



Научная статья

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ ПО АРАЛО-СЫРДАРЬИНСКОМУ ВХБ

Татьяна С. Гричаная* к.т.н. , Павел А. Калашников к.т.н. , Алихан С. Кали ,
Гульнаурыз С. Отеберген 

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства», Тараз, Казахстан; tank_gr@mail.ru (ТСГ), kalashnikov_81@inbox.ru (ПАК), k.alihan_95@mail.ru (АСК), gulnauryz.utepbergen@mail.ru (ГСО)

*Автор корреспонденции: Татьяна С. Гричаная, tank_gr@mail.ru

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

орошаемое земледелие,
водные ресурсы,
Арал-Сырдарьинский
бассейн,
эффективность
водопользования,
устойчивое сельское
хозяйство

АБСТРАКТ

Казахстан относится к категории стран с большим дефицитом водных ресурсов. По водообеспеченности страна занимает последнее место среди стран СНГ. Удельная водообеспеченность составляет 37 тыс. м³ на 1 км² и 6,0 тыс. м³ на 1 человека в год. Это положение усугубляется еще и тем, что распределение водных ресурсов в Казахстане неравномерное в пространстве и большинство рек являются трансграничными. В перспективе ожидается сокращение ресурсов трансграничного стока в республику в связи с хозяйственной деятельностью в соседних государствах, так как больше половины стока формируется за пределами РК. Прогнозируемое сокращение водных ресурсов вследствие глобальных и региональных изменений климата представляет серьезную угрозу водообеспеченности страны и требует проведение детального анализа эффективности использования имеющихся водных ресурсов. Учитывая, что основные площади орошаемого земледелия расположены в южных регионах, в частности в Арало-Сырдарьинском водохозяйственном бассейне, данная статья посвящена оценке эффективности использования возобновляемых водных ресурсов в орошаемом земледелии этого бассейна. В качестве базы были взяты имеющиеся статистические данные с 2010 по 2022 годы по водопользованию, структуре посевов, фактической водообеспеченности года, а также климатические показатели. В проведенных исследованиях рассматривался количественный метод определения эффективности использования оросительной воды при регулярном орошении. Полученные результаты могут быть использованы для совершенствования водной политики и устойчивого управления водными ресурсами в сельском хозяйстве региона.

По статье:

Получено: 07.08.2025
Пересмотрено: 05.10.2025
Принято: 06.10.2025
Опубликовано: 08.10.2025

1. ВВЕДЕНИЕ

Казахстан относится к числу стран, где орошаемое земледелие в сельскохозяйственном производстве играет ведущую роль. Основные площади орошаемых земель расположены в южных регионах, в том числе в Туркестанской области около 38 % и в Кызылординской области 14 %, входящих Арало-Сырдарьинский бассейн [1]. Эти территории характеризуются засушливым климатом, высокой зависимостью от трансграничной реки (Сырдарья), а также значительным потреблением воды в сельском хозяйстве, особенно в сфере орошаемого земледелия. В последние годы в регионе наблюдаются тенденции уменьшения объема воды в реке, вызванного глобальными климатическими изменениями, нестабильностью водных поступлений из сопредельных стран и отсутствием эффективной системы управления водными ресурсами. В результате усиливаются риски продовольственной и

Для цитирования:

Гричаная Т., Калашников П., Кали А., Отеберген Г. Оценка эффективности использования возобновляемых водных ресурсов в орошаемом земледелии по Арало-Сырдарьинскому ВХБ // Гидрометеорология и экология, 119 (4), 2025, 35-46.

экологической безопасности, снижается урожайность, ухудшается социально-экономическая ситуация в сельских районах.

Целью исследования было оценить, как можно улучшить использование возобновляемых водных ресурсов в орошаемом земледелии в Арало-Сырдарьинском ВХБ, чтобы повысить его эффективность.

Ключевыми задачами являлись: исследование динамики водопотребления, анализ структуры посевных площадей, оценка фактической обеспеченности водными ресурсами за продолжительный период, а также изучение климатических параметров. На основе полученных данных определялась эффективность применения оросительной воды в условиях регулярного полива.

Новизна работы заключается в оценке эффективности использования водных ресурсов в орошаемом земледелии Арало-Сырдарьинского ВХБ.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Арало-Сырдарьинский бассейн занимает площадь около 345 тыс. км² [2], расположен в зоне резко континентального климата, где характерны значительная годовая и суточная амплитуда колебания температуры воздуха, большая сухость воздуха, малая облачность, скудность осадков при неравномерном их распределении по году и незначительный снежный покров. Лето жаркое, со средней температурой июля от +24 °С до +28 °С, а зима холодная, со средней температурой января от -8 °С до -15 °С. Зимой в отдельные годы морозы могут достигать -30 °С и ниже [2].

Среднегодовое количество осадков составляет от 130 мм до 300 мм, но в горных районах может быть выше [3]. Большая часть осадков выпадает в виде дождя весной и осенью. В регионе преобладают засушливые и суховейные явления, что обусловлено его географическим положением в центре Евразии и влиянием пустынных и полупустынных ландшафтов.

Гидрографическая сеть бассейна развита неравномерно. Наибольшее количество рек приурочено к горным районам, тогда как равнинные территории реками бедны, а пустыни совсем не имеют поверхностных вод. Основной рекой бассейна является река Сырдарья, которая берет начало за пределами Казахстана.

Бассейн включает в себя равнинные и предгорные участки. Основную часть территории занимают пустыни и полупустыни. В географическом отношении территория Арало-Сырдарьинского бассейна расположена в основном в пределах трех широтных природных зон: пустынной, предгорно-степной и предгорно-полупустынной с разными коэффициентами увлажненности (Ку) [4]:

Коэффициенты увлажненности территорий бассейна свидетельствуют о высоком недостатке влаги и только орошение сельскохозяйственных культур в регионе позволяет обеспечить население областей собственной продукцией.

В целом, природные условия Арало-Сырдарьинского водохозяйственного бассейна определяются засушливым климатом, дефицитом водных ресурсов, сложной гидрографией и значительным антропогенным воздействием, что приводит к серьезным экологическим проблемам. Особенно остро стоит вопрос эффективного использования воды для орошения. Вопрос дефицита воды в Казахстане широко рассматривается как в отечественных, так и международных источниках. Работы ряда исследователей, а также публикации международных организаций (FAO, UNECE, World Bank) подчёркивают нарастающий дефицит водных ресурсов в Центральной Азии, обусловленный климатическими изменениями, ростом населения и устаревшей системой водораспределения. Ряд исследований указывает на низкий уровень водоеффективности в сельском хозяйстве Казахстана и необходимость внедрения современных ирригационных технологий. Также подчёркивается значимость трансграничного сотрудничества в бассейне реки Сырдарья.

Материалы по водопользованию, климатическим показателям и фактический состав возделываемых сельскохозяйственных культур создали предпосылки для

определения эффективности использования оросительной воды при регулярном орошении. В данной работе был применен количественный метод определения эффективности использования оросительной воды при регулярном орошении, а именно разница средневзвешенной оросительной нормы и возможного к использованию объема воды непосредственно на поле с учетом потерь при транспортировке.

Климатические факторы и фактический состав возделываемых сельскохозяйственных культур создали предпосылки для определения эффективности использования оросительной воды при регулярном орошении по Арало-Сырдарьинскому бассейну.

Методика оценки эффективности

Основной принцип методической оценки эффективности использования возобновляемых водных ресурсов в орошаемом земледелии по Арало-Сырдарьинскому ВХБ заключается в сравнении нормативного объема воды, необходимого для орошения (средневзвешенной оросительной нормы), с фактическим объемом, который реально поступает на поля. Разница между этими показателями и является мерой эффективности (формула 1):

$$E = H_{\text{ср}} - V_{\text{факт}}, \quad (1)$$

где, $H_{\text{ср}}$ - средневзвешенная оросительная норма, м³/га, $V_{\text{факт}}$ - фактически используемый объём воды на поле, м³/га.

Средневзвешенная оросительная норма определялась с учетом структуры посевных площадей и фактической водообеспеченности года по Арало-Сырдарьинскому бассейну (формула 2):

$$H_{\text{ср}} = (\sum_{i=1}^n P_i \cdot H_i), \quad (2)$$

где, n - количество культур, шт; P_i - доля посевной площади под i -й культурой (в долях от 1); H_i - оросительная норма для i -й культуры, м³/га.

$$V_{\text{факт}} = V_{\text{подано}} \cdot (1 - \alpha), \quad (3)$$

где, $V_{\text{подано}}$ - объём воды, поданный в систему (м³/га); α - коэффициент потерь воды при транспортировке (в долях от 0 до 1).

Таким образом, полная формула будет выглядеть следующим образом (формула 4):

$$E = (\sum_{i=1}^n P_i \cdot H_i) - V_{\text{подано}} \cdot (1 - \alpha), \quad (4)$$

Разница между этими показателями показывает оценку эффективности использования водных ресурсов в Арало-Сырдарьинском бассейне.

Для определения потребности сельскохозяйственных культур в воде для ВХБ было проведено расчетное суммарное водопотребление на структурный гектар, в котором учитывалось долевое участие фактически выращиваемой культуры и требуемые оросительные нормы с учетом структуры посевов (формула 5):

$$N_{срj} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{D_i}{100} \cdot N_{ij} \right) \quad (5)$$

где, $N_{срj}$ -средневзвешенная оросительная норма по бассейну при водообеспеченности j (в м³/га), D_i - доля культуры в структуре посевных площадей (%); N_{ij} - оросительная норма для культуры i в год обеспеченности j ($j=50\%, 75\%, 95\%$); i — индекс культуры.

Данный подход позволяет получить объективную картину рациональности водопользования в орошаемом земледелии Арало-Сырдарьинского бассейна, учитывая как природные, так и антропогенные факторы.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка эффективности использования возобновляемых водных ресурсов в орошаемом земледелии по Арало-Сырдарьинскому водохозяйственному бассейну проводилась с учетом структуры посевных площадей орошаемых земель в Кызылординской и Туркестанской областях (таблица 1) [5], фактической водообеспеченности территорий по данным «Казгидромет» [6] с 2010 по 2022 годы и КПД каналов по данным Арало-Сырдарьинской бассейновой инспекции (таблица 2) [7]. Данный период был выбран из-значительных изменений климатических условий, включая вариации осадков и температуры и усиление антропогенной нагрузки на водные ресурсы. Также за данный период ведется систематический сбор и учет данных, что обеспечивает достоверность и сопоставимость показателей, необходимых для качественного анализа.

Таблица 1

Структура посевных площадей орошаемых земель, тыс. га (по данным МСХ РК)

№	Область	Масличные	Многолетние травы	Кормовые, (в т.ч. кукуруза на зерно)	Овощи	Хлопчатник	Картофель	Яровые зерновые	Рис	Бахчевые	Всего
1	Кызылординская	5.7	41.8	19.2	5.6		3.8	10.4	89.5	8.1	184.1
2	Туркестанская (без Созакского района)	60.6	28.1	32.3	30.6	125.8	10.9	13.7	3.9	44.3	350.2
	ИТОГО	66.3	69.9	51.5	36.2	125.8	14.7	24.1	93.4	52.4	534.3

Таблица 2

Фактическая водообеспеченность по годам и КПД каналов за период 2010...2022 гг

Показатели	Годы												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Факт.													
водообеспеченность	38.6	63.6	75.0	50.0	22.7	29.5	13.6	27.3	65.9	77.3	61.4	88.6	20.5
года, %													
КПД оросительных													
сетей	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.68	0.74

По результатам данных наблюдается нестабильность водообеспеченности, с чередующимися годами достаточного и крайне низкого уровня. Эти показатели

указывают на высокую зависимость от внешних факторов (гидрологическая обстановка, межгосударственное распределение воды, метеоусловия). Максимальные значения фактической водообеспеченности года наблюдаются в 2021 году – 88.6 %, 2012 году – 75.0 %, 2019 году – 77.3 %, минимальные в 2016 год – 13.6 %, 2022 год – 20.5 %, 2014 год – 22.7 %. Уровень эффективности оросительных сетей с 2010 по 2020 год составлял в среднем 0.60 (60 %). В последние 2 года отмечается повышение эффективности оросительных систем, что может быть связано с проведением работ по их модернизации или о внедрении мер, направленных на сокращение водопотерь.

Для оценки эффективности проведен расчет средневзвешенных значений оросительных норм для каждой культуры, возделываемой в Арало-Сырдарьинском бассейне с учетом природных зон и коэффициентов увлажненности. Средневзвешенные оросительные нормы по Арало-Сырдарьинскому ВХБ согласно Укрупненных норм водопотребления и водоотведения [4] с учетом структуры посевных площадей и доли каждой культуры от общей площади орошаемых земель в бассейне приведены в таблице 3.

Таблица 3

Средневзвешенные оросительные нормы по Арало-Сырдарьинскому ВХБ с учетом структуры посевных площадей

Орошаемые культуры	Доля поливной площади с/х культур в % от общей орошаемой площади по ВХБ	Нормы водопотребления по годам водообеспеченности, м ³ /га		
		50 %	75 %	95 %
Масличные	12.4	5475.00	6368.75	7462.50
Многолетние травы	13.1	9006.25	10006.25	11518.75
Кормовые, (в т.ч. кукуруза на зерно)	9.6	6137.50	7031.25	8137.50
Овощи	6.8	7381.25	8456.25	9762.50
Хлопчатник	23.5	6828.57	7614.29	8878.57
Картофель	2.7	6200.00	6968.75	8075.00
Яровые зерновые	4.5	3831.25	4431.25	5418.75
Рис	17.5	21433.33	24816.67	26966.67
Бахчевые	9.8	4431.25	4875.00	5743.75
Всего:	100.0			

Как видно из таблицы 3, наибольшую площадь в бассейне занимают хлопчатник (23.5%), рис (17.5%), масличные культуры (12.4%) и многолетние травы (13.1%). Вместе они занимают более 60% всех посевных земель в бассейне. При этом три из них - рис, многолетние травы и хлопчатник отличаются высоким водопотреблением, что оказывает существенное воздействие на общий водный баланс региона.

Наименьшие нормы орошения приходятся на яровые зерновые от 3831 до 5418 м³/га, картофель – 6200...8075 м³/га и бахчевые – 4431...5743 м³/га в зависимости от водообеспеченности года. Общее водопотребление по бассейну согласно агрегированной нормы потребления воды составляет при 50 % обеспеченности – 9082.12 м³/га; при 75 % обеспеченности – 10351.03 м³/га; при 95 % обеспеченности – 11713.48 м³/га.

Расчет средневзвешенной оросительной нормы, на 1 структурный гектар на год с 50% обеспеченностью приведён по формуле (5):

$$N_{\text{ср}50\%} = \frac{12,4 \cdot 5475 + 13,1 \cdot 9006,25 + \dots + 9,8 \cdot 4431,25}{100} = 9082,12 \text{ м}^3/\text{га};$$

Аналогично вычислены значения для 75% и 95% обеспеченности: $N_{\text{ср}75\%} = 10351.03 \text{ м}^3/\text{га}$; $N_{\text{ср}95\%} = 11713.48 \text{ м}^3/\text{га}$.

Эффективность использования оросительной воды при регулярном орошении по фактическим данным в Арало-Сырдарьинском ВХБ приведена в таблице 4 и для наглядности на рисунке 1.

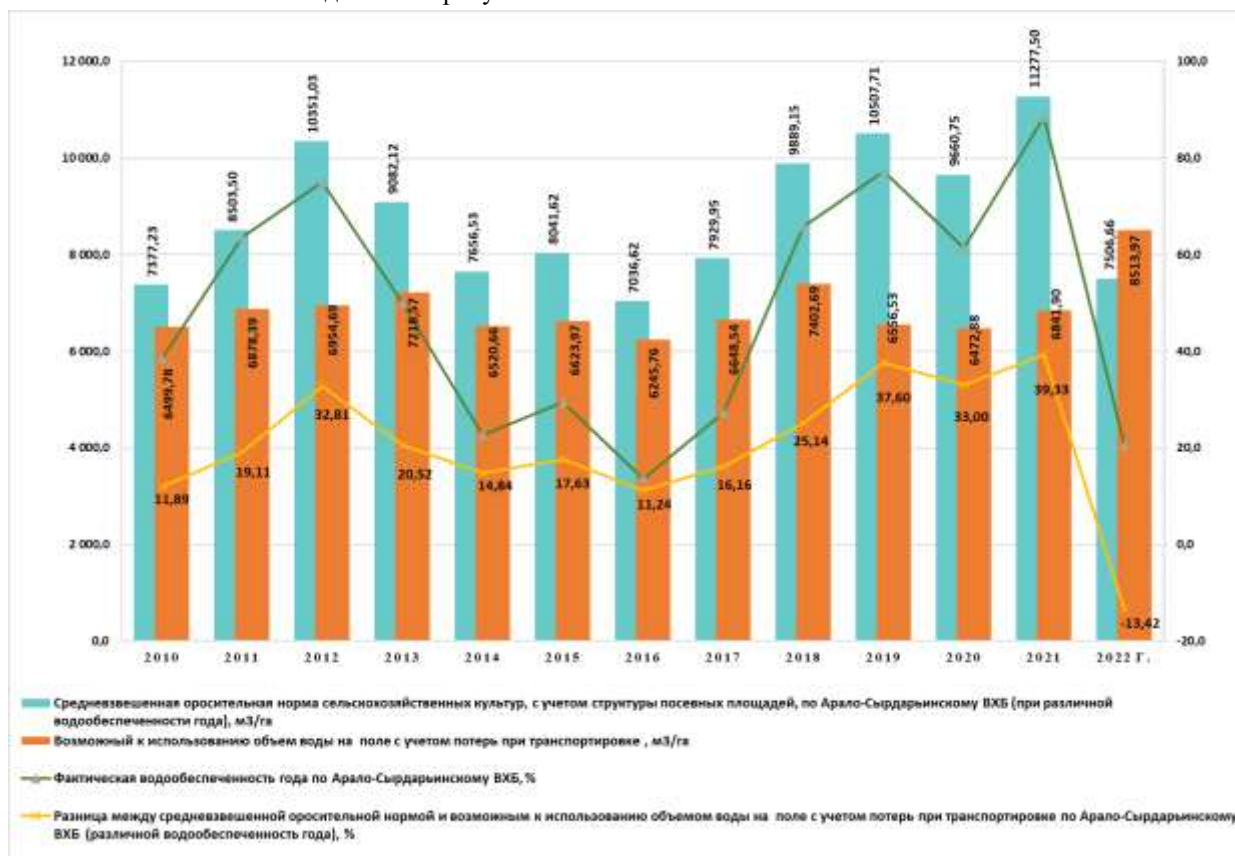


Рисунок 1. Эффективность использования оросительной воды при регулярном орошении по Арало-Сырдарьинскому ВХБ

При рассмотрении вышеприведенного графика по Арало-Сырдарьинскому ВХБ можно отметить, что, разница между средневзвешенной оросительной нормой и возможным к использованию объемом воды на поле с учетом потерь при транспортировке и фактической обеспеченности года (отклонение от усредненной оросительной нормы в %) имеет как положительные, так и отрицательные значения. Положительные значения данной величины указывают на то, что фактически поданный объем оросительной воды на каждый гектар орошаемой площади меньше нормативного. Это означает что, в целом, по усредненным показателям, на всей орошаемой площади, подача оросительной воды была проведена в недостаточном объеме для нормального роста и развития возделываемых сельскохозяйственных

культур. На рисунке 1 видно, что разница между средневзвешенной оросительной нормой и возможным к использованию объемом воды на поле с учетом потерь при транспортировке и фактической обеспеченности года (отклонение от усредненной оросительной нормы в %) с 2010 по 2021 гг. имеет положительную динамику, что неблагоприятно сказывается на возделываемых сельскохозяйственных культурах и только в 2022 году отмечается отрицательный показатель, так как данный год является самым водообеспеченным и переизбыток влаги на поле составил 13.42 %. Отрицательные значения данной величины говорят о том, что фактически поданный объем оросительной воды на поле превышает средневзвешенную оросительную норму.

Для получения хорошего урожая яровых зерновых [8,9], многолетних трав [10], кукурузы [11,12], овощей [13], хлопка [14,15], картофеля [16,17] риса [18] и других культур [19] критически важен сбалансированный режим увлажнения. Как недостаток, так и избыток влаги оказывают негативное воздействие на растения, приводя к снижению урожайности и ухудшению качества продукции. Недостаток влаги может вызывать увядание, пожелтение, уменьшение размера плодов и даже гибель растений. Избыточное увлажнение, в свою очередь, способствует развитию болезней, гниению корней и плодов, растрескиванию и ухудшению качества продукции. Для каждой культуры существует оптимальный уровень влажности почвы, например, для хлопчатника это около 60 % НВ, а для картофеля – 60...80 % от НВ.

Таким образом, для эффективного управления орошением необходимо учитывать не только средние многолетние показатели, но и фактическую водообеспеченность каждого года, а также потери воды при транспортировке. Важно стремиться к точному соответствию между потребностью культур в воде и объемом подаваемой воды, избегая как дефицита, так и избытка влаги. Для этого необходимо проводить регулярный мониторинг влажности почвы и использовать современные методы орошения, позволяющие точно дозировать воду и минимизировать потери. В частности, капельное орошение и дождевание могут быть эффективными инструментами для поддержания оптимального уровня влажности почвы и повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Успешный опыт внедрения инновационных технологий орошения в ряде регионов и стран привел к осязаемому увеличению урожайности и более эффективному управлению водными ресурсами. Капельное орошение помогло Калифорнии стать одним из самых продуктивных сельскохозяйственных регионов в мире, значительно повысив урожайность при одновременной экономии воды [20]. Опыт Израиля показывает, что эффективное управление орошением с помощью капельного орошения и датчиков влажности может превратить засушливые регионы в продуктивные сельскохозяйственные районы [21]. США, Европа и Азия экономят оросительную воду и увеличивают урожайность за счет применения систем дождевания [22]. Эти примеры иллюстрируют, как эффективные стратегии и технологии орошения были реализованы в различных регионах, что привело к улучшению сельскохозяйственных результатов и улучшению практики управления водными ресурсами.

Таблица 4*Средневзвешенные оросительные нормы по Арало-Сырдарьинскому ВХБ с учетом структуры посевных площадей*

Показатели	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Всего орошаемых земель, тыс. га	580.33	585.84	586.78	573.50	655.72	673.92	680.51	672.34	605.12	692.21	692.21	692.21	590.36
Водозабор на орошаемое земледелие, млн. м ³	6286.7	6716.0	6801.5	6899.8	7126.2	7440.0	7083.8	7450.1	7465.9	7564.1	7467.6	6964.7	6792.3
Средневзвешенные затраты воды на 1 га, м ³ /га, $V_{\text{подано}}$	10832.97	11463.98	11591.15	12030.95	10867.77	11039.95	10409.59	11080.90	12337.81	10927.54	10788.13	10061.61	11505.36
Средневзвешенная оросительная норма с/х культур, с учетом структуры посевных площадей, по ВХБ (при различной водообеспеченности года), м ³ /га, $H_{\text{ср}}$	7377.23	8503.50	10351.03	9082.12	7656.53	8041.62	7036.62	7929.95	9889.15	10507.71	9660.75	11277.50	7506.66
КПД оросительных сетей (по данным Арало-Сырдарьинской БИ)	0.60	0.60	0.60	0.60	0,60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.68	0.74
Возможный к использованию объем воды на поле с учетом потерь при транспортировке, м ³ /га, $V_{\text{факт}}$	6499.78	6878.39	6954.69	7218.57	6520,66	6623.97	6245.76	6648.54	7402.69	6556.53	6472.88	6841.90	8513.97
Разница между средневзвешенной оросительной нормой и возможным к использованию объемом воды на поле с учетом потерь при транспортировке (при различной водообеспеченности года), м ³ /га	877.45	1625.11	3396.34	1863.55	1135,87	1417.65	790.86	1281.41	2486.46	3951.19	3187.87	4435.60	-1007.31
Разница между средневзвешенной оросительной нормой и возможным к использованию объемом воды на поле с учетом потерь при транспортировке по ВХБ (различной водообеспеченность года), %	11.89	19.11	32.81	20.52	14,84	17.63	11.24	16.16	25.14	37.60	33.00	39.33	-13.42

Кроме того, необходимо учитывать особенности каждой культуры и ее потребность в воде на разных стадиях развития. Например, в период цветения и плодообразования потребность в воде у многих культур возрастает. Поэтому важно адаптировать режим орошения к конкретным потребностям каждой культуры и к текущим погодным условиям. Внедрение систем автоматического управления орошением.

Практическая значимость исследований заключается в возможности применения полученных в ходе научной работы результатов для решения конкретных задач и проблем в реальной жизни, отрасли науки или профессиональной деятельности.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В географическом отношении территория Арало-Сырдарьинского бассейна расположена в основном в пределах 3-х широтных природных зон: пустынной, предгорно-степной и предгорно-полупустынной.

2. Основой для определения эффективности использования оросительной воды при регулярном орошении был применен количественный метод расчета.

3. За наблюдаемый период с 2010 по 2021 годы наблюдаются положительные значения данной величины указывают на то, что фактически поданный объем оросительной воды на каждый гектар орошаемой площади меньше нормативного. Это означает что, в целом, по усредненным показателям, на всей орошаемой площади, подача оросительной воды была проведена в недостаточном объеме для нормального роста и развития возделываемых сельскохозяйственных культур и только в 2022 году отмечается отрицательный показатель, так как данный год является самым водообеспеченным и переизбыток влаги на поле составил 13.42 %.

ДОСТУПНОСТЬ ДАННЫХ

Данные, использованные в этом исследовании, получены авторами из отчетов «КазНИИВХ» и Арало-Сырдарьинской бассейновой инспекции.

ВКЛАД АВТОРОВ

Концептуализация - ТСГ; управление данными – ПАК, ТСГ; формальный анализ - ГСО; методология – АСК, ГСО; руководство - ПАК; визуализация - АСК; написание исходного проекта – АСК, ГСО; написание и редактирование текста – ГСО, ТСГ.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Данные исследования выполнены при финансовой поддержке Министерства водных ресурсов и ирригации Республики Казахстан (ИРН BR23791322).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 ТОП-7 регионов Казахстана по площадям орошения. 15 августа 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://eldala.kz/rating/1946-top-7-regionov-kazahstana-po-ploshchadyam-orosheniya> (дата обращения 09.06.2025).
- 2 Климат Казахстана. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.suntravel.uz/klimat-kazahstana#:~:text=> (дата обращения 10.06.2025).
- 3 Physical-geographic characteristics of the region [Электронный ресурс]. URL https://www.cawater-info.net/bk/water_land_resources_use/english/docs/fiziko_geog_kharack_regiona.html?utm_source=chatgpt.com (дата обращения 09.06.2025).
- 4 Об утверждении укрупненных норм водопотребления и водоотведения для отдельных отраслей экономики. 16 ноября 2016. [Электронный ресурс]. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1600014514> (дата обращения 11.06.2025).
- 5 Валовый сбор сельскохозяйственных культур в Республике Казахстан [Электронный ресурс]. -URL https://stat.gov.kz/ru/industries/businessstatistics/stat-forrest-village-hunt-fish/publications/113764/?utm_source=chatgpt.com (дата обращения 09.06.2025).
- 6 Казгидромет официальные климатические данные и отчёты. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kazhydromet.kz> (дата обращения 09.06.2025).
- 7 Арало-Сырдарьинская бассейновая инспекция. Отчёт о деятельности за 2010-2022 годы. г. Кызылорда, Туркестан. (Документ предоставлен по запросу).
- 8 Sadras V. O., Richards R. A. (2014). Improvement of crop water use efficiency. Agricultural Water Management, 145, 43–60. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377414001693> (дата обращения 12.06.2025).

- 9 Blum A. (2009). Effective use of water (EUW) and not water-use efficiency (WUE) is the target of crop yield improvement under drought stress. *Field Crops Research*, 112(2-3), 119-123.
- 10 Почему газон желтеет - причины пожелтевшей травы, что делать, если появи-лись сухие пятна. [Электронный ресурс]. URL: [https://rusgrass.ru/stati/pochemu-gazon-zhelteet/#:~:text=\(дата обращения 16.06.2025\).](https://rusgrass.ru/stati/pochemu-gazon-zhelteet/#:~:text=(дата обращения 16.06.2025).)
- 11 Farooq M., Wahid A., Kobayashi N., Fujita D., Basra S. M. A. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(1), 185–212.
- 12 Требования кукурузы к условиям среды. [Электронный ресурс]. URL: [https://shans-group.com/poleznaya-informatsiya/kultury/kukuruza/trebovaniya-kukuruzy-k-usloviyam-sredy/#:~:text=\(дата обращения 18.06.2025\).](https://shans-group.com/poleznaya-informatsiya/kultury/kukuruza/trebovaniya-kukuruzy-k-usloviyam-sredy/#:~:text=(дата обращения 18.06.2025).)
- 13 Astija Astija Effect of Watering on Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Plant Growth // *International Journal of Science and Research (IJSR)* 7(2), August 2018 pp. 194-196 [Электронный ресурс]. -URL: https://www.researchgate.net/publication/327111062_Effect_of_Watering_on_Tomato_Solanum_lycopersicum_L_Plant_Growth (дата обращения 19.06.2025).
- 14 Giuseppe S.V., Aurelio S., Silvia Z. (2024). Agronomic Strategies for Sustainable Cotton Production: A Systematic Literature Review. *Journal Agriculture*, 14(9):1597
- 15 Simarjot Singh, Ritu Kumari, Ankita Thakur, Lalit Saini (2025). Comprehensive Agronomic Practices for optimizing Cotton Production: from Seed to Harvest. In book: *Production Tech-niques of Agronomical Crops*. pp.50. Edition: 1Publisher: Grammya Prakashan.
- 16 Wojciech Nowacki. (2018). Water in potato production, problems and challenges. *Inżynieria Ekologiczna* 19(6), December 2018 pp. 14-25.
- 17 Trevor W. Crosby, Yi Wang. (2021). Effects of Different Irrigation Management Practices on Potato (*Solanum tuberosum* L.). Department of Horticulture, University of Wisconsin-Madison, Madison, WI 53706, USA *Sustainability* 2021, 13(18), 10187.
- 18 Dr. Amanullah, F. Sh Rice. (2017). *Technology and Production*. Book Edition: 1Publisher: InTech (Croatia)Editor: Amanullah, Shah Fahad ISBN: 978-953-51-5200-2, March 2017.
- 19 Прекращайте поливать арбузы - правила полива для получения максимально сладких плодов. -9.12.2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://agrolife.ua/blog/Prekrashchayte-polivat-arbuzy-pravila-poliva-dlya-polucheniya-maksimalno-sladkikh-plodov/> (дата обращения 27.06.2025).
- 20 Agricultural Water Conservation and Efficiency Potential in California, Natural Re-sources Defense Council. June 2014 IB:14-05-F. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nrdc.org/sites/default/files/ca-water-supply-solutions-ag-efficiency-IB.pdf> (дата обращения 16.06.2025).
- 21 Alon Tal Israeli. (2021). Agriculture-Innovation and Advancement. In book: *From Food Scarcity to Surplus*. DOI:10.1007/978-981-15-9484-7_9. pp.299-358. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/349156223_Israeli_Agriculture-Innovation_and_Advancement (дата обращения 16.06.2025).
- 22 Kulkarni S.A., Reinders F.B., Ligetvari F. Global scenario of sprinkler and micro irrigat-ed areas/ 7th International Micro Irrigation Congress. [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.scribd.com/document/456068998/192411605438766968#:~:text=\(дата обращения 16.06.2025\).](https://ru.scribd.com/document/456068998/192411605438766968#:~:text=(дата обращения 16.06.2025).)

REFERENCES

- 1 TOP-7 regionov Kazakhstana po ploshchadyam orosheniya [TOP-7 regions of Kazakhstan by irrigation areas]. (2020, August 15). [Electronic resource]. URL: <https://eldala.kz/rating/1946-top-7-regionov-kazakhstana-po-ploshchadyam-orosheniya> (date of access 09.06.2025) [in Russian]
- 2 Klimat Kazakhstana [Climate of Kazakhstan]. [Electronic resource]. URL: [https://ru.suntravel.uz/klimat-kazakhstana#:~:text=\(date of access 10.06.2025\) \[in Russian\]](https://ru.suntravel.uz/klimat-kazakhstana#:~:text=(date of access 10.06.2025) [in Russian])
- 3 Physical-geographic characteristics of the region. [Electronic resource]. URL https://www.cawater-info.net/bk/water_land_resources_use/english/docs/fiziko_geog_kharack_regiona.html?utm_source=chatgpt.com (date of access 10.06.2025)
- 4 Ob utverzhdenii ukрупnennykh norm vodopotrebleniya i vodootvedeniya dlya otдел'nykh otrasley ekonomiki. [On approval of enlarged norms of water consumption and disposal for certain sectors of the economy]. (2016, November 16). [Electronic resource]. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1600014514> (date of access 11.06.2025) [in Russian]
- 5 Valovyy sbor sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v Respublike Kazakhstan [Gross harvest of agricultural crops in the Republic of Kazakhstan]. [Electronic resource]. URL https://stat.gov.kz/ru/industries/businessstatistics/stat-forrest-village-hunt-fish/publications/113764/?utm_source=chatgpt.com (date of access 09.06.2025) [in Russian]
- 6 Gidrolgicheskaya baza dannykh RGP «Kazgidromet» [Hydrological database of RSE "Kazhydromet"]. [Electronic resource]. URL https://www.kazgidromet.kz/ru/post/2045?utm_source=chatgpt.com (date of access 09.06.2025)
- 7 Aralo-Syrdar'inskaya basseynovaya inspektsiya. Otchot o deyatel'nosti za 2010-2022 gody. [Aral-Syrdarya Basin Inspection. Activity report for 2010–2022]. Kyzylorda–Turkestan. (Dokument predostavlen po zaprosu) [in Russian].
- 8 Sadras V. O., Richards R. A. (2014). Improvement of crop water use efficiency. *Agricultural Water Management*, 145, 43–60. . [Electronic resource]. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377414001693> (date of access 12.06.2025).
- 9 Blum A. (2009). Effective use of water (EUW) and not water-use efficiency (WUE) is the target of crop yield improvement under drought stress. *Field Crops Research*, 112(2-3), 119-123.
- 10 Pochemu gazon zhelteyet - prichiny pozheltevshey travy, chto delat', yesli poyavi-lis' sukiye pyatna. [Why does the lawn turn yellow – causes and what to do if dry spots appear]. [Electronic resource]. URL: [https://rusgrass.ru/stati/pochemu-gazon-zhelteet/#:~:text=\(date of access 16.06.2025\) \[in Russian\]](https://rusgrass.ru/stati/pochemu-gazon-zhelteet/#:~:text=(date of access 16.06.2025) [in Russian]).
- 11 Farooq M., Wahid A., Kobayashi N., Fujita D., Basra S. M. A. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(1), 185–212.
- 12 Trebovaniya kukuruzy k usloviyam sredy. [Electronic resource]. URL: [https://shans-group.com/poleznaya-informatsiya/kultury/kukuruza/trebovaniya-kukuruzy-k-usloviyam-sredy/#:~:text=\(date of access 18.06.2025\) \[in Russian\]](https://shans-group.com/poleznaya-informatsiya/kultury/kukuruza/trebovaniya-kukuruzy-k-usloviyam-sredy/#:~:text=(date of access 18.06.2025) [in Russian]).
- 13 Astija Astija Effect of Watering on Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Plant Growth // *International Journal of Science and Research (IJSR)* 7(2), August 2018 pp. 194-196 [Электронный ресурс]. -URL: https://www.researchgate.net/publication/327111062_Effect_of_Watering_on_Tomato_Solanum_lycopersicum_L_Plant_Growth (date of access 19.06.2025).
- 14 Giuseppe S.V., Aurelio S., Silvia Z. (2024). Agronomic Strategies for Sustainable Cotton Production: A Systematic Literature Review. *Journal Agriculture*, 14(9):1597

- 15 Simarjot Singh, Ritu Kumari, Ankita Thakur, Lalit Saini (2025). Comprehensive Agronomic Practices for optimizing Cotton Production: from Seed to Harvest. In book: Production Tech-niques of Agronomical Crops. pp.50. Edition: 1Publisher: Grammya Prakashan.
- 16 Wojciech Nowacki. (2018). Water in potato production, problems and challenges. Inżynieria Ekologiczna 19(6), December 2018 pp. 14-25.
- 17 Trevor W. Crosby, Yi Wang. (2021). Effects of Different Irrigation Management Practices on Potato (*Solanum tuberosum* L.). Department of Horticulture, University of Wisconsin-Madison, Madison, WI 53706, USA Sustainability 2021, 13(18), 10187.
- 18 Dr. Amanullah, F. Sh Rice. (2017). Technology and Production. Book Edition: 1Publisher: InTech (Croatia)Editor: Amanullah, Shah Fahad ISBN: 978-953-51-5200-2, March 2017.
- 19 Prekrashchayte polivat' arbuzy - pravila poliva dlya polucheniya maksimal'no sladkikh plodov. [Stop watering watermelons – irrigation rules for obtaining the sweetest fruits]. (2020, December 9). [Electronic resource]. URL: <https://agrolife.ua/blog/Prekrashchayte-polivat-arbuzy-pravila-poliva-dlya-polucheniya-maksimalno-sladkikh-plodov/> (date of access 27.06.2025) [in Russian].
- 20 Agricultural Water Conservation and Efficiency Potential in California, Natural Re-sources Defense Council. June 2014 IB:14-05-F. [Electronic resource]. URL: <https://www.nrdc.org/sites/default/files/ca-water-supply-solutions-ag-efficiency-IB.pdf> (date of access 16.06.2025).
- 21 Alon Tal Israeli. (2021). Agriculture-Innovation and Advancement. In book: From Food Scarcity to Surplus. DOI:10.1007/978-981-15-9484-7_9. pp.299-358. [Electronic resource]. URL: https://www.researchgate.net/publication/349156223_Israeli_Agriculture-Innovation_and_Advancement (date of access 16.06.2025).
- 22 Kulkarni S.A., Reinders F.B., Ligetvari F. Global scenario of sprinkler and micro irrigat-ed areas/ 7th International Micro Irrigation Congress. [Electronic resource]. URL: <https://ru.scribd.com/document/456068998/192411605438766968#:~:text> (date of access 16.06.2025).

АРАЛ-СЫРДАРИЯ СУ ШАРУАШЫЛЫҚ БАССЕЙНІНДЕ СУАРМАЛЫ ЕГІНШІЛІКТЕ ЖАҢАРТЫЛАТЫН СУ РЕСУРСТАРЫН ПАЙДАЛАНУ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ

Татьяна С. Гричаная* т.ғ.к., Павел А. Калашников т.ғ.к., Әлихан С. Қали, Гүлнаурыз С.Өтеберген

«Қазақ су шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Тараз, Қазақстан; tank_gr@mail.ru, kalashnikov_81@inbox.ru, k.alihan_95@mail.ru, gulnauрыз.utebergen@mail.ru

*Автор корреспонден: Татьяна С. Гричаная, tank_gr@mail.ru

ТҮЙІН СӨЗДЕР

суармалы егіншілік,
су ресурстары,
Арал-Сырдария бассейні,
суды пайдалану тиімділігі,
тұрақты ауыл шаруашылығы

АБСТРАКТ

Қазақстан су ресурстарының тапшылығы жоғары болатын елдер санатына жатады. Еліміз сумен қамтамасыздығы бойынша ТМД елдерінің арасында соңғы орында тұр. Меншікті сумен қамтамасыздығы 1 км²-ге 37 мың м³ және жылына 1 адамға 6.0 мың м³ құрайды.

Бұл жағдай Қазақстанда су ресурстарының кеңістікте біркелкі таралмауымен және өзендердің көпшілігі трансшекаралық болып табылатындығымен қиындатылуда. Болашақта көрші мемлекеттердегі шаруашылық қызметке байланысты республикаға трансшекаралық ағын ресурстарының қысқаруы күтілуде, өйткені ағынның жартысынан көбі ҚР шегінен тыс жерлерде қалыптасады. Климаттың жаһандық және өңірлік өзгеруіне байланысты су ресурстарының болжамды қысқаруы елдің сумен қамтамасыздығына елеулі қауіп төндіреді және қолда бар су ресурстарын пайдалану тиімділігіне егжей-тегжейлі талдау жүргізуді талап етеді. Суармалы егіншіліктің негізгі алқаптары оңтүстік өңірлерде, атап айтқанда Арал-Сырдария су шаруашылығы бассейнінде орналасқанын ескере отырып, бұл мақала осы бассейннің суармалы егіншілігінде жаңартылатын су ресурстарын пайдалану тиімділігін бағалауға арналған.

База ретінде 2010...2022 жылдар аралығында суды пайдалану, егіс құрылымы, жылдың нақты сумен қамтамасыз етілуі, сондай-ақ климаттық көрсеткіштер бойынша қолдағы бар статистикалық мәліметтер алынды. Жүргізілген зерттеулер жүйелі суару кезінде суарма суын пайдаланудың тиімділігін анықтаудың сандық әдісін қарастырды. Алынған нәтижелер су саясатын жетілдіру үшін және өңірдің ауыл шаруашылығындағы су ресурстарын тұрақты басқару үшін пайдаланылуы мүмкін.

Мақала жайында:

Жіберілді: 07.08.2025

Қайта қаралды: 05.10.2025

Қабылданды: 06.10.2025

Жарияланды: 08.10.2025

ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF USE OF RENEWABLE WATER RE-SOURCES IN IRRIGATED AGRICULTURE IN THE ARAL-SYRDARYA WATER ECONOMY BASIN

Tatyana Grichanaya Candidate of Technical Sciences, Pavel Kalashnikov Candidate of Technical Sciences, Alikhan Kali, Gulnauryz Otebergen

LLP «Kazakh Research Institute of Water Management», Taraz, Kazakhstan; tank_gr@mail.ru, kalashnikov_81@inbox.ru, k.alihan_95@mail.ru, gulnauryz.utebergen@mail.ru

*Corresponding author: T.S. Grichanaya, tank_gr@mail.ru

KEY WORDS

irrigated agriculture,
water resources,
Aral-Syrdarya basin,
water use efficiency,
sustainable agri-culture

About article:

Received: 07.08.2025

Revised: 05.10.2025

Accepted: 06.10.2025

Published: 08.10.2025

ABSTRACT

Kazakhstan is classified as a country with a significant water resource deficit. In terms of water availability, the country ranks last among the CIS countries. The specific water availability is 37 000 m³ per 1 km² and 6.0 thousand m³ per person per year.

This situation is further aggravated by the fact that the distribution of water resources in Kazakhstan is uneven in space, and most rivers are transboundary. In the future, a reduction in transboundary runoff resources in the republic is expected due to economic activity in neighboring countries, since more than half of the runoff is generated outside the Republic of Kazakhstan. The predicted reduction in water resources due to global and regional climate change poses a serious threat to the country's water supply. It requires a detailed analysis of the efficiency of using available water resources. Considering that the main areas of irrigated agriculture are located in the southern regions, in particular in the Aral-Syrdarya water management basin, this article is devoted to assessing the efficiency of using renewable water resources in irrigated agriculture in this basin.

The available statistical data from 2010 to 2022 on water use, crop structure, actual water supply of the year, as well as climate indicators, were used as a base. The conducted studies considered a quantitative method for determining the efficiency of using irrigation water with regular irrigation. The results obtained can be used to improve water policy and sustainable water management in agriculture in the region.

Примечание издателя: заявления, мнения и данные во всех публикациях принадлежат только автору (авторам), а не журналу "Гидрометеорология и экология" и/или редактору (редакторам).