

Ж. С. Мустафаев<sup>1</sup>, А. Т. Козыкеева<sup>2</sup>, А. А. Сагаев<sup>3</sup>, Е. Н. Алимбаев<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Д. т. н., профессор, профессор кафедры «водные ресурсы и мелиорация»  
(Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан)

<sup>2</sup>Д. т. н., доцент, профессор кафедры «водные ресурсы и мелиорация»  
(Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан)

<sup>3</sup>К. т. н., доцент, профессор кафедры «водное хозяйство и землеустройство»  
(Кызылординский государственный университет им. Коркыт-Ата, Кызылорда, Казахстан)

<sup>4</sup>Магистр, старший преподаватель кафедры «водное хозяйство и землеустройство»  
(Кызылординский государственный университет им. Коркыт-Ата, Кызылорда, Казахстан)

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В ВОДОСБОРАХ НИЗОВЬЯ РЕКИ СЫРДАРИИ

**Аннотация.** На основе многолетних информационно-аналитических материалов РГП «Казгидромет» и Арало-Сыдаринской бассейновой инспекции по регулированию использования и охране водных ресурсов Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства, охватывающих 1998–2018 гг., характеризующих энергетические ресурсы природной системы и удельные оросительные нормы сельскохозяйственных угодий Кызылординской области, дана оценка эффективности использования водных ресурсов сельскохозяйственного производства. Она проведена с использованием трех критериальных показателей, характеризующих экологическое и экономическое состояние гидроаглоландшафтных систем. Они показали очень низкую эффективность использования водных ресурсов в водосборах низовья реки Сырдарии. Поэтому необходимо полностью пересмотреть технологию и технологические схемы орошения сельскохозяйственных культур.

**Ключевые слова:** река, бассейн, орошение, норма, вода, водоподача, ресурсы, природа, система, оценка, эффективность.

**Введение.** Для решения геоэкологических проблем в водосборах бассейна реки Сырдарии, в том числе использования водных ресурсов в ее низовьях, в перспективе они должны соответствовать экономическим, социальным и экологическим принципам использования природных ресурсов и обеспечивать необходимость их соблюдения в пространственно-временном масштабе.

На водосборных территориях в низовьях реки Сырдарии, расположенных в засушливой географической зоне, для обеспечения потребности населения продуктами питания, широко развиваются системы орошаемого земледелия для повышения биологической продуктивности ландшафтов и осуществляется обустройство природных систем соответственно требованиям жизнедеятельности человека.

Орошаемое земледелие в таких водосборах направлено на повышение естественной влагообеспеченности, лимитирующей рост и развитие сельскохозяйственных культур, и состоит из специальных мелиоративных мероприятий, обеспечивающих повышение их биологической продуктивности. Однако, как показывает вековой опыт мелиорации сельскохозяйственных земель, благоприятные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур в целях формирования высокопродуктивных гидроаглоландшафтных систем, соответствующих энергетическому потенциалу природной системы, обеспечивались за счет постоянного повышения удельных норм водопотребности сельскохозяйственных угодий во временных масштабах, его экологическая эффективность постепенно снижается [1-3].

Таким образом, сельскохозяйственные культуры на орошаемых землях становятся частью природной системы, и, несмотря на их водопотребление с экологических и биологических позиций, ограничиваются энергетическими ресурсами, чтобы обеспечить биологические потребности сельскохозяйственных культур регулированием режимов увлажнения и засоления почв. Их удельные водопотребности в 4–5 раз больше, чем испаряющие способности природной системы.

Таким образом, геоэкологическая оценка водообеспеченности орошаемых массивов, расположенных ниже Шардаринского водохранилища в водосборах бассейна реки Сырдарии, является

одной из актуальных проблем использования природных ресурсов в отраслях экономики региона и в перспективе водные ресурсы следует рассматривать как первый шаг в эффективном использовании сельскохозяйственной системы.

**Цель исследований** – оценка эффективности использования водных ресурсов мелиорации сельскохозяйственных земель в административных районах Кызылординской области, расположенных в водосборах низовья реки Сырдарии, с учетом энергетических ресурсов природной системы, экологических требований почвенного покрова орошаемых земель и социально-экономического спроса населения.

**Материалы и методы исследования.** Для оценки эффективности использования водных ресурсов мелиорации сельскохозяйственных земель в Кызылординской области применялись многолетние информационно-аналитические материалы РГП «Казгидромет» и Арало-Сырдаринской бассейновой инспекции по регулированию использования и охране водных ресурсов Министерства сельского хозяйства [4, 5].

Для определения обеспеченности водными ресурсами орошаемых массивов ниже Шардаринского водохранилища в водосборах бассейна реки Сырдарии в основном использованы три критерияльных показателя, характеризующих экологическое и экономическое состояние гидроагроландшафтных систем.

В природной системе потенциально возможные испарения влаги с растительного и почвенного покровов определяются на основе энергетических ресурсов климатических условий орошаемых массивов. Для расчета испаряемости  $E_{oi}$  каждого месяца внутри года применяется формула Н. Н. Иванова [6]:

$$E_{oi} = 0,0018 \cdot (25 + t_i)^2 (100 - a_i),$$

где  $t_i$  – среднемесячная температура воздуха, °С;  $a_i$  – среднемесячная относительная влажность воздуха, %.

Как известно, любой физический процесс изменений и превращений, теплообмен в конкретной географической точке за известный промежуток времени характеризуются законом сохранения энергии, т.е. балансом прихода и расхода энергии. По ним можно установить экологическую норму водопотребности  $O_{pzi}$  почвенного и растительного покрова естественных ландшафтных систем [7, 8]:

$$O_{pzi} = [R / (\bar{R}_i \cdot L) - O_{ci}],$$

где  $R_i$  – активный радиационный баланс, кДж/см<sup>2</sup>;  $O_{ci}$  – количество атмосферных осадков, мм;  $\bar{R}_i$  – гидротермический показатель или «индекс сухости»;  $L$  – скрытая теплота парообразования, равная 2,5 кДж/см<sup>2</sup> [9].

В научно-исследовательском центре МКВК под руководством профессора В. А. Духовного разработана модель социально-экономического развития (СЭМ) бассейна Аральского моря на основе математического моделирования демографического, экономического и экологического процессов и их сочетаний в целях прогнозирования водопотребности орошаемых земель в 2000–2005 гг., где дефицит нормы водопотребности сельскохозяйственных угодий Кызылординской области Республики Казахстан принят  $O_{ppi}$  13 600 м<sup>3</sup>/га [10].

На основе многолетних информационно-аналитических материалов РГП «Казгидромет» и Арало-Сырдаринской бассейновой инспекции по регулированию использования и охране водных ресурсов Комитета водных ресурсов Министерства сельского хозяйства РК, охватывающих 1998–2018 гг., удельные нормы водопотребности (оросительная норма) сельскохозяйственных угодий Кызылординской области в разрезе административных районов в водосборах низовья реки Сырдарии приведены в таблице 1.

Как видно из многолетних информационно-аналитических материалов (см. таблицу 1), в Жанакорганском и Шиелийском районах, расположенных на юго-востоке области, фактические оросительные нормы сельскохозяйственных угодий колеблются от 12 718,0 до 25 055 м<sup>3</sup>/га, а в Жалагашском, Казалинском, Кармакшинском и Сырдаринском районах, находящихся на юго-западе области, они варьируют от 13 938,0 до 32 967,0 м<sup>3</sup>/га. В целом удельная норма водопотребности на орошаемых массивах Кызылординской области за 1998–2018 гг. изменялась от 18 698,0

Таблица 1 – Удельные оросительные нормы сельскохозяйственных земель Кызылординской области в разрезе административных районов

Районы	Годы						
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
1	2	3	4	5	6	7	8
Аральский	7529	6218	20489	21573	15163	9036	6640
Жалағашский	19287	16450	22957	21620	19638	23994	24121
Казалинский	15959	14296	24696	13938	17467	17777	20909
Кармақшинский	18619	17160	23059	21922	14092	21286	20567
Сырдаринский	14600	14424	23815	27726	23192	24294	23569
Шиелійский	17034	16487	15635	17168	12718	13056	13547
Жанакорганский	17649	14726	17330	18224	14873	15906	15353
Кызылординская область	18902	15978	21111	19815	18698	20671	21048

Продолжение таблицы 1

Районы	Годы						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	9	10	11	12	13	14	15
Аральский	24065	22224	10854	34278	7349	14087	12371
Жалағашский	25753	26366	25122	25261	27505	23896	23916
Казалинский	18561	22510	22717	20746	22548	13740	20172
Кармақшинский	22162	21970	23886	25927	25090	26139	24282
Сырдаринский	32967	24854	25763	21692	22563	22610	23321
Шиелійский	13788	13522	20246	14292	15297	17857	17673
Жанакорганский	14784	15128	15855	14004	20052	25055	17818
Кызылординская область	21272	22255	22757	20376	22461	23382	22014

Окончание таблицы 1

Районы	Годы						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	16	17	18	19	20	21	22
Аральский	15087	14170	15167	3170	2854	6078	2680
Жалағашский	24947	28860	33318	31544	26310	28386	27974
Казалинский	22238	22369	22641	22877	19245	19413	18825
Кармақшинский	24466	25138	27332	25021	22095	14995	23115
Сырдаринский	27492	31491	23537	30533	16049	18628	19345
Шиелійский	14756	15467	17043	17959	20746	23527	22683
Жанакорганский	13474	22595	17205	15184	30720	33144	35803
Кызылординская область	22167	24811	25613	23545	20615	21977	22289

до 25 613,0 м<sup>3</sup>/га. Однако на основе системного анализа за эти годы найти закономерности изменений оросительных норм сельскохозяйственных угодий Кызылординской области в зависимости от энергетических ресурсов климатических условий региона нет возможности.

Таким образом, с 1998 по 2018 г. удельная норма водоподдачи орошаемых земель в водосборах низовья реки Сырдарии не имеет прямой зависимости от среднего годового стока. Это показывает очень низкий уровень прогнозирования, регулирования и управления использованием водных ресурсов на орошаемых землях Кызылординской области.

Для оценки соответствия удельной нормы водоподачи орошаемых сельскохозяйственных угодий за 1998–2018 гг. энергетическим ресурсам природной системы, экологических требований почвенного покрова орошаемых земель и социально-экономического спроса населения предложены понятия и показатели соответствия энергетических ресурсов природной системы  $K_{эм}$ , экологическим требованиям ландшафтных систем  $K_{эп}$ , социально-экономическим потребностям населения  $K_{сэс}$ . Они могут быть определены по следующим выражениям:

$$K_{эм} = O_{pi} / (E_{oi} - O_{ci}) = O_{pi} / \Delta E_{oi};$$

$$K_{эп} = O_{pi} / O_{pei};$$

$$K_{сэс} = O_{pi} / O_{ppi},$$

где  $E_{oi}$  – испаряемость, которая характеризует энергетические ресурсы природной системы, м<sup>3</sup>/га;  $\Delta E_{oi}$  – дефицит испаряемости дневной поверхности, т.е. оросительные нормы растительного и почвенного покровов сельскохозяйственных угодий, мм;  $O_{ci}$  – атмосферные осадки, мм;  $O_{pei}$  – экологические нормы водопотребности, которые обеспечивают устойчивость растительного и почвенного покровов ландшафтных систем, м<sup>3</sup>/га;  $O_{ppi}$  – оросительные нормы, рекомендованные для сельскохозяйственных угодий Кызылординской области Научно-исследовательским центром международной координационной водохозяйственной комиссии (МКВК) международного фонда спасения Арала, м<sup>3</sup>/га;  $O_{pi}$  – фактические оросительные нормы сельскохозяйственных угодий Кызылординской области, м<sup>3</sup>/га.

При этом если  $K_{эп} > 1,0$ ,  $K_{эм} > 1,0$  и  $K_{сэс} > 1,0$ , тогда эффективность использования водных ресурсов на орошаемых землях низкая, а при  $K_{эп} < 1,0$ ,  $K_{эм} < 1,0$  и  $K_{сэс} < 1,0$  уровень водообеспеченности орошаемых земель низкий и при  $K_{эп} = 1,0$ ,  $K_{эм} = 1,0$  и  $K_{сэс} = 1,0$ , тогда норма водоподачи на орошаемых землях соответствует климатическим, энергетическим, экологическим и социально-экономическим требованиям при проектировании гидроагроландшафтных систем.

Таким образом, по данным метеорологических станций, расположенных в Кызылординской области, определены климатические показатели, которые приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Климатическая характеристика ландшафтных систем Кызылординской области

Районы	Метеостанции	Климатическая и энергетическая характеристики природной системы				
		$O_{ci}$ , мм	$E_{oi}$ , м <sup>3</sup> /га	$R_i$ , кДж/см <sup>2</sup>	$\Delta E_{oi}$ , м <sup>3</sup> /га	$O_{pei}$ , м <sup>3</sup> /га
Аральский	Арал	133,0	11423,0	192,5	11290,0	6370,0
Жалагашский	Казалы	178,0	12694,0	192,1	12516,0	5904,0
Казалинский	Жусалы	165,0	13249,0	192,4	13084,0	6046,0
Кармакшинский	Кызылорда	151,0	14149,0	192,5	13998,0	6190,0
Сырдаринский	Кызылорда	151,0	14149,0	192,5	13998,0	6190,0
Шиелыйский	Шиели	174,0	15618,0	195,4	15444,0	6076,0
Жанакорганский	Аккум	204,0	15800,0	203,3	15596,7	6127,0
Кызылординская область		140,0	13868,9	194,4	13728,9	6129,0

На основе показателей климатической характеристики ландшафтных систем Кызылординской области определены их средние значения, т.е. дефицит испаряемости растительного и почвенного покровов ландшафтных систем  $\Delta E_{oi}$  составляет 13 728,9 м<sup>3</sup>/га, экологическая норма водопотребности  $O_{pei}$ , обеспечивающая устойчивое развитие растительного и почвенного покровов ландшафтных систем, равна 6129,0 м<sup>3</sup>/га и оросительная норма  $O_{ppi}$ , рекомендованная для сельскохозяйственных угодий Кызылординской области Научно-исследовательским центром международной координационной водохозяйственной комиссии (МКВК) международного фонда спасения Арала, принята 13 600,0 м<sup>3</sup>/га. Они использованы для определения показателей соответствия энергетических ресурсов природной системы  $K_{эм}$  экологическим требованиям ландшафтных систем  $K_{эп}$ , социально-экономическим потребностям населения  $K_{сэс}$  во временно-пространственном масштабе (таблица 3).

Таблица 3 – Климатический, энергетический, экологический и экономический показатели для оценки рационального и эффективного использования водных ресурсов на орошаемых землях Кызылординский области

Районы	Показатели	Годы						
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Аральский	<i>O<sub>pi</sub></i>	7529	6218	20489	21573	15163	9036	6640
	<i>K<sub>эп</sub></i>	0,667	0,551	1,815	1,911	1,343	0,800	0,588
	<i>K<sub>эт</sub></i>	1,181	0,976	3,216	3,387	2,380	1,419	1,042
	<i>K<sub>сэс</sub></i>	0,553	0,457	1,507	1,586	1,15	0,664	0,488
Жалагашский	<i>O<sub>pi</sub></i>	19287	16450	22957	21620	19638	23994	24121
	<i>K<sub>эп</sub></i>	1,378	1,175	1,640	1,545	1,404	1,714	1,723
	<i>K<sub>эт</sub></i>	3,116	2,657	3,709	3,493	3,173	3,876	3,897
	<i>K<sub>сэс</sub></i>	1,418	1,209	1,688	1,590	1,444	1,764	2,509
Казалинский	<i>O<sub>pi</sub></i>	15959	14296	24696	13938	17467	17777	20909
	<i>K<sub>эп</sub></i>	1,275	1,142	1,973	1,114	1,396	1,420	1,671
	<i>K<sub>эт</sub></i>	2,703	2,421	4,183	2,362	2,959	3,011	3,541
	<i>K<sub>сэс</sub></i>	1,173	1,051	1,816	1,025	1,284	1,307	1,537
Кармакшинский	<i>O<sub>pi</sub></i>	18619	17160	23059	21922	14092	21286	20567
	<i>K<sub>эп</sub></i>	1,423	1,311	1,762	1,675	1,077	1,627	1,572
	<i>K<sub>эт</sub></i>	3,080	2,838	3,814	3,626	2,331	3,520	3,402
	<i>K<sub>сэс</sub></i>	1,369	1,262	1,696	1,612	2,387	1,565	1,512
Сырдаринский	<i>O<sub>pi</sub></i>	14600	14424	23815	27726	23192	24294	23569
	<i>K<sub>эп</sub></i>	1,043	1,034	1,701	1,981	1,656	1,736	1,684
	<i>K<sub>эт</sub></i>	2,359	2,330	3,847	4,479	3,747	3,925	3,808
	<i>K<sub>сэс</sub></i>	1,073	1,061	1,751	2,039	1,705	1,786	1,733
Шиелыйский	<i>O<sub>pi</sub></i>	17034	16487	15635	17168	12718	13056	13547
	<i>K<sub>эп</sub></i>	1,103	1,068	1,012	1,1112	0,823	0,845	0,877
	<i>K<sub>эт</sub></i>	2,803	2,713	2,573	2,825	2,093	2,149	2,230
	<i>K<sub>сэс</sub></i>	1,252	2,212	1,150	1,262	0,935	0,960	0,996
Жанакорганский	<i>O<sub>pi</sub></i>	17649	14726	17330	18224	14873	15906	15353
	<i>K<sub>эп</sub></i>	1,131	0,944	1,111	1,168	0,954	1,020	0,984
	<i>K<sub>эт</sub></i>	2,880	2,403	2,828	2,974	2,427	2,596	2,506
	<i>K<sub>сэс</sub></i>	1,298	1,083	1,274	1,340	1,094	1,170	1,129
Кызылординская область	<i>O<sub>pi</sub></i>	18902	15978	21111	19815	18698	20671	21048
	<i>K<sub>эп</sub></i>	1,377	1,163	1,538	1,443	1,361	1,506	1,533
	<i>K<sub>эт</sub></i>	3,084	2,607	3,444	3,233	3,049	3,373	3,434
	<i>K<sub>сэс</sub></i>	1,390	1,175	1,552	1,457	1,375	1,520	1,548

Продолжение таблицы 3

Районы	Показатели	Годы						
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Аральский	<i>O<sub>pi</sub></i>	24065	22224	10854	34278	7349	14087	12371
	<i>K<sub>эп</sub></i>	2,132	1,968	0,961	3,036	0,651	1,248	1,096
	<i>K<sub>эт</sub></i>	3,778	3,489	1,704	5,381	1,154	2,211	1,942
	<i>K<sub>сэс</sub></i>	1,769	1,634	0,798	2,520	0,540	1,036	0,909

Районы	Показатели	Годы						
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Жалагашский	$O_{pi}$	25753	26366	25122	25261	27505	23896	23916
	$K_{эp}$	1,839	1,884	1,795	1,873	1,965	1,707	1,709
	$K_{эm}$	4,160	4,259	4,058	4,242	4,443	3,860	3,864
	$K_{ээс}$	1,894	1,969	1,847	1,854	2,022	1,757	1,759
Казалинский	$O_{pi}$	18561	22510	22717	20746	22548	13740	20172
	$K_{эp}$	1,483	1,798	1,815	1,657	1,802	1,098	1,612
	$K_{эm}$	3,144	3,813	3,847	3,514	3,819	2,327	3,417
	$K_{ээс}$	1,365	1,655	1,670	1,525	1,658	1,010	1,483
Кармакшинский	$O_{pi}$	22162	21970	23886	25927	25090	26139	24282
	$K_{эp}$	1,694	1,679	1,826	1,982	1,918	1,998	1,856
	$K_{эm}$	3,666	3,634	3,951	4,288	4,150	4,323	4,016
	$K_{ээс}$	1,629	1,615	1,756	1,906	1,845	1,922	1,785
Сырдаринский	$O_{pi}$	32967	24854	25763	21692	22563	22610	23321
	$K_{эp}$	2,355	1,776	1,840	1,550	1,612	1,615	1,666
	$K_{эm}$	5,326	4,015	4,162	3,504	3,645	3,652	3,767
	$K_{ээс}$	2,424	1,827	1,894	1,595	1,659	1,663	1,715
Шиелийский	$O_{pi}$	13788	13522	20246	14292	15297	17857	17673
	$K_{эp}$	0,893	0,876	1,311	0,925	0,990	0,156	1,144
	$K_{эm}$	2,269	2,225	3,332	2,352	2,518	2,939	2,908
	$K_{ээс}$	1,014	0,994	1,489	1,051	1,125	1,313	1,299
Жанакорганский	$O_{pi}$	14784	15128	15855	14004	20052	25055	17818
	$K_{эp}$	0,948	0,976	1,017	0,898	1,286	1,606	1,142
	$K_{эm}$	2,413	2,469	2,587	2,285	3,273	4,089	2,908
	$K_{ээс}$	1,087	1,112	1,166	1,029	1,474	1,842	1,310
Кызылординская область	$O_{pi}$	21272	22255	22757	20376	22461	23382	22014
	$K_{эp}$	1,549	1,621	1,658	1,484	1,636	1,703	1,603
	$K_{эm}$	3,471	3,631	3,713	3,324	3,334	3,815	3,592
	$K_{ээс}$	1,564	1,636	1,673	1,498	1,652	1,719	1,619

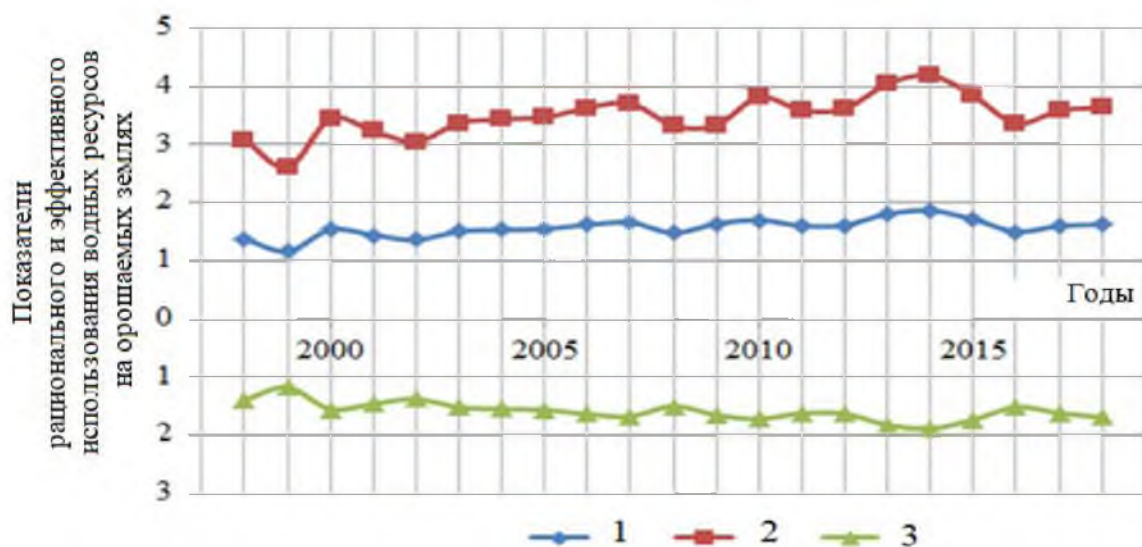
Продолжение таблицы 3

Районы	Показатели	Годы						
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Аральский	$O_{pi}$	15087	14170	15167	3170	2854	6078	2680
	$K_{эp}$	1,336	1,255	1,343	0,281	0,253	0,538	0,237
	$K_{эm}$	2,368	2,224	2,381	0,498	0,448	0,954	0,420
	$K_{ээс}$	1,109	1,042	1,115	0,233	0,210	0,447	0,197
Жалагашский	$O_{pi}$	24947	28860	33318	31544	26310	28386	27974
	$K_{эp}$	1,782	2,062	2,380	2,253	2,102	2,268	2,235
	$K_{эm}$	4,030	4,662	5,382	5,096	4,456	4,808	4,738
	$K_{ээс}$	1,834	2,122	2,449	2,319	1,935	2,087	2,057
Казалинский	$O_{pi}$	22238	22369	22641	22877	19245	19413	18825
	$K_{эp}$	1,776	1,787	1,808	1,828	1,470	1,484	1,439
	$K_{эm}$	3,766	3,789	3,835	3,875	3,183	3,211	3,114
	$K_{ээс}$	1,635	1,648	1,665	1,682	1,415	1,427	1,384

Окончание таблицы 3

Районы	Показатели	Годы						
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Кармакшинский	<i>O<sub>pi</sub></i>	24466	25138	27332	25021	22095	14995	23115
	<i>K<sub>эп</sub></i>	1,870	1,921	2,089	1,912	1,578	1,071	1,651
	<i>K<sub>эм</sub></i>	4,047	4,158	4,521	4,138	3,569	2,422	3,734
	<i>K<sub>сэс</sub></i>	1,799	1,848	2,010	1,839	1,624	1,103	1,700
Сырдаринский	<i>O<sub>pi</sub></i>	27492	31491	23537	30533	16049	18628	19345
	<i>K<sub>эп</sub></i>	1,964	2,249	1,681	2,181	1,146	1,331	1,382
	<i>K<sub>эм</sub></i>	4,441	5,087	3,802	4,932	2,593	3,009	3,125
	<i>K<sub>сэс</sub></i>	2,021	2,310	1,731	2,245	1,800	1,370	1,422
Шиелийский	<i>O<sub>pi</sub></i>	14756	15467	17043	17959	20746	23527	22683
	<i>K<sub>эп</sub></i>	0,955	1,001	1,103	1,163	1,343	1,523	1,468
	<i>K<sub>эм</sub></i>	2,428	2,545	2,805	2,956	3,414	3,872	3,733
	<i>K<sub>сэс</sub></i>	1,085	1,137	1,253	1,321	1,525	1,730	1,668
Жанакорганский	<i>O<sub>pi</sub></i>	13474	22595	17205	15184	30720	33144	35803
	<i>K<sub>эп</sub></i>	0,864	1,449	1,103	0,973	1,970	2,125	2,296
	<i>K<sub>эм</sub></i>	2,199	3,688	2,808	2,478	5,014	5,409	5,843
	<i>K<sub>сэс</sub></i>	0,991	1,661	1,265	1,116	2,259	2,437	2,633
Кызылординская область	<i>O<sub>pi</sub></i>	22167	24811	25613	23545	20615	21977	22289
	<i>K<sub>эп</sub></i>	1,615	1,807	1,866	1,715	1,502	1,601	1,624
	<i>K<sub>эм</sub></i>	3,617	4,048	4,190	3,842	3,364	3,586	3,637
	<i>K<sub>сэс</sub></i>	1,630	1,824	1,883	1,731	1,516	1,616	1,689

При этом, на основе прогнозно-аналитических материалов, приведенных в таблице 3, выполненных по климатическим, энергетическим, экологическим и социально-экономическим показателям, характеризующих эффективное и рациональное использование водных ресурсов на орошаемых землях Кызылординской области, на рисунке представлены средние значения этих показателей.



Климато-энергетические (1), экологические (2) и социально-экономические (3) показатели, характеризующие эффективное и рациональное использования водных ресурсов на орошаемых землях Кызылординской области

**Выводы.** Фактическая оросительная норма, используемая на орошаемых землях в Кызылординской области с 1998 по 2018 гг., с точки зрения климато-энергетической, экологической и социально-экономической эффективности очень низкая и показатели геоэкологических ограничений не соответствуют требованиям, предъявляемым к гидроагроландшафтным системам. В связи с этим отмечается очень низкая эффективность использования водных ресурсов, что требует полностью пересмотреть технологию и технологические схемы орошения сельскохозяйственных культур.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Мустафаев Ж.С., Пулатов К., Козыкеева А.Т., Мустафаева Л.Ж. Экологическая оценка природных систем в зонах бассейна Аральского моря: Аналитический обзор. – Тараз, 1997. – 80 с.
- [2] Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т. Бассейн Аральского моря: прошлое, настоящее и будущее. – Тараз, 2012. – 318 с.
- [3] Бурлибаев М.Ж., Достай Ж.Д., Турсьнов А.А. Арало-Сырдаринский бассейн: гидроэкологические проблемы, вопросы вододеления. – Алматы, 2001. – 180 с.
- [4] Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Жусупова Л.К., Мурат М.М. Формирование агроландшафтных систем в низовьях реки Сырдарии (Кызылординской области) в современных условиях антропогенной деятельности // Доклады II международной научно-практической конференции «Научное обеспечение как фактор устойчивого развития водного хозяйства». – Тараз, 2016. – С. 198-203.
- [5] Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Жусупова Л.К., Мурат М.М. Формирование и функционирование агроландшафтных систем в низовьях реки Сырдарии (Кызылординской области) в современных условиях антропогенной деятельности // Исследования, результаты. – Алматы, 2016. – № 03(071). – С. 174-182.
- [6] Иванов Н.Н. Зоны увлажнения земного шара // Изв. АН СССР. Серия география и геофизика. – 1941. – № 3. – С. 15-32.
- [7] Мустафаев Ж.С., Рябцев А.Д. Адаптивно-ландшафтные мелиорации земель в Казахстане. – Тараз: BIG NEO Service, 2012. – 528 с.
- [8] Сенчуков Г.А., Гнинек В.И., Турулев В.В. Экологически приемлемые нормы водопотребности сельскохозяйственных угодий на Северном Кавказе // Мелиорация и водное хозяйство. – 1995. – № 6. – С. 31-32.
- [9] Парфенова Н.И., Репеткина Н.М. Экологические принципы регулирования гидрогеохимического режима орошаемых земель. – СПб.: Гидрометеиздат, 1995. – 360 с.
- [10] Рузиев М.Т., Приходько В.Г. Оценка перспектив устойчивого развития государств бассейна Аральского моря с помощью модельных расчетов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2002. – № 1. – С. 54-57.

#### REFERENCES

- [1] Mustafayev Zh.S., Pulatov K., Kozykeyeva A.T., Mustafayeva L.Zh. Ecological assessment of natural systems in the zones of the Aral Sea basin: Analytical review. Taraz, 1997. 80 p. (in Russ.).
- [2] Mustafayev Zh.S., Kozykeyeva A.T. Aral Sea basin: past, present and future. Taraz, 2012. 318 p. (in Russ.).
- [3] Burlibaev M.Zh., Dostai Zh.D., Tursynov A.A. Aral-Syrdarya basin: hydroecological problems, issues of water allocation. Almaty, 2001. 180 p. (in Russ.).
- [4] Mustafayev Zh.S., Kozykeyeva A.T., Zhusupova L.K., Murat M.M. The formation of agrolandscape systems in the lower reaches of the Syr Darya River (Kyzylorda Oblast) in the current conditions of anthropogenic activity // Reports of the II International Scientific and Practical Conference «Scientific support as a factor in the sustainable development of water management». Taraz, 2016. P. 198-203 (in Russ.).
- [5] Mustafayev Zh.S., Kozykeyeva A.T., Zhusupova L.K., Murat M.M. The formation and functioning of agrolandscape systems in the lower reaches of the Syr Darya river (Kyzylorda region) in modern conditions of anthropogenic activity // Studies, results. Almaty, 2016. N 03(071). P. 174-182 (in Russ.).
- [6] Ivanov N.N. Humidification zones of the globe // Izv. USSR Academy of Sciences. Series of geography and geophysics. 1941. N 3. P. 15-32 (in Russ.).
- [7] Mustafayev J.S., Ryabtsev A.D. Adaptively-landscape land reclamation in Kazakhstan. Taraz: BIG NEO Service, 2012. 528 p. (in Russ.).
- [8] Senchukov G.A., Gnineko V.I., Turulev V.V. Ecologically acceptable norms of water demand for agricultural land in the North Caucasus // Land reclamation and water management. 1995. N 6. P. 31-32 (in Russ.).
- [9] Parfenova N.I., Reshetkina N.M. Ecological principles of regulation of the hydrogeochemical regime of irrigated lands. SPb.: Gidrometeoizdat, 1995. 360 p. (in Russ.).
- [10] Ruziev M.T., Prikhodko V.G. Evaluation of the prospects for sustainable development of the Aral Sea basin states using model calculations // Land reclamation and water management. 2002. № 1. P. 54-57 (in Russ.).



Ж. С. Мұстафаев<sup>1</sup>, Ә. Т. Қозыкеева<sup>2</sup>, Ә. Ә. Сағаев<sup>3</sup>, Е. Н. Әлімбаев<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Т.ғ. д., профессор, «су ресурстары және мелиорация» кафедрасының профессоры  
(Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан)

<sup>2</sup>Т.ғ. д., доцент, «су ресурстары және мелиорация» кафедрасының профессоры  
(Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан)

<sup>3</sup>Т.ғ. к., доцент, «су шаруашылығы және жерге орналастыру» кафедрасының профессоры  
(Қорқыт-Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті, Қызылорда, Қазақстан)

<sup>4</sup>Магистр, «су шаруашылығы және жерге орналастыру» кафедрасының оқытушысы  
(Қорқыт-Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті, Қызылорда, Қазақстан)

### СЫРДАРИЯ ӨЗЕНІНІҢ СУЖИНАУ АЛАБЫНЫҢ ТӨМЕНҒІ АЛҚАБЫНДАҒЫ АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ ӨНДІРІСІНДЕ СУ РЕСУРСТАРЫН ПАЙДАЛАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ

**Аннотация.** «Казгидромет» РММ-нің және Қазақстан Республикасының Ауылшаруашылық министрлігіне қарасты Су ресурстары комитетінің Арал-Сырдария алабының су ресурстарын пайдалануды реттеу және қорғау инспекциясының 1998–2018 жылдары аралығын қамтитын, Қызылорда облысының әкімшілік аудандарының табиғи жүйесінің энергетикалық қорларын және ауылшаруашылық жерлерінің меншікті суғармалау мөлшерін сипаттайтын көпжылдық ақпараттық-талдау мәліметтерінің негізінде, гидроагроландшафттық жүйелердің экологиялық және экономикалық жағдайын сипаттайтын үш сынақтық көрсеткіштерді пайдалану арқылы, Сырдария өзенінің сужинау алабының төменгі аймағындағы ауылшаруашылық өндірісінің су ресурстарын тиімді пайдалануды бағалау жұмыстары көрсеткендей, су ресурстарын тиімді пайдалану дәрежесі өте төмен, ал ол ауылшаруашылық дақылдарын суғару технологиясын және технологиялық желісін толық қайта қарастыруды талап етеді.

**Түйін сөздер:** өзен, алабы, суғару, мөлшері, ресурсы, су, су беру, табиғат, жүйе, бағалау, тиімділік.

Zh. S. Mustafayev<sup>1</sup>, A. T. Kozykeyeva<sup>2</sup>, A. A. Sagaev<sup>3</sup>, E. N. Alimbaev<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department  
of «Water Resources and melioration» (Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan)

<sup>2</sup>Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department  
of «Water Resources and melioration» (Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan)

<sup>3</sup>Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department  
of «Water Management and Land Management» (Korkyt-Ata Kyzylorda State University, Kyzylorda, Kazakhstan)

<sup>4</sup>Master, Senior Lecturer, Department of «Water Management and Land Management»  
(Korkyt-Ata Kyzylorda State University, Kyzylorda, Kazakhstan)

### ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF WATER RESOURCES USE FOR AGRICULTURAL PRODUCTION IN CATCHMENT AREAS OF THE LOWER REACHES OF SYRDARYA RIVER

**Abstract.** Based on the long-term information and analytical materials of the RSE Kazhydromet and the «Aral-Syrdarya Basin Inspectorate for Regulation of the Use and Protection of Water Resources» of the Committee on Water Resources of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan, covering 1998-2018, characterizing the energy resources of the natural system and specific irrigation norms of agricultural land of the Kyzylorda region in the context of administrative regions, using three criteria indicators characterizing environmental logical and economic status gidroaagrolandshaftnyh systems, estimated water use efficiency of agricultural production in the lower reaches of the Syr Darya river catchments, which showed a very low efficiency in water use, which requires the need to completely overhaul the technology and technological schemes of irrigation of crops in general.

**Keywords:** river, basin, irrigation, norm, resources, water, water supply, nature, system, assessment, efficiency.