K) \cdot 100 / (Ca + Mg + Na + K)$ меньше 65 %, если же оно 66...75 % – вода опасна, а соотношение больше 75 % говорит о том, что вода весьма опасна, может произойти осолонцевание почв.

По М.Ф. Буданову [3], вода считается пригодной для орошения, если соотношение Na / Ca меньше единицы, а соотношение $Na / (Ca + Mg)$ меньше 0,7. Для вод с минерализацией до 1 г/дм³, а для вод с минерализацией от 1 до 3 г/дм³ частное от деления суммы всех ингредиентов на величину жесткости $(Ca + Mg)$ не должно превышать 4 для средне- и тяжелосуглинистых почв, 5 – для легкосуглинистых и 6 – для супесчаных и песчаных почв.

С.А. Балюк, П.И. Кукоба, В.Я. Ладных, Л.А. Чаусова, А.А. Носоненко [2] предложили новые критерии ирригационной оценки вод:

- оценка по опасности вторичного засоления почв, которая устанавливается по сумме эквивалентов хлора, то есть его концентрация в воде при орошении тяжелых по механическому составу почв не должна превышать 5 мэкв/дм³, суглинистых – не более 10 мэкв/дм³, и песчаных и супесчаных – не более 15 мэкв/дм³;
- оценка по опасности ощелачивания почв (кроме водородного показателя (pH), который недостаточно характеризует способность воды изменять реакцию почвенного раствора) учитывает содержание ионов Cl_3^{2-} и токсичную щелочность, т.е., если воды сильнощелочные ($pH > 9$, $CO_3^{2-} > 0,9$ мэкв/дм³, токсичная щелочность $> 2,5$ мэкв/дм³), тогда их нельзя применять, так как из-за сильного ощелачивания это становится экономически невыгодным;
- оценка по опасности ожогов растений, определяется по общей и токсичной щелочности, а также по щелочности от нормальных карбонатов и по содержанию хлора, т.е., если $HCO_3^- < 1,5$ мэкв/дм³, $HCO_3^- - Ca^{2+} < 1,0$ мэкв/дм³, $CO_3^{2-} < 0,1$ мэкв/дм³ и $Cl^- < 3,0$ мэкв/дм³ – применение воды безопасно;
- оценка по опасности осолонцевания почв, определяется отношением катионов натрия и калия, выраженных в мэкв/дм³, к сумме всех оснований (%), т.е. для почв песчаных и супесчаных с хорошей буферностью она не должна быть больше 60 %, в почвах суглинистых со слабой буферностью – 50 % и почвах глинистых слабобуферных – 40 %.

Перечисленные методы определения пригодности оросительных вод использованы для качественной оценки воды р. Сырдарьи (табл. 8).

Оценка пригодности воды р. Сырдарьи для сельскохозяйственного производства показывает, что вода пригодна без каких-либо ограничений. Однако известно, что интенсивность процесса осолонцевания возрастает, если в составе воды магний преобладает над кальцием, тогда повышается как ощелачивающая способность воды, так и абсолютное содержание в ней солонцующих почву катионов.

С изменением гидротермического режима орошаемых земель и качества воды в низовьях р. Сырдарьи происходили изменения гидрогеохимического режима орошаемых земель, о чём свидетельствуют информа-

ционно-аналитические данные Южно-Казахстанской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, осуществляющих контроль за мелиоративным состоянием орошаемых земель в южных регионах Казахстана (табл. 9, 10).

Таблица 8

Оценка пригодности водных ресурсов р. Сырдарья

Метод оценки	Предельные значения	Шардара		Казалинск	
		1960	2000	1960	2000
Ирригационная оценка вод по соотношению катионов					
$100 \cdot Na^+ / (Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+)$	≤ 60	41,9	39,7	52,3	58,3
$Na^+ / (Ca^{2+} + Mg^{2+})$	$\leq 0,7$	0,71	0,66	1,03	1,40
$(Ca^{2+} + Mg^{2+}) / (Na + 0,23Cl)$	$\leq 1,0$	1,19	1,21	0,79	0,63
$2Na^+ / (Ca^{2+} + Mg^{2+})$	≤ 10	1,42	1,32	2,19	2,79
Ирригационная оценка по опасности перенасыщения химических элементов					
$(Ca^{2+} + Mg^{2+}) / Na^+$	≤ 60	1,40	1,52	0,91	0,71
$100 \cdot Mg^{2+} / (Ca^{2+} + Mg^{2+})$	≤ 50	33,1	42,1	37,0	35,0
$Na^{2+} / (Ca^{2+} + Mg^{2+})$	$\leq 0,7$	0,71	0,66	1,10	1,40
Na^+ / Ca^{2+}	$\leq 1,0$	1,28	0,89	1,52	1,67
Оценка вод по опасности ошелачивания почв					
<i>pH</i>	6,5...7,8	7,1	7,3	7,5	7,7
$(HCO_3^- - Ca^{2+})$	1,00	0,76	1,63	0,85	1,41
Оценка вод по опасности ожогов растений					
Cl^-	$< 3,0$	81,0	117	111	157

В результате изменения гидротермического режима орошаемых земель в низовьях р. Сырдарья, резко изменилась интенсивность и направленность биологического и гидрологического круговорота воды и химических веществ, почвообразовательного процесса и минерализации поверхностных и грунтовых вод, степень и площадь засоленных земель, которые способствовали, в сравнение с 1960 г., формированию агроландшафтных систем, отличающихся от естественных ландшафтов, т.е., природно-техногенных систем с специфическими гидрогеохимическими режимами и экологическими ситуациями.

Таким образом, обобщение материалов за 1925...2010 гг., характеризующих природно-хозяйственные и экологические условия орошаемых земель в низовье р. Сырдарья показало, что данные по площади орошения, урожайности, качеству и объему поливных вод, структуре использования земель, водо-

потреблению и гидрогеохимическому состоянию орошаемых земель позволило оценить природные процессы в условиях антропогенной деятельности.

Таблица 9

Динамика мелиоративного состояния орошаемых агроландшафтов в низовье бассейна р. Сырдарьи

Почва	Единица измерения	Год					
		1960	1970	1980	1990	2000	2010
Незасоленная	тыс. га	66,4	60,5	52,3	36,6	32,2	18,1
	%	26,3	23,9	20,6	14,3	12,5	11,6
Слабо засоленная	тыс. га	50,9	51,1	54,2	60,2	65,1	41,9
	%	20,1	20,2	21,3	23,5	25,3	26,2
Средне засоленная	тыс. га	28,5	41,4	43,9	61,9	61,8	41,4
	%	11,3	16,3	17,3	24,1	24,0	25,9
Сильно засоленная	тыс. га	106,6	100,3	103,8	97,7	98,7	58,6
	%	42,3	39,6	40,8	38,1	38,2	36,6
Всего	тыс. га	252,4	253,3	254,2	256,4	257,8	160

Таблица 10

Динамика гидрогеологического режима орошаемых агроландшафтов в низовье бассейна р. Сырдарьи

Уровень грунтовых вод, м	Единица измерения	Год					
		1960	1970	1980	1990	2000	2010
> 5,1	тыс. га	124,2	113,3	99,4	62,3	64,7	21,1
	%	49,2	44,7	39,1	24,3	25,1	13,2
3,1...5,0	тыс. га	43,3	45,9	44,7	50,9	53,1	39,5
	%	17,2	18,1	17,6	19,9	20,6	24,7
2,1...3,0	тыс. га	56,3	40,1	54,4	50,7	54,6	37,0
	%	22,3	15,8	21,4	19,8	21,2	23,1
< 2,0	тыс. га	28,6	54,4	55,7	92,5	85,4	62,4
	%	11,3	21,4	21,9	36,4	33,1	39,0
Всего	тыс. га	252,4	253,3	254,2	256,4	257,8	160

Выводы и рекомендации. Проведенный структурно-системный анализ показал, что необоснованная стратегия использования водно-земельных ресурсов привела к низко продуктивным, трудномелиорируемым землям и увеличению оросительных норм. Так при испаряемости 800...1200 мм, техническая нагрузка на почву возросла до 4000 мм, что превышает испаряемость в природной системе в 4 раза. Это явилось причиной формирования техногенных нарушенных агроландшафтных систем.

В результате антропогенной деятельности, связанной с расширением масштабов мелиорации засоленных почв и почв, склонных к засолению, интенсивность геологического круговорота воды и химических веществ увеличивалась в 10 раз. Это привело к ухудшению качества поливных вод и гидрогеохимического состояния земель, в результате чего про-

исходил подъем уровня грунтовых вод и увеличение их минерализации, изменение направленности почвообразовательного процесса, что требует обратить особое внимание при реконструкции агроландшафтных систем в низовье р. Сырдарья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айдаров И.П. Регулирование водно-солевого и питательного режима орошаемых земель. – М.: Агропомиздат, 1985. – 304 с.
2. Балюк С.А., Кукоба П.И., Ладных В.Я., Чауасова Л.А., Носоненко А.А. Новые критерии оценки качества оросительных вод // Мелиорация и водное хозяйство. – 1993. – №2. – С. 21-22.
3. Буданов М.Ф. Система и состав контроля за качеством природных и сточных вод при использовании их для орошения. – Киев, 1970. – 48 с.
4. Бурлибаев М.Ж., Достай Ж.Д., Турсынов А.А. Арало-Сырдарьинский бассейн: гидроэкологические проблемы, вопросы вододеления. – Алматы: 2001. – 180 с.
5. Козыкеева А.Т., Кемелов Б., Ахметов Н.Х., Мустафаева Л.Ж. Экологическая оценка продуктивности агроландшафтов в условиях низовье реки Сырдарья // Наука и образования Южного Казахстана. – 2002. – №30. – С. 131-137.
6. Можейко А.М., Воротник Т.К. Гипсование солонцеватых каштановых почв УССР, орошаемых минерализованными водами, как метод борьбы с осолонцеванием этих почв // Труды УкрНИИ почвоведения. – 1958. – Т. 3. – С. 111-208.
7. Мустафаев Ж.С. Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане. – Алматы, 1997. – 358 с.
8. Стародубцев В.М. Влияние орошения на мелиоративные качества речного стока. – Алма-Ата: Наука, 1985. – 168 с.

Поступила 23.01.2014

Техн. ғылымд. докторы Ж.С. Мұстафаев
Техн. ғылымд. докторы Ә.Т. Қозыкеева
Ж.Е. Ескермесов
Н.М. Құсмұханбетов

СЫРДАРЬЯ ӨЗЕНІНІҢ ТӨМЕНГІ САЛАСЫНДАҒЫ ТАБИҒИ - ТЕХНИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТТІҢ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ ТАБИҒИ- ТЕХНОГЕНДІК ЖҮЙЕНІҢ ҚҰРЫЛУЫНЫҢ ГИДРОГЕОХИМИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕСІ

Сырдарья өзенінің төменгі саласындағы ауылшаруашылық жерлердегі жер және су қорын пайдалану көп жылдық мәліметтерінің негізінде табиғи және техногендік жүйелердің қызметінің тәртібін анықтаудың нәтижесін, табиғи жүйенің бөлшектерінің өзгеріске түсу қарқынын және бағытын анықтауға мүмкіндік берді.