

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)

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ СРЕДООБРАЗУЮЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГИДРОАГРОЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ В НИЗОВЬЯХ РЕКИ СЫРДАРИИ

**Аннотация.** Для рационального и эффективного использования гидрологического режима водных ресурсов, формирующихся под влиянием техногенной деятельности в водосборах низовья реки Сырдарии в административных районах Кызылординской области, с учетом геоэкологических ограничений при территориальном планировании оросительных мелиораций с 1998 по 2018 г. в сельскохозяйственных угодьях фактические удельные нормы водопдачи колебались от 21 111,0 до 25 613,0 м<sup>3</sup>/га в пространственно-временном масштабе. Это в 2 раза больше, чем испаряющие способности природной системы. Предложены технологические схемы мелиорации сельскохозяйственных земель, обеспечивающих поэтапное сокращение нормы водопдачи до экологических норм водопотреблений сельскохозяйственных угодий, что способствует увеличению площади орошаемых земель до 300,0 тыс. га.

**Ключевые слова:** река, бассейн, гидрология, режим, ресурсы, вода, норма, водопдача, испарение, орошение, площадь, экология, почва.

**Введение.** Геоэкологические ограничения средообразующей деятельности ландшафтных систем орошаемых массивов в водосборах низовья реки Сырдарии имеют особое значение для создания экологических, почвенно-мелиоративных устойчивостей природной системы и обеспеченности водными ресурсами. Так как объем водных ресурсов для орошения сельскохозяйственных земель во многом зависит от их удельной водопотребности, а также от работоспособности поливной техники и технологических сетей, обеспечивающих транспортировку воды от источника орошения до орошаемых земель, возникает необходимость всестороннего планирования водопотребности сельскохозяйственных земель, являющихся основным водопотребителем водных ресурсов в водосборах низовья реки Сырдарии.

В современных условиях, т.е. в 2000–2018 гг., удельные водопотребности орошаемых земель в разрезе описываемых районов в водосборах низовья реки Сырдарии колебались от 21 111,0 до 25 613,0 м<sup>3</sup>/а, а в рисовых чеках – от 21800,0 до 44640,0 м<sup>3</sup>/га. Это показывает, что гидротехнические и агротехнические мероприятия, обеспечивающие рациональное и эффективное использование водных ресурсов, не соблюдались [1, 2]. Если в ближайшее время на этих орошаемых землях гидротехнические и агротехнические мероприятия полностью не пересмотреть с геоэкологической позиции использования природных ресурсов, то будут повышаться интенсивность вторичного засоления почвы и угроза вывода их из сельскохозяйственного оборота. Поэтому возникает необходимость в реконструкции орошаемых сельскохозяйственных земель в разрезе районов Кызылординской области, расположенных в водосборах низовья реки Сырдарии, на основе геоэкологических ограничений в зависимости от экологических и почвенно-мелиоративных требований к современным гидроагроландшафтными системам.

**Цель исследования.** На основе геоэкологических ограничений, используемых при мелиорации сельскохозяйственных земель, обосновать нормы водопотребности сельскохозяйственных угодий в водосборах низовья реки Сырдарии в разрезе районов Кызылординской области и оптимизировать структуры и состав севооборотов, рассмотреть пути повышения их водообеспеченности

с использованием мобильных техник полива и технологических систем для обеспечения экологической устойчивости гидроагроландшафтных систем.

**Материалы и методы исследований.** Геоэкологические ограничения на описываемых орошаемых массивах могут быть реализованы на основе планирования экологического водопотребления, обеспечивающего максимальное использование потенциальных энергетических ресурсов природной системы и почвенно-мелиоративную устойчивость почвенной системы для получения стабильной и качественной сельскохозяйственной продукции. При этом основные геоэкологические ограничения при мелиорации сельскохозяйственных земель и средневзвешенная оросительная норма сельскохозяйственных культур севооборота  $O_p^{cp}$  не должны превышать экологические нормы водопотребности сельскохозяйственных угодий  $O_p^э$  гидроагроландшафтных систем, которые определяют на основе затрат энергии солнечной радиации, т. е.  $O_p^{cp} \leq O_p^э$ , или  $O_p^{cp} / O_p^э = 1,0$  [3].

Таким образом, для агроэкологического обоснования оптимального состава и структуры севооборота можно использовать следующую систему уравнений [3]:

$$\sum_{i=1}^n O_{pi} \cdot \alpha_i \leq O_p^э;$$

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1,0,$$

где  $O_{pi}$ ,  $\alpha_i$  – оросительная норма и доля участия  $i$ -й сопутствующей сельскохозяйственной культуры севооборота.

**Результаты исследований.** Водосборы в низовьях реки Сырдарии, где расположены гидроагроландшафтные системы Кызылординской области, находятся в очень засушливой географической зоне. Она определяет особенности природной системы и требует планирования водопотребности сельскохозяйственных культур и угодий при 95% водообеспеченности.

С учетом климатических, гидрологических, гидрохимических и экологических условий и на основе принципов геоэкологических ограничений мелиорации сельскохозяйственных, оросительных норм сельскохозяйственных культур и угодий при 95% водообеспеченности для десятипольных севооборотов оросительные нормы сельскохозяйственных культур приведены в таблице 1 [3].

Способы и технологии полива, используемые для орошения, должны соответствовать биологическим особенностям каждой сельскохозяйственной культуры, входящей в состав севооборота, и экологическим требованиям, предъявляемым к мелиорации сельскохозяйственных земель. Они должны не только обеспечить рациональное использование водных ресурсов, но и создать условия для эффективного применения энергии солнечной радиации в почвообразовательном процессе [4-7].

Поэтому из-за технологических особенностей способов полива, применяемых на полях отдельных сельскохозяйственных культур, входящих в севооборот, необходимо учитывать, что он не сможет обеспечивать развитие почвообразовательного процесса в соответствии с законом эволюции, в связи с чем необходимо предусмотреть геоэкологические ограничения в их ротационном периоде севооборота.

Гидрологический режим в водосборах низовья реки Сырдарии полностью зарегулирован с помощью каскадов водохранилищ, построенных в основных руслах реки и притоках. Таким образом, для увеличения площади орошаемых земель в Кызылординской области до 300,0 тыс. га проектирование севооборота и оросительных систем на орошаемых землях (гидроагроландшафтных системах) следует проводить с привязкой к технике полива сельскохозяйственных культур, которые перемещаются по ротационной схеме, принятой в севообороте. При этом средние затраты солнечной энергии на почвообразовательный процесс не должны быть меньше оптимальных затрат солнечной энергии на почвообразовательный процесс в конкретных природно-климатических условиях [3].

Таблица 1 – Оросительные нормы сельскохозяйственных культур, входящих в состав и структуры севооборотов на орошаемых массивах Кызылординской области

Виды севооборота	Сельскохозяйственные культуры	$\alpha_i$	Оросительные нормы сельскохозяйственных культур и угодий, м <sup>3</sup> /га		
			$T_{pi}$	$O_{pi}$	$O_p^3$
Овощные	Многолетние травы	0,30	4900,0	11000,0	6600,0
	Картофель	0,20	3400,0	7500,0	
	Овощи	0,10	2500,0	5500,0	
	Бахчевые	0,20	4000,0	8950,0	
	Кукуруза на зерно	0,20	3500,0	7350,0	
Кормовые	Многолетние травы	0,30	4900,0	11000,0	6600,0
	Кукуруза на силос	0,10	2900,0	6300,0	
	Кукуруза на зерно	0,20	3500,0	7350,0	
	Подсолнечник	0,20	2500,0	5500,0	
	Бахчевые	0,20	4000,0	8950,0	
Зерновые	Яровая пшеница	0,20	2000,0	4550,0	6600,0
	Озимая пшеница	0,15	1850,0	4000,0	
	Подсолнечник	0,15	2500,0	5500,0	
	Многолетние травы	0,30	4900,0	11000,0	
	Бахчевые	0,20	4000,0	8950,0	
Рисовые	Рис	0,30	-	22000,0	6600,0
	Многолетние травы	0,30	4900,0	11000,0	
	Пшеница	0,10	2000,0	4550,0	
	Кукуруза на зерно	0,10	3500,0	7350,0	
	Бахчевые	0,20	4000,0	8950,0	

Особенности предлагаемой оросительной системы с привязкой к технике полива сельскохозяйственных культур, входящих в состав севооборота, отвечают основному назначению – повышению затрат энергии на почвообразование и плодородие почв и интенсивности биологического круговорота вещества, соответствующие энергетическим ресурсам природной системы, позволяют восстановить почвенно-мелиоративную устойчивость деградированных орошаемых земель в водосборах низовья реки Сырдарии.

Суммарные затраты энергии на почвообразование при одинаковых условиях увлаженности находятся в прямой зависимости от радиационного баланса и критериев оценки потребностей почвообразовательного процесса в водных мелиорациях. Гидротермический коэффициент («радиационный индекс сухости») равен [8]:

$$\bar{R} = R / (L \cdot O_c),$$

где  $R$  – радиационный баланс поверхности почвы, кДж/см<sup>2</sup>;  $O_c$  – атмосферные осадки, мм;  $L$  – скрытая теплота парообразования, кДж/см<sup>2</sup>·год на 1 мм слоя воды.

Другой важнейшей оценкой условий почвообразования являются затраты солнечной энергии на почвообразование  $Q_n$  [9]:

$$Q_n = R \cdot \exp(-\alpha \cdot \bar{R}),$$

где  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности почвы и равный 0,47.

При этом оптимальный почвообразовательный процесс в природе наблюдается, когда  $\bar{R} = R / (L \cdot O_c) = 1,0$ . В этом случае процессы массо- и энерготенеза сбалансированы, а почвы

Таблица 2 – Проектирование севооборота и технологической схемы оросительных систем на орошаемых землях (гидроагроландшафтных системах) Кызылординской области с привязками сельскохозяйственных культур к технике полива

№ поля	Сельскохозяйственные культуры	$\alpha_i$	Способ полива и техники полива	Гидротермический показатель орошаемых земель		
				$O_{pi}$	$\bar{R}_i$	$Q_{ni}$
Овощные севообороты						
1	Многолетние травы	0,10	По бороздам	11000,0	0,63	143,8
2	Многолетние травы	0,10	По бороздам	11000,0	0,63	143,8
3	Многолетние травы	0,10	По бороздам	11000,0	0,63	143,8
4	Картофель	0,10	По бороздам	7500,0	0,87	128,3
5	Картофель	0,10	По бороздам	7500,0	0,87	128,3
6	Овощи	0,10	Капельное	2500,0	1,99	75,8
7	Бахчевые	0,10	Субирригация	0,000	5,55	13,6
8	Бахчевые	0,10	Субирригация	0,000	5,55	13,6
9	Кукуруза на зерно	0,10	Капельное	3500,0	1,58	93,3
10	Кукуруза на зерно	0,10	Капельное	3500,0	1,58	93,3
Среднее		1,00		5750,0	1,08	165,2
Кормовые севообороты						
1	Многолетние травы	0,10	По бороздам	11000,0	0,63	143,8
2	Многолетние травы	0,10	По бороздам	11000,0	0,63	143,8
3	Многолетние травы	0,10	По бороздам	11000,0	0,63	143,8
4	Кукуруза на силос	0,10	Капельное	2900,0	4,52	23,3
5	Кукуруза на зерно	0,10	Капельное	3500,0	1,58	93,3
6	Кукуруза на зерно	0,10	Капельное	3500,0	1,58	93,3
7	Подсолнечник	0,10	По бороздам	5500,0	1,12	114,7
8	Подсолнечник	0,10	По бороздам	5500,0	1,12	114,7
9	Бахчевые	0,10	Субирригация	0,000	5,55	13,6
10	Бахчевые	0,10	Субирригация	0,000	5,55	13,6
Среднее		1,00		5390,0	1,14	112,8
Зерновые севообороты						
1	Яровая пшеница	0,10	Дождевание	4550,0	1,30	105,0
2	Яровая пшеница	0,10	Дождевание	4550,0	1,30	105,0
3	Озимая пшеница	0,10	Дождевание	4000,0	1,44	97,2
4	Озимая пшеница	0,10	Дождевание	4000,0	1,44	97,2
5	Подсолнечник	0,10	Капельное	2500,0	1,99	75,3
6	Многолетние травы	0,10	По бороздам	11000,0	0,63	143,8
7	Многолетние травы	0,10	По бороздам	11000,0	0,63	143,8
8	Многолетние травы	0,10	По бороздам	11000,0	0,63	143,8
9	Бахчевые	0,10	Субирригация	0,000	5,55	13,6
10	Бахчевые	0,10	Субирригация	0,000	5,55	13,6
Среднее		1,00		5260,0	1,17	112,8
Рисовые севообороты						
1	Рис	0,10	По полосам	22000,0	0,33	165,2
2	Рис	0,10	По полосам	22000,0	0,33	165,2
3	Многолетние травы	0,10	По бороздам	11000,0	0,63	143,8
4	Многолетние травы	0,10	По бороздам	11000,0	0,63	143,8
5	Многолетние травы	0,10	По бороздам	11000,0	0,63	143,8
6	Пшеница	0,10	Дождевание	4550,0	1,30	105,0
7	Кукуруза на зерно	0,10	Капельное	3500,0	1,58	93,3
8	Кукуруза на зерно	0,10	Капельное	3500,0	1,58	93,3
9	Бахчевые	0,10	Субирригация	0,000	5,55	13,6
10	Бахчевые	0,10	Субирригация	0,000	5,55	13,6
Среднее		1,00		8855,0	0,76	134,1

представлены различными типами черноземов. Тогда экологическую оросительную норму сельскохозяйственных угодий  $O_p^3$  и гидротермический коэффициент («радиационный индекс сухости») орошаемых земель необходимо определить исходя из принципов, обеспечивающих сбалансированность тепло- и влагопереноса на орошаемых землях, т.е. [3]

$$O_p^3 = [R/\bar{R} \cdot L] - O_c \quad \text{и} \quad \bar{R}_{oi} = R/[L \cdot (O_c + O_{pi})] = 1,0,$$

где  $O_{pi}$  – оросительная норма  $i$ -й сельскохозяйственной культуры.

На основе предложенного способа создания севооборота с мобильными техниками полива для управления и регулирования почвообразовательного процесса гидроагроландшафтных систем выполнен прогнозный расчет затрат энергии на почвообразование для каждого поля десятипольного севооборота на гидроагроландшафтных системах Кызылординской области (см. таблицу 2).

По многолетним данным метеорологических станций «Арал», «Казалы», «Жосалы», «Кызылорда», «Шиели» и «Аккум», расположенных в водосборах низовья реки Сырдарии, среднее значение атмосферных осадков  $O_c$  равно 140,0 мм, средний многолетний радиационный баланс поверхности почвы  $R_i$  – 194,4 кДж/см<sup>2</sup>. Они использованы для определения естественного гидротермического коэффициента  $\bar{R}_i$ , характеризующего сбалансированность тепла и влаги и который равен 5,55. Он является интегральным критерием для оценки эффективности способа создания севооборота с мобильными техниками полива.

Таким образом, на основе внедрения десятипольных севооборотов на орошаемых массивах Кызылординской области среднее значение оросительных норм можно формировать в пределах экологических норм водопотребности сельскохозяйственных угодий, а за счет регулирования гидротермического показателя орошаемых земель можно обеспечить повышение затрат энергии солнечной радиации на почвообразовательный процесс, то есть показатели определяются составом и структурой севооборота:

в овощных севооборотах средняя оросительная норма  $O_{pi}$  – 5750,0 м<sup>3</sup>/га, гидротермический показатель  $\bar{R}_i$  – 1,08 и затраты энергии солнечной радиации на почвообразовательный процесс  $Q_{mi}$  – 165,2 кДж/см<sup>2</sup>;

в кормовых севооборотах средняя оросительная норма  $O_{pi}$  – 5390,0 м<sup>3</sup>/га, гидротермический показатель  $\bar{R}_i$  – 1,14 и затраты энергии солнечной радиации на почвообразовательный процесс  $Q_{mi}$  – 112,8 кДж/см<sup>2</sup>;

в зерновых севооборотах средняя оросительная норма  $O_{pi}$  – 5260,0 м<sup>3</sup>/га, гидротермический показатель  $\bar{R}_i$  – 1,17 и затраты энергии солнечной радиации на почвообразовательный процесс  $Q_{mi}$  – 112,8 кДж/см<sup>2</sup>;

в рисовых севооборотах средняя оросительная норма  $O_{pi}$  – 8855,0 м<sup>3</sup>/га, гидротермический показатель  $\bar{R}_i$  – 0,76 и затраты энергии солнечной радиации на почвообразовательный процесс  $Q_{mi}$  – 134,1 кДж/см<sup>2</sup>.

При этом на орошаемых землях Кызылординской области водопотребности бахчевых культур, входящих в состав севооборота, можно обеспечить разработанными специальными видами субиригации [10].

Задачей такого способа применения грунтовых вод в субиригации является обеспечение водопотребности сельскохозяйственных культур, в частности овощных, в течение вегетационного периода с использованием дикого растительного сообщества, а именно биологических особенностей верблюжьей колючки (джантака или янтака), т. е. ее мощной корневой системы, уходящей вглубь почти на 20 м. Она служит как элемент оросительной системы в условиях недостаточного естественного увлажнения и дефицита водных ресурсов.

Предполагаемый способ использования грунтовых вод в субиригации осуществляется следующим образом. В зависимости от биологических особенностей овощных культур определяются технологические схемы посадки овощных культур и на их основе рассчитываются ширина и длина полей, где планируется их выращивать, то есть длина участка находится по формуле

$$L = l \cdot n_p,$$

где  $l$  – расстояние между растениями вдоль грядок, м;  $n_p$  – количество растений вдоль грядок, а ширину участка можно установить по формуле  $B = e \cdot n_e$  (где  $e$  – расстояние между грядками, которое соответствует технологической схеме посадки культуры, м;  $n_e$  – количество грядок). Тогда площадь полей будет  $A = L \cdot B$  га.

При этом площадь поля  $F_m$  для выращивания отдельных сельскохозяйственных культур в составе севооборота определяется как

$$F_m = l \cdot B.$$

В первый год по грядкам, согласно соответствующей технологической схеме посадки овощных культур, сажают семена верблюжьей колючки, а во второй год, когда формируется мощная корневая система, в их нижней части на одревесневающих стеблях сажают семена овощных культур, которые вместе с их корневой системой используются как элемент оросительной системы, обеспечивающей использование грунтовых вод в субиригации.

Созданный севооборот с мобильными техниками полива для управления и регулирования почвообразовательного процесса гидроагроландшафтных систем обеспечивает:

повышение интенсивности почвообразовательного процесса за счет регулирования затрат энергии на почвообразование в результате чередования сельскохозяйственных культур в севообороте;

рост интенсивности биологического круговорота воды и вещества за счет сбалансирования режима увлажнения почвы при чередовании сельскохозяйственных культур в севообороте;

обеспечение биологической устойчивости продуктивности сельскохозяйственных культур при чередовании в севообороте.

Для рационального и эффективного использования гидрологического режима водных ресурсов, формирующихся под влиянием техногенной деятельности в водосборах низовья реки Сырдарии в Кызылординской области, на основе поэтапного внедрения предлагаемых технологических схем использования водных ресурсов в сельскохозяйственном производстве площадь орошаемых гидроагроландшафтных систем до 2030 года можно увеличить до 300,0 тыс. га (таблица 3).

Таблица 3 – Развитие орошаемых земель в разрезе административных районов Кызылординской области, расположенных в водосборах низовья реки Сырдарии

Район	Площадь орошаемых земель в современных условиях, тыс. га	Развитие площади орошаемых земель					
		2020		2025		2030	
		оросительная норма, м <sup>3</sup> /га	площадь, тыс. га	оросительная норма, м <sup>3</sup> /га	площадь, тыс. га	оросительная норма, м <sup>3</sup> /га	площадь, тыс. га
Аральский	1,040	11290	1,22	13600	1,52	6370	1,83
Казалинский	19,62	12516	22,98	13600	28,73	5904	34,47
Кармакшинский	23,05	13084	27,00	13600	33,75	6046	40,50
Жалагапский	33,02	13998	38,68	13600	48,35	6190	58,02
Сырдаринский	39,92	13998	46,76	13600	58,45	6190	70,14
Шиелинский	25,80	15444	30,22	13600	37,78	6076	45,33
Жанакорганский	28,28	15597	33,14	13600	41,42	6127	49,71
Кызылординская область	170,73	13729	200,0	13600	250,0	6129	300,0

Таким образом, развитие площади орошаемых земель в Кызылординской области, расположенных в водосборах низовья реки Сырдарии, и их устойчивость должны обеспечиваться оптимальными почвенно-экологическими, почвенно-мелиоративными и почвенно-геохимическими условиями, а биологической продуктивности должны соответствовать энергетические ресурсы природной системы. Необходимо сохранить принципы мелиорации сельскохозяйственных земель и использовать инновационные технологии орошения.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] Мустафаев Ж.С., Рябцев А.Д. Адаптивно-ландшафтные мелиорации земель в Казахстане. – Тараз: BIG NEO Service, 2012. – 528 с.
- [4] Мустафаев Ж.С. Методологические и экологические принципы мелиорации сельскохозяйственных земель. – Тараз, 2004. – 306 с.
- [5] Хачатурьян В.Х., Айдаров И.П. Концепция улучшения экологической и мелиоративной ситуации в бассейне Аральского моря // Мелиорация и водное хозяйство. – 1990. – № 12. – С. 5-12; 1991. – № 1. – С. 2-9.
- [6] Хачатурьян В.Х. Обоснование сельскохозяйственной мелиорации с экологических позиций // Вестник сельскохозяйственной науки. – М., 1990. – № 5. – С. 43-48.
- [7] Мустафаев Ж.С., Садьков С.С. Гидротермический режим орошаемых земель: Аналитический обзор. – Жамбыл, 1996. – 74 с.
- [8] Будыко М.И. Тепловой баланс земной поверхности. – Л.: Гидрометиздат, 1956. – 255 с.
- [9] Волобуев В.Р. Введение в энергетику почвообразования. – М.: Наука, 1974. – 128 с.
- [10] Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Сагаев А.А., Алимбаев Е.Н. Способ использования грунтовых вод на субиригацию (Патент КР). № 103989. – 3 с.

## REFERENCES

- [1] 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.).
- [2] 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.).
- [3] Mustafayev J.S., Ryabtsev A.D. Adaptively-landscape land reclamation in Kazakhstan. Taraz: BIG NEO Service, 2012. 528 p. (in Russ.).
- [4] Mustafayev J.S. Methodological and environmental principles of land reclamation. Taraz, 2004. 306 p. (in Russ.).
- [5] Khachaturian V.Kh., Aidarov I.P. The concept of improving the environmental and reclamation situation in the Aral Sea basin // Land reclamation and water management. 1990. N 12. P. 5-12; 1991. N 1. P. 2-9 (in Russ.).
- [6] Khachaturian V.Kh. The rationale for agricultural land reclamation from an environmental perspective // Bulletin of Agricultural Science. M., 1990. N 5. P. 43-48 (in Russ.).
- [7] Mustafayev Zh.S., Sadykov S.S. Hydrothermal regime of irrigated lands: Analytical review. Zhambyl, 1996. 74 p. (in Russ.).
- [8] Budyko M.I. Thermal balance of the earth's surface. L.: Gidrometizdat, 1956. 255 p. (in Russ.).
- [9] Volobuev V.R. Introduction to the energy of soil formation. M.: Nauka, 1974. 128 p. (in Russ.).
- [10] Mustafayev Zh.S., Kozykeyeva A.T., Sagaev A.A., Alimbaev E.N. The method of using groundwater for subirrigation (Kyrgyz Patent). N 103989. 3 p. (in Russ.).

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

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

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

<sup>3</sup>Т. г. 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 ТӨМЕНГІ САЛАСЫНЫҢ ГИДРОАГРОЛАНДШАФТТЫҚ ЖҮЙЕСІНІҢ ОРТАНЫ ҚҰРУШЫ ҚЫЗМЕТІН ГЕОЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТҰРГЫДА ШЕКТЕУ

**Аннотация.** Сырдария өзенінің сужинау алабының төменгі аймағының Қызылорда облысының әкімшілік аудандарының шеңберіндегі, қарастырылып отырған 1998–2018 жылдар аралығында кеңістік-уақыт масштабында ауылшаруашылық жерлердің нақты меншікті сугармалау мөлшерінің 21 111,0 м<sup>3</sup>/га-дан 25 613,0 м<sup>3</sup>/га шамасында ауытқитынын және оның табиғи жүйенің жер бетінен ылғалды буландыру қабілетіне қарағанда, екі есе артық екендігіне байланысты, қазіргі кездегі оның техногендік қызметтің әсерінен қалыптасатын су ресурстарының гидрологиялық режимін тиімді және ұтымды пайдалану үшін сугару мелиорациясын аймақтық жаспарлау кезінде геоэкологиялық шектеуді ескере отырып, кезеңмен ауылшаруашылық жерлердің сугармалау мөлшерін, оның экологиялық суды тұтыну мөлшеріне дейін шектеуді қамтамасыз ететін, ауылшаруашылық жерлерді мелиорациялаудың технологиялық желілері ұсынылған, ал ол болашақта сугармалы егістік жерлердің ауданын 300,0 мың га дейін жеткізуге мүмкіншілік береді.

**Түйін сөздер:** өзен, алабы, гидрология, режимі, ресурс, су, мөлшер, су беру, булану, сугару, ауданы, экология, топырақ.

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  
«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)

### GEOECOLOGICAL LIMITATIONS OF THE ENVIRONMENTAL ACTIVITY OF THE HYDROAGROLANDSCAPE SYSTEMS IN THE LOWER OF THE SYRDARYA RIVER

**Abstract.** For the rational and effective use of the hydrological regime of water resources, formed under the influence of technogenic activities in the catchments of the lower Syrdarya river within the administrative districts of the Kyzylorda region, taking into account geo-ecological restrictions in the territorial planning of irrigation land reclamation, where in the periods under consideration from 1998 to 2018 in agricultural lands actual specific norms of water supply ranged from 21 111.0 to 25 613.0 m<sup>3</sup>/ha on a spatio-temporal scale, which in va times more than the evaporation capacity of the natural system, offered technological schemes of reclamation of agricultural land to ensure gradual reduction of water supply to the norms of ecological norms of water consumption of agricultural land, which contributes to increase the area of irrigated land to 300.0 thousand. ha in the long term.

**Keywords:** river, basin, hydrology, regime, resources, water, rate, water supply, evaporation, irrigation, area, ecology, soil.