

4. Вышпольский Ф.Ф., Мухамеджанов Х.В., Бекбаев У.К. Рекомендации по технологии орошения, водосбережения и повышения плодородия почв в зоне Арысь-Туркестанского канала. – Тараз, 2004. - 17 с.
5. Рекомендации по повышению плодородия почв солонцового комплекса юга Украины. – Киев: УкрНИИГиМ, 1980. –18 с.
6. Химическая мелиорация солонцов в степной зоне Казахстана / В.И. Кирюшин [и др.] // Теоретические основы и опыт мелиоративной обработки и химической мелиорации солонцовых почв / ВНИИ зернового хозяйства. –Целиноград, 1980. – С. 77-79.
7. Антипов-Каратаев И.Н., Кадер Г.М. К мелиоративной оценке воды, имеющей щелочную реакцию // Почвоведение. – 1961. - №3. - С. 53-65.
8. Follet, R. H. Fertilizers and soil amendments. Prentice -Hall, Inc., Englewoodcliffs / R. H. Follet, L. S. Murphy, R. L. Donahue. – USA: New Jersey, 1981. – p.61

УДК 631.6.03:626.81

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ УТИЛИЗАЦИИ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ И СБРОСНЫХ ВОД В БАССЕЙНЕ СЫРДАРЬИ

Басманов Александр Викторович (ORCID 0000-0002-8552-4158),

Мирдадаев Миробит Салимович (ORCID 0000-0002-7371-5846),

Джайсамбекова Раушан Аманбековна,

Басманов Иван Викторович (ORCID 0009-0003-8005-3590)

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства»,
Тараз, Республика Казахстан

Аннотация. В статье обобщены результаты исследований по совершенствованию технологических приемов утилизации коллекторно-дренажных и сбросных вод в Казахстане части Голодностепского массива орошения бассейна р. Сырдарья. В условиях орошаемого земледелия одним из главных загрязнителей водоземельных ресурсов являются коллекторно-сбросные воды. Для повышения эколого-мелиоративной устойчивости орошаемых земель возникает необходимость их утилизации путем использования на орошение и промывку. Приведены результаты по комплексной оценке, объемам формирования коллекторно-сбросных вод и предложены технологические приемы их использования на конкретных оросительных системах бассейна р. Сырдарья.

Ключевые слова: дренирование, коллекторно-дренажные воды (КДВ), массив, прием, сбросные воды, утилизация

СЫРДАРЬЯ ДАРЫЯЛАРЫНЫН АЛАБЫНДАГЫ КОЛЛЕКТОРДУК-ДРЕНАЖДЫК ЖАНА АГЫЗУУЧУ СУУНУ АРЫЗ АЛУУНУН ТЕХНОЛОГИЯЛЫК ҮКМАЛДАРЫН ЖАКШЫРТУУ

Аннотация. Макалада Сырдарья дарыясынын бассейнинин Голодностеп ирригациялык массивинин Казакстандык бөлүгүндө коллектордук-дренаждык жана саркынды сууларды кайра иштетүүнүн технологиялык үкмаларын өркүндөтүү боюнча изилдөөлөрдүн натыйжалары жалпыланган. Сугат дыйканчылыгынын шартында суу жана жер ресурстарын булгоочу негизги заттардын бири коллектордук жана саркынды суулар болуп саналат. Сугат жерлердин экологиялык жана мелиоративдик туруктуулугун жогорулатуу үчүн аларды ирригацияга жана жууп тазалоого пайдалануу менен кайра иштетүү зарылчылыгы келип чыгууда. Коллектордук-агызма суулардын пайда болуу көлөмүнө комплекстүү баа берүүнүн натыйжалары келтирилген жана аларды Сырдарья дарыясынын бассейнинин конкреттүү сугат системаларында колдонуунун технологиялык үкмалары сунушталган.

Өзөктүү сөздөр: дренаж, коллектордук-дренаждык суулар (КДС), массив, кабыл алуу, саркынды суулар, кайра иштетүү

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGICAL METHODS OF DISPOSAL OF COLLECTOR-DRAINAGE AND DISCHARGE WATERS IN THE SYRDARYA RIVER BASIN

Abstract. The article summarizes the results of research work on improving the technological methods of utilization of collector-drainage and discharge waters in the Kazakhstan part of the Golodnostep irrigation massif of the Syrdarya River basin. In the conditions of irrigated agriculture, one of the main pollutants of water and land resources is collector-discharge water. To increase the environmental and reclamation sustainability of irrigated lands, there is a need for their utilization by using them for irrigation and leaching. The results of a comprehensive assessment, the volumes of formation of collector-waste water are presented and technological methods for their use in specific irrigation systems of the Syrdarya River basin are proposed.

Keywords: drainage, collector-drainage water (CDW), irrigation massif, reception, discharge water, utilization

Введение

Устойчивое экономическое развитие Республики Казахстан особенно в южных регионах, всецело зависит от обеспеченности их водными ресурсами. Особенно остро эта проблема стоит в тех регионах, где ощущается дефицит пресной воды и в тоже время формирующейся большой объем отработанных вод (коллекторно-дренажных, сбросных, маргинальных), ухудшающих качество речной воды и социально-экологическую обстановку ниже орошае-

мых массивов бассейна р. Сырдарья. В этой связи исследования, направленные на разработку приемов утилизации коллекторно-дренажных и сбросных вод путем их использования на орошение несомненно актуальны.

Интенсивное развитие орошения в XX веке, особенно во второй половине при освоении новых орошаемых земель Голодностепского массива в бассейне р. Сырдарья поставило проблему дренажа и водоотведения на ведущее место в регионе. Оросительные системы стали дренажно-оросительно-мелиоративными комплексными системами, где только совместная эксплуатация и управление дренажных и ирригационных сетей позволяло создать фон устойчивого сельскохозяйственного производства и поддержания плодородия земель.

По данным НИЦ МКВК (Межгосударственная координация водной комиссии, входит в состав МФСА), общий объем коллекторно-дренажных вод в бассейне р. Сырдарья достиг 22,4 км³ в год. Львиная доля приходится на Ферганскую долину – 9,4 км³, в низовьях – 5,5 км³ и в среднем течении 3,5 км³. Из всего объема 14,1 км³ сбрасывается обратно в реки, остальные – в естественные понижения и пески [1,2].

В условиях Южного Казахстана проблема развития орошаемого земледелия лимитируется наличием водных ресурсов, так как практически все ирригационно-подготовленные земли расположены в бассейне р. Сырдарья. Результаты ежегодного мониторинга орошаемых земель, проводимого гидрогеолого-мелиоративными экспедициями, показывают, что в настоящее время более 50% орошаемых земель имеют различную степень засоления и более 30% являются солонцеватыми. Водообеспеченность действующих гидромелиоративных систем колеблется в пределах 75-95%, а в маловодные годы опускается до 50-60%. В то же время огромные объемы коллекторно-дренажных и сбросных вод, формирующиеся на орошаемых землях (до 30-50% водоподачи) и в населенных пунктах (до 10-30%), загрязняют водные источники и ухудшают эколого-мелиоративную обстановку поливных земель и прилегающих территорий [3].

Тем не менее, неконтролируемые сбросы маргинальных вод спровоцировали ряд экологических проблем:

- ухудшение качества водных ресурсов в реках и водоемах, куда сбрасывались увеличенные расходы коллекторно-дренажных и сбросных вод;
- нарушение баланса солей и интенсивное вовлечение солевых масс в зону аэрации из грунтовых горизонтов;
- проблема Арала и Приаралья;
- сложность поддержания и развития дренажа в необходимых размерах.

Вследствие слабой естественной дренированности территории и вывода из эксплуатации вертикального дренажа происходит ухудшение почвенно-мелиоративных условий, падение урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур.

Материалы и методы исследования

Значительный объем дренажно-сбросных вод сбрасывается в водоисточники и естественные понижения местности за пределы орошаемых массивов, что приводит к загрязнению водных источников гербицидами, пестицидами и другими отходами земледелия. Кроме того, сброс дренажных, дренажно-сбросных вод в естественные понижения вызывает подъем уровня грунтовых вод и ухудшение мелиоративного состояния прилегающих орошаемых земель. В этой связи немаловажное значение имеет научно-обоснованная организация повторного использования дренажных вод на местах образования.

Для установления возможности применения дренажных и дренажно-сбросных вод для орошения сельскохозяйственных культур необходимо:

- определить объем дренажно-сбросных вод, их минерализацию и химический состав;
- произвести оценку пригодности минерализованных вод для орошения;
- определить предельно допустимую минерализацию поливной воды для различных сельскохозяйственных культур;
- разработать технологические схемы использования дренажно-сбросных вод с учетом конструктивных особенностей оросительных систем;
- произвести расчет экономической эффективности использования минерализованных вод для орошения и промывки.

Сток воды за пределы оросительных систем состоит из двух составляющих: минерализованных дренажных и пресных сбросных вод. Дренажные воды - это воды, профильтровавшиеся из каналов в различных звеньях оросительной системы и с орошаемых площадей в коллекторно-дренажную сеть. К сбросным водам относится сток, формирующийся в результате технических потерь при вододелении, сбросы в концах распределителей, а также непосредственно с полей в процессе полива. По минерализации и химическому составу сбросные воды почти не отличаются от пресных водоисточников орошения. Смесь этих вод называют коллекторными или дренажно-сбросными водами. Дренажный сток зависит от почвенно-гидрогеологических условий, удельной протяженности и конструкциям дренажной сети и ряда других факторов. На величину стока сбросных вод оказывает влияние величина водоподачи, способ и техника полива, конструкция и техническое состояние оросительной сети.

Научно-исследовательские работы по разработке и совершенствованию технологических приемов утилизации коллекторно-дренажных и сбросных вод проводились на Мактааральской и Жетысайской оросительных системах. Орошаемые земли Мактааральской и Жетысайской оросительных системах валовой площадью 176,898 тыс.га расположены в Туркестанской области на левобережье р. Сырдарья Казахской части Голодностепского массива.

Ведущая отрасль сельского хозяйства - возделывание сельскохозяйственных культур (хлопчатник, овощебахчевые, рис и др.).

Работоспособность коллекторно-дренажной сети определяют объемами отвода коллекторно-дренажных вод с массивов орошения и является производной составляющей хозяйственной деятельности сельхозпроизводителей. При этом объемы отводимых вод с массивов орошения и их минерализация позволяют устанавливать закономерности формирования водно-солевого баланса орошаемых территорий и определять технический уровень систем орошения.

Формирование объемов отводимых коллекторно-дренажных вод в вневегетационный и вегетационный периоды зависит от коллекторно-дренажной сети и представлена следующими основными коллекторами: Кызылкумским, Арнасайским, Жетысайским, Центральным, Каройским, Южным. Общая их протяженность более 90 км. Все они отводят воду в Центральный Голодностепский коллектор (ЦГК) общей протяженностью 83 км (в Казахской части более 40 км) с расчетной пропускной способностью 42 м³/с и максимальным расходом до 90 м³/с. Коллекторно-дренажные воды из ЦГК сбрасываются в Арнасайское понижение и Шардаринское водохранилище (рисунок 1, таблица 1).

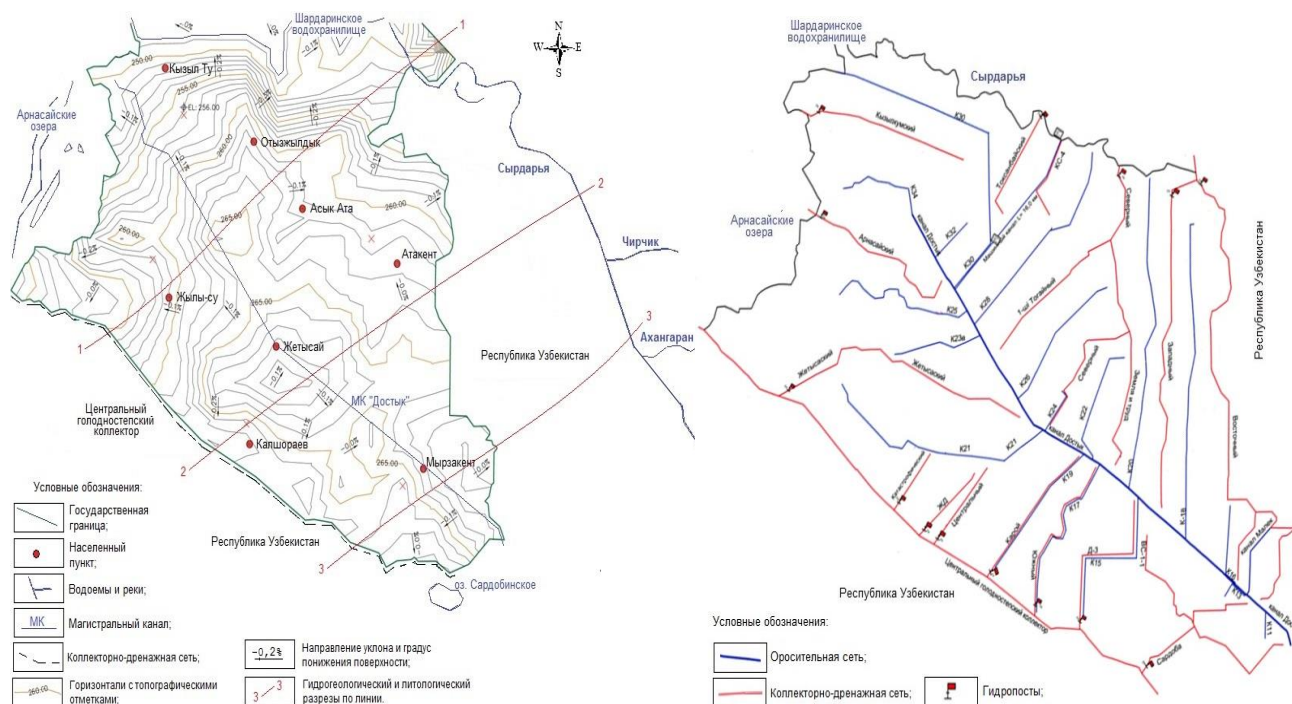


Рис. 1. Топографическая и схематическая карта оросительной и коллекторно-дренажной сети Казахской части Голодностепского массива в бассейне р. Сырдарья

Таблица 1

Главные коллектора, отводящие коллекторно-дренажные воды с Голодностепского массива орошения в бассейне р. Сырдарья

№ п.п.	Наименование коллектора	Параметры				Водоприемник
		Устьевой расход, м ³ /с	Протяженность, км	Глубина, м	Ширина по дну, м	
1	Восточный	25,0	50,5	4,0	4-8	Шардаринское водохранилище
2	Северный	5,0	32,6	5,0	5-10	
3	Концевой	1,75	8,8	-	-	
4	Токсанбайский	1,20	6,8	4,0	3,0	Арнасайское озеро
5	Кызылкумский	4,20	21,9	4,5	6,0	
6	Арнасайский	3,70	17,2	3,5-4,0	3,5	
7	ЦГК, в том числе Казахская часть	90,0	83	6,8	10-12	

Дренирование территории до недавнего времени осуществлялось главным образом с помощью скважин вертикального дренажа, количество которых составляло до 1990 года - 717 шт. По данным ПУ «Эксплуатации скважин вертикальных дренажей» Туркестанского филиала РГП «Казводхоз» в настоящее время в эксплуатации находится 300 шт. скважин вертикального дренажа (СВД) и 408,26 км межхозяйственных коллекторов.

Результаты исследования

В результате проведенных исследований оросительных систем в зоне Голодностепского массива орошения в бассейне р. Сырдарья, что в зависимости от конструктивных особенностей оросительных систем и почвенных условий, на формирование дренажно-сбросного стока приходится до 30-50% поданной на систему воды.

Эту воду можно использовать в двух направлениях:

- для улучшения водообеспеченности существующих орошаемых площадей;
- для введения новых массивов орошения. Например, при использовании данного объема дренажно-сбросных вод только для орошения новых массивов можно ввести дополнительно до 5-10 тыс.га земель.

Анализ формирования дренажного стока в течение последних лет показывает, что объемы коллекторно-дренажных вод зависят от географического расположения оросительных систем, их технического состояния, работоспособности дренажа, норм орошения и культуры земледелия. Объем коллекторно-дренажных вод по Голодностепскому массиву орошения (Мактааральская и Жетысайская оросительные системы) в 2022 году составил 278,75 млн м³, тогда как в 2012 году был равен 190,42 млн.м³, разница увеличения объема за 10 лет составила +88,33 млн. м³ (таблица 2). Необходимо отметить, что минимальные значения относятся к маловодным годам, когда снижаются нормы орошения и возрастает забор дренажно-сбросных вод на орошение. Например, 2021 год характеризовался засушливым и маловодным и поливной воды соответственно сбрасывалось меньше. По данным лабораторных анализов минерализация сбросных вод в 2021 году колеблется от 1,5 до 5 и более г/л.

Таблица 2

Объем отводимых коллекторно-дренажных вод с Голодностепского массива орошения (2008-2022 гг.)

Объем коллекторно-дренажных вод (год/млн. млн. м ³)									
2008 г. 158,6	2009 г. 235,4	2010 г. 169,51	2011 г. 208,1	2012 г. 190,42	2013 г. 228,04	2014 г. 213,82	2015 г. 244,07	2016 г. 240,07	2017 г. 247,00
2018 г. 201,49	2019 г. 208,44	2020 г. 251,34	2021 г. 210,50	2022 г. 278,75	2023 г. -	2024 г. -	2025 г. -	2026 г. -	2027 г. -
Разница объема стока КДВ за 10 лет (±), период/млн. м ³									
2008-2018 гг. +42,89	2009-2019 гг. -26,96	2010-2020 гг. +81,83	2011-2021 гг. +2,4	2012-2022 гг. +88,33	-	-	-	-	-

Фактические показатели дренажного стока не должны превышать допустимых показателей (20-30 % от водозабора), которые принимались в проектных решениях для создания промывного режима почв и обеспечения их расчленивания. Однако на Мактааральском массиве, где формируется большой объем дренажного стока, можно повышать водообеспеченность орошаемых земель за счет шлюзования или машинного водоподъема дренажно-сбросных вод для полива сельскохозяйственных культур особенно в периоды острой нехватки воды.

Необходимо отметить, что особенно в засушливые и маловодные годы, когда в пик водопотребления (июль-август) ощущается большой дефицит поливной воды, эти сбросные воды рекомендуются использовать для повторного орошения, что позволит сохранить посевы и получить приемлемый урожай возделываемых культур. При этом, необходимо учесть, что дренажные воды, в том числе откачиваемые со скважин вертикального дренажа (СВД) при уровне минерализации до 2,0 г/л можно использовать без смешивания с пресной водой, а при повышенной минерализации от 2,0 до 5,0 г/л только после смешивания с пресной водой в пропорциях 1:1, 1:2, 1:3. При более высоких показателях минерализации, дренажные воды целесообразно использовать только на промывку засоленных земель.

В годовом разрезе на 2022 год, объем стока коллекторно-дренажных вод составил: по Мактааральской оросительной системе – 125,588 млн. м³ и Жетысайской -153,164 млн. м³ (таблица 3). По данным оценки качества коллекторно-дренажных вод на Мактааральской и Жетысайской оросительных системах пригодны для повторного использования без смешивания - в объеме 127,87 млн. м³ в вегетационный период и 12,47 млн. м³ в невегетационный период. Данный объем возвратных вод при средневзвешенной оросительной норме 5,0 тыс.м³/га позволит повысить водообеспеченность около 25,5 тыс.га орошаемых земель в целом в вегетационный период и 2,5 тыс.га в невегетацию для промывки и влагозарядковых поливов.

Кроме того, при проведении вегетационных поливов неизбежно происходят потери оросительных вод на инфильтрацию, которые, как известно, отводятся коллекторно-дренажными сетями. Поэтому в вегетационный пе-

риод возрастают объемы дренажного стока и гидрографы стока коллекторно-дренажных вод определяются режимом орошения и промывкой орошаемых земель. По данным Южно-Казахстанского ГГМЭ, с началом промывки, интенсивность коллекторно-дренажного стока резко возрастает и в 2022 году амплитуда их колебания достигала 15,15-22,69 м³/с.

Динамичность интенсивности дренажного стока предопределяет различные объемы коллекторно-дренажных вод по месяцам. При этом характер их динамики во времени и пространстве строго коррелируется с динамикой интенсивности дренажного стока (рисунок 2). Поэтому максимальные значения изменения объемов коллекторно-дренажных вод получены при максимальных значениях интенсивности дренажного стока. Из приведенных данных видно, что максимальные значения стока и объемов коллекторно-дренажных вод имеют место в марте и апреле. Такая динамика дренажного стока зависит от проведения промывки почвы, которая способствует накоплению влаги в корнеобитаемом слое. В дальнейшем, идет снижение размеров дренажного стока, ее продолжительность зависит от срока первого полива. В дальнейшем, амплитуда подъема дренажного стока предопределяется режимом орошения сельскохозяйственных культур. С окончанием поливного сезона происходит снижение размеров интенсивности дренажного стока.

Установленная динамика изменения объемов коллекторно-дренажных вод подтверждается данными Южно-Казахстанского ГГМЭ по отдельным коллекторам. Например, в январе и феврале 2021 и 2022 года в Восточном коллекторе дренажный сток отсутствовал. В марте, когда проводилась массовая промывка орошаемых земель по всему Голодностепскому массиву, объем коллекторно-дренажных вод составил 101,45 млн. м³. В апреле произошло снижение размеров объема дренажного стока, и составил 43,99 млн. м³.

Таблица 3

Динамика отводимых коллекторно-дренажных вод по месяцам в Мактааральской и Жетысайской оросительной системе в бассейне р. Сырдарья за 2022 год, млн. м³

№ п.п.	Наименование коллекторно-дренажной сети	Месяц												Годовой сток	Период	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		вегетационный период	невегетационный период
Мактааральская оросительная система																
1	Сардоба	-	3,902	8,919	5,902	-	1,210	1,848	2,609	1,659	-	-	-	26,049	11,569	1,659
2	Д-3	-	3,532	7,743	3,937	-	2,491	2,721	3,128	2,110	-	-	-	25,662	12,227	2,110
3	Западный	-	3,157	6,050	5,358	1,039	0,832	1,109	1,277	1,032	-	-	-	19,854	9,615	1,032
4	Южный	-	2,535	3,814	2,639	0,591	-	1,425	1,979	-	-	-	-	12,983	6,634	-
5	Қарой	-	0,819	1,478	1,187	-	-	1,195	1,328	-	-	-	-	6,007	3,71	-
6	Центральный	-	1,398	2,365	1,718	-	-	1,665	1,875	-	-	-	-	9,021	5,258	-
7	Северный	0,769	3,111	10,309	3,517	-	1,706	3,35	1,830	1,425	-	-	-	26,017	10,403	1,425
	Итого:	0,769	18,454	40,678	24,258	1,630	6,239	13,313	14,021	6,226	-	-	-	125,588	59,461	6,226
Жетысайская оросительная система																
1	Жетісай	-	4,451	27,882	9,953	2,680	1,745	3,771	5,680	3,907	-	-	-	60,069	23,829	3,907
2	Таскындық	-	0,798	0,661	-	-	0,583	2,118	0,335	-	-	-	-	4,495	3,036	-
3	ДВ-10	-	1,718	6,492	2,001	0,516	0,899	1,603	1,371	0,397	-	-	-	14,997	6,390	0,397
4	ЦГ-20	-	-	0,563	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,563	-	-
5	Арнасай	-	3,629	10,078	2,000	0,910	1,398	1,751	6,240	0,534	-	-	-	26,54	12,299	0,534
6	Қызылқұм	0,503	1,521	1,939	1,607	1,383	1,277	0,881	1,723	-	-	-	-	10,834	6,871	-
7	Тоқсанбай	-	0,464	0,241	-	-	-	1,166	-	-	-	-	-	1,871	1,166	-
8	КС-4	-	0,626	2,606	0,663	0,952	1,708	0,573	0,493	0,157	-	-	-	7,778	4,389	0,157
9	Северный	0,769	3,111	10,309	3,517	-	1,706	3,350	1,830	1,425	-	-	-	26,017	10,403	1,425
	Итого:	1,272	16,318	60,771	19,741	6,441	9,316	15,213	17,672	6,420	-	-	-	153,164	68,383	6,240

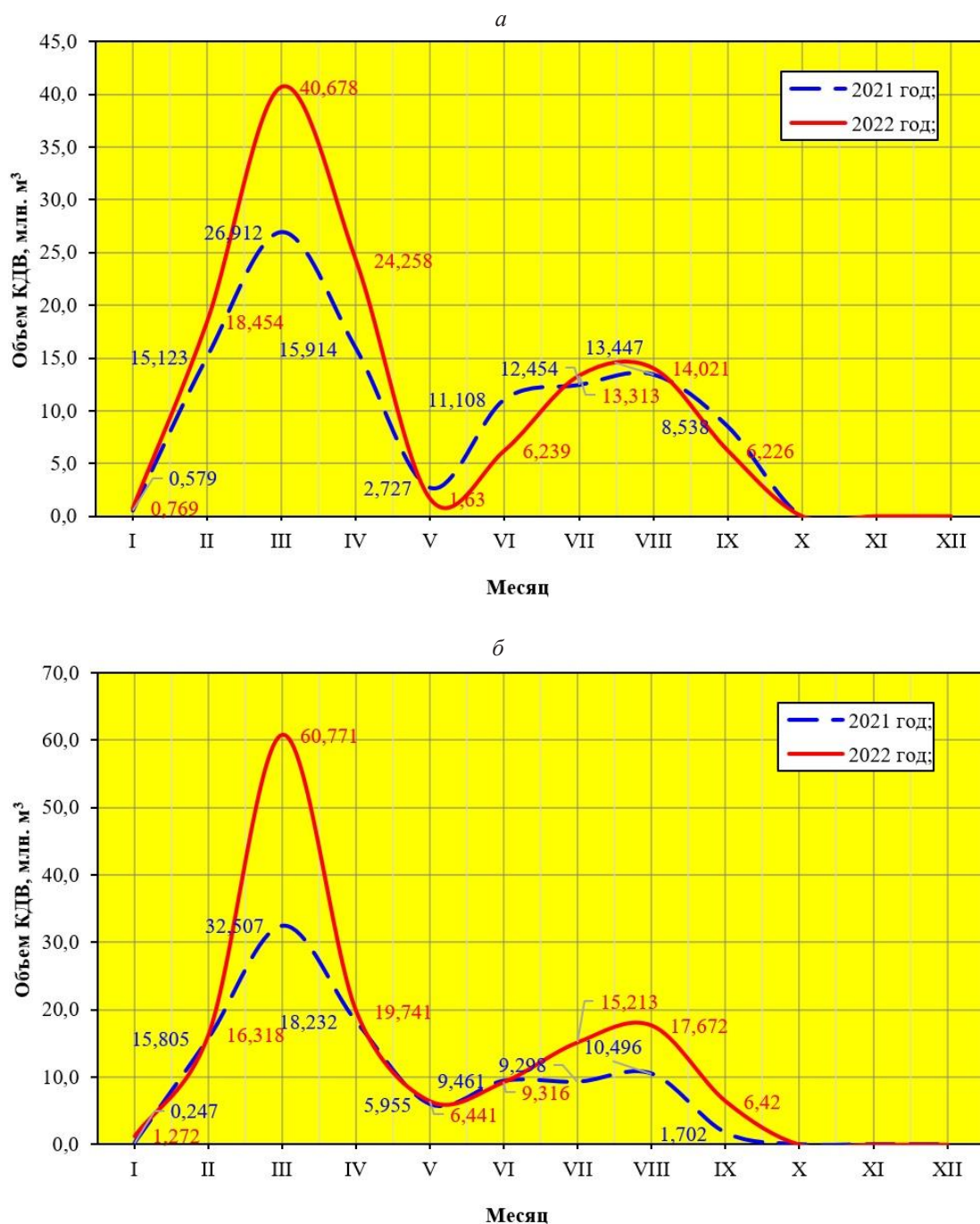


Рис. 2. Динамика изменения объема коллекторно-дренажных вод по месяцам в Мактааральской (а) и Жетысайской (б) оросительной системе бассейна р. Сырдарья

Результаты изучения минерализации коллекторно-дренажных вод показывают, что в вегетационный период в Голодностепском массиве изменяется в пределах 0,909-2,919 г/л (таблица 4). Анализ катионного состава коллекторно-дренажных вод показывает, что в большинстве коллекторов доминирующее положение занимают Na^+ и Mg^{2+} , в некоторых коллекторах - катионы Mg^{2+} . С ростом минерализации коллекторно-дренажных вод, разница в концентрации катионов Na^+ и Mg^{2+} резко возрастает. Например, в Жетысайском коллекторе содержание иона Na^+ составляет 2,021 г/л, а Mg^{2+} - 0,280 г/л или соответственно – 87,88 и 23,0 мг-экв/л. Во всех коллекторах катионы Ca^{2+} имеют минимальные показатели.

Вместе с тем, с коллекторно-дренажными водами за пределы ирригационных систем выносятся соли. Например, с орошаемых земель Мактааральского района Южно-Казахстанской области, ежегодно в Шардаринское водохранилище поступает около 0,5-1 млн. тонн солей. В результате этого повышается минерализация р. Сырдарья, ее значение в нижнем течении составляет 1,2-1,5 г/л. Поэтому для снижения темпов загрязнения р.Сырдарья необходимо разработать технологию утилизации коллекторно-дренажных вод, которая обеспечит снижение объемов их поступления в источники орошения.

Таблица 4

Оценка качества коллекторно-дренажных вод на различных ирригационных системах

Наименование коллекторно-дренажной сети	Показатели					
	Сумма солей, г/л	pH	ОКН	Mg ²⁺ , %	K	SAR
ЦГК	2,919	8,60	- 19,3	79,5	1,0	7,7
Д-3	0,913	8,65	-7,1	60,8	2,6	2,2
Сардоба	1,157	8,70	-8,8	70,7	2,4	2,9
Западный	0,892	8,65	-7,3	76,9	2,8	2,4
Северный	0,987	8,60	-7,4	79,6	2,3	2,9
Жетысайский	1,199	8,45	-9,9	81,5	2,2	3,4
Тогайный	0,909	8,60	-6,8	73,5	2,4	2,6
Арнасайский	1,079	8,45	-7,4	85,7	2,0	3,7
Предельно-допустимые параметры	1-3	<1	<50	>1	<10	<8,0

В настоящее время наиболее эффективной мерой утилизации коллекторно-дренажных вод является их использование на орошение сельскохозяйственных культур и промывку засоленных земель, что позволяет повысить их водообеспеченность и снизить темпы загрязнения водоземельных ресурсов. При этом одним из главных требований при использовании коллекторно-дренажных вод на орошение и промывку является то, что их минерализация всегда должна быть меньше чем концентрация почвенного раствора. Поэтому при использовании минерализованных вод на орошение и промывку засоленных почв необходимо контролировать минерализацию почвенного раствора ($C_{пр}$) и сравнивать ее с минерализацией возвратных вод ($C_{ор}$), используемых на орошение и промывку. При $C_{пр} < C_{ор}$, в корнеобитаемой толще происходят процессы засоления почв. Поэтому, одним из главных требований при использовании подземных и дренажных вод на орошение и промывку, является соблюдение условия $C_{пр} > C_{ор}$.

Забор коллекторно-дренажной воды на орошение и промывку засоленных почв осуществляется в основном механическим способом. В настоящее время для этой цели применяются стационарные насосные станции со сменным технологическим оборудованием или передвижные насосные установки (рисунок 3).



Рис. 3. Забор коллекторно-дренажных вод передвижными насосными установками с коллекторов и расстепление законсервированных СВД для орошения в вегетационный период в Голодностепском массиве бассейна р. Сырдарья

Место для установки насоса на коллекторной сети определяется условием максимального забора дренажно-сбросных вод. Производительность насоса должна соответствовать притоку воды по коллектору и увязывается с потребностью в воде возделываемых культур на определенной площади.

Полив сельскохозяйственных культур возвратной водой рекомендуется осуществлять в критические периоды, т.е. при остром дефиците оросительных вод. Применение возвратных вод в такие периоды обеспечивает получение приемлемых урожаев сельскохозяйственных культур. Вместе с тем, постоянное применение минерализованных возвратных вод на орошение сельскохозяйственных культур повышает степень засоления почв, снижает урожайность сельскохозяйственных культур. Поэтому на Мактааральской и Жетысайской оросительной системе, где грунтовые воды используются на субиригацию и на орошение ежегодно проводится эксплуатационная промывка орошаемых земель.

В КазНИИВХ разработан и совершенствуется принципиально новый метод утилизации коллекторно-дренажных вод путем вымораживания минерализованных вод в осенне-зимний период. Способ осуществляется последовательными операциями:

- транспортировка и концентрирование минерализованных вод со скважин вертикального дренажа в зимний период в прудах-накопителях;
- послойное замораживание с одновременным подкислением минерализованных вод для увеличения скорости химических процессов обессоливания минерализации вод в зимний период с измерением показателя pH ;
- использование опресненной воды в невегетационный период на промывки и влагозарядковые поливы и в вегетационный период на орошение;
- использование остаточных рассолов в период дефицита оросительных вод с обработкой через катионитово-цеолитовые фильтры и смешивание до требуемой минерализации.

Дискуссия

Одним из путей решения проблемы дальнейшего развития аграрного сектора является разработка крупномасштабных мероприятий по сокращению стока коллекторно-дренажных вод через повторное использование их в местах формирования. Перспективность такого рода технологий состоит в том, что в регионе формируются достаточно большие объемы дренажно-сбросных и подземных вод, имеющих слабую минерализацию, не превышающую 1,2-2,5 г/л. В настоящее время только часть этих вод используется на орошение. Таким образом, в настоящее время одной из важных задач, стоящих перед водохозяйственными организациями региона является организация управления коллекторно-дренажным стоком: его объемами, использованием части стока, сбросом в реки, лимитированием сброса в рамках бассейна и бассейновых организаций. [2.].

При минерализации коллекторно-дренажных вод менее 3-4 г/л они могут выступать в качестве возвратных вод и использоваться на орошение, путем разбавления 1:2 или 1:4 (один объем дренажных на два или четыре оросительных вод), и субиригацию. Данное направление имеет особо важное значение в Южном Казахстане, где нехватка воды предопределяет поиск методов водосбережения, в частности внутрисистемного использования коллекторно-дренажных вод Рисунок 4.

Выводы

Орошаемое земледелия Южного Казахстана все орошаемые земли испытывают дефицит оросительной воды в вегетационный период, который с каждым годом увеличивается. В сложившейся ситуации, одним из путей повышения водообеспеченности орошаемых земель и экологической устойчивости в бассейнах рек Южного Казахстана является использование коллекторно-дренажных вод на орошение сельскохозяйственных культур и промывку засоленных почв.

Использование коллекторно-дренажных вод на орошение сельскохозяйственных культур и на промывку засоленных почв, кроме повышения водообеспеченности ирригационных систем, позволяет решать проблему их утилизации. В результате этого снижаются темпы и объемы загрязнения водо-земельных ресурсов и повышается интенсивность малого биологического кругооборота. Вместе с тем для использования коллекторно-дренажных вод на орошение и промывку необходимо оценивать и устанавливать основные факторы, ограничивающие их использование.

Из приведенных данных видно, что максимальные значения объемов коллекторно-дренажных вод имеют место в зимне-весенний период. Такая динамика дренажного стока зависит от проведения промывок почвы. В дальнейшем, идет снижение размеров дренажного стока, ее продолжительность зависит от срока первого полива. В дальнейшем, амплитуда подъема дренажного стока предопределяется режимом орошения сельскохозяйственных культур. С окончанием поливного сезона происходит снижение размеров интенсивности дренажного стока.

Кроме того, при проведении вегетационных поливов неизбежно происходят потери оросительных вод на инфильтрацию, которые, как известно, отводятся коллекторно-дренажными сетями. Поэтому в вегетационный период возрастают объемы дренажного стока и гидрографы стока коллекторно-дренажных вод определяются режимом орошения и промывкой орошаемых земель.

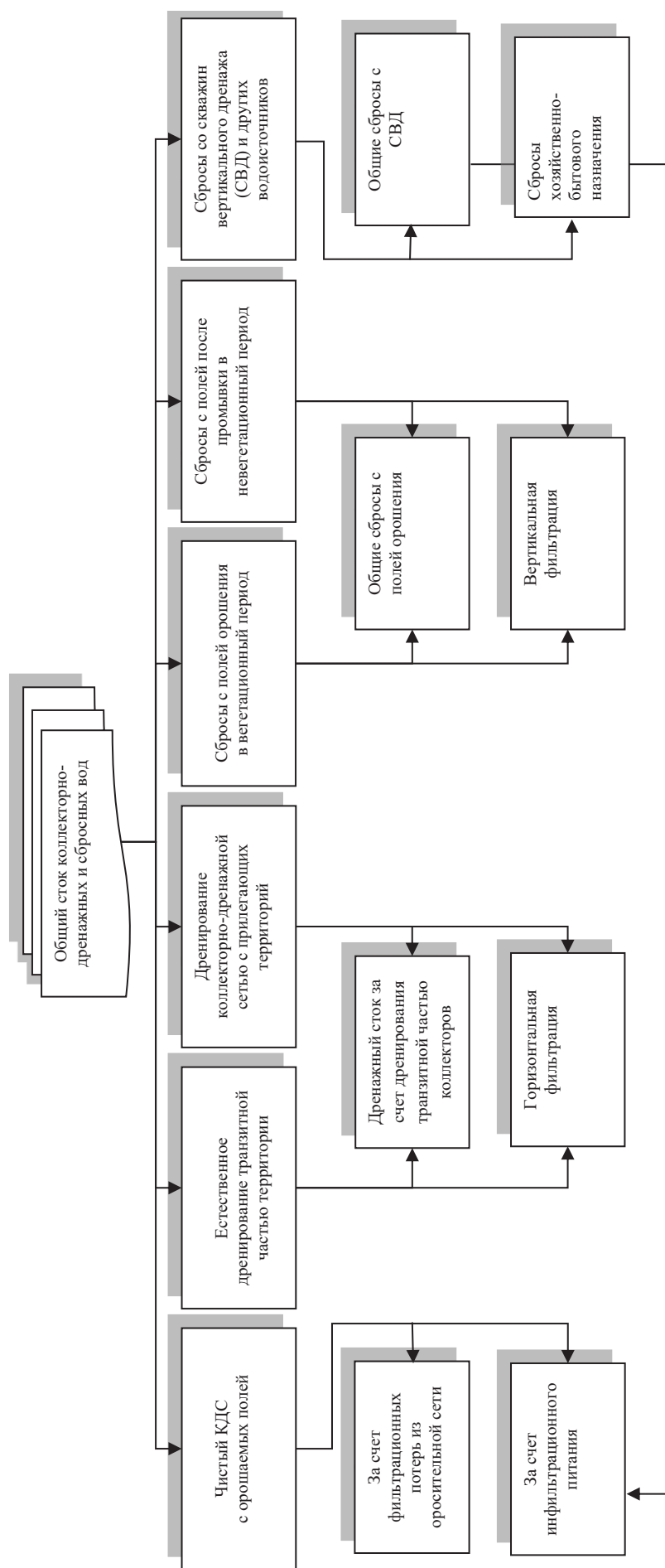


Рис. 4. Схематическая модель формирования общего стока коллекторно-дренажных вод Казахстанской части Голодноостепского массива в бассейне р. Сырдарья

Фактическая доля дренажного стока в условиях рассматриваемого района не превышает 0,08-0,12%. Для увеличения дренированности территории Мактааральского района необходимо строительство более эффективных видов дренажных систем и реконструкции существующей коллекторно-дренажной сети.

В КазНИИВХ разработан и совершенствуется принципиально новый метод утилизации коллекторно-дренажных вод путем послонного замораживания с одновременным подкислением минерализованных вод и получен патент на полезную модель №5761, МПК C02F 1/22 (2006.01) A01G 25/00. Способ водоподготовки минерализованных вод скважин вертикального дренажа.

Благодарности

Работа выполнена в рамках реализации прикладных научных исследований при выполнении бюджетной программы 267 ПЦФ на 2024-2026 гг. по проекту: «Научно-техническое обеспечение сохранения, воспроизводства и эффективного распределения водных ресурсов для обеспечения водной безопасности Республики Казахстан» (ИРН BR23791322) и источником финансирования является Министерство водных ресурсов и ирригации Республики Казахстан.

Авторы выражают признательность РГУ «Южно-Казахстанская гидрогеолого-мелиоративная экспедиция» МСХ РК. и кандидату сельскохозяйственных наук К.А. Анзельм за оказанную помощь при написании настоящей статьи.

Использованная литература

1. Байходжаев М. Река Сырдарья – источник живой воды или сточная труба? – Режим доступа: <https://inbusiness.kz/ru/news/reka-syrdarya-istochnik-zhivoj-vody-ili-stochnaya-truba#:~:text=%D>. – Дата обращения: 02.08.2024 г.
2. Якубов Х.Э., Якубов М.А., Якубов Ш.Х. Коллекторно-дренажный сток Центральной Азии и оценка его использования на орошение. – Ташкент, 2011. – 279 с.
3. Бекбаев Р.К., Жапаркулова Е.Д., Меуер В.С.3, Жайсамбекова Р.А., Бекбаев Н.Р., Курмашев К. Методы управления водо-земельными ресурсами на агроландшафтах Южного Казахстана // НОВЫЕ МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛАНДШАФТОВ В ЕВРОПЕ, ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ И СИБИРИ. - Том IV. – М.: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, 2018. – С. 330-334.
4. Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2021 год // Комитет по управлению земельными ресурсами МСХ РК. - г.Нур-Султан, 2021. – 334 с.
5. Сводные отчеты и кадастры о мелиоративном состоянии орошаемых земель Туркестанской области за период 2008-2022 гг. // РГУ «Южно-Казахстанская гидрогеолого-мелиоративная экспедиция» МСХ РК. - Шымкент, 2008-2022.
6. Басманов А.В., Бизак А.К., Динамика уровня залегания и минерализации грунтовых вод при работе вертикального и горизонтального дренажа на Мактааральском массиве орошения // Научные исследования в мелиорации и водном хозяйстве: Сб. науч. тр. / ТОО «КазНИИВХ», Т. 55 - Тараз, 2018. - С. 87-98.
7. Джайсамбекова Р.А., Джумабеков А.А., Басманов А.В. Мелиоративное обоснование необходимости применения вертикального дренажа на орошаемых землях Мактааральского массива орошения // «Мелиоративное состояние орошаемых земель как главный фактор устойчивого развития орошаемого земледелия, 24 сентября 2021, г. Шымкент»: Сборник материалов международного семинара. - Шымкент: РГУ «ЮКГТМЭ», 2021. - С.54-67.
8. Якубов Х. И., Усманов А.У., Броницкий Н.И. Руководство по использованию дренажных вод на орошение сельскохозяйственных культур и промывки засоленных земель. – Ташкент: САНИИРИ, 1982. – 77 с.
7. Рекомендации по управлению мелиоративными процессами и качеством воды на гидромелиоративных системах Казахстана / Бекбаев Р.К., Жаманбаев Б.С., Басманов А.В., Жапаркулова Е.Д., Биримкулова Б., Салимбаев Р.Р. (Рекомендации одобрены на заседаниях Ученого совета Ученого совета КазНИИВХ, протокол № 10 от 28.10.2008 г.). - Тараз: ИЦ «Аква», 2008. - 40 с.
9. Рекомендации по использованию коллекторно-дренажных вод на орошение и промывку засоленных почв / Бекбаев Р.К., Магай С.Д., Вышпольский Ф.Ф., Жапаркулова Е.Д., Бекбаев У.К., Койбакова Е.С., Басманов А.В., и др. (Рекомендации рассмотрены и одобрены на заседании Ученого совета КазНИИВХ, протокол № 5 от 03.11.2011 г.). – Тараз: КазНИИВХ, 2011. - 19 с.
10. Рекомендации по использованию интегрированных технологий по эколого- мелиоративному управлению водо-земельными ресурсами на ирригационных системах Казахстана / Бекбаев Р.К., Жапаркулова Е.Д., Койбакова Е.С., Джайсамбекова Р.А., Басманов А.В. и др. (Рекомендации рассмотрены и одобрены на заседании Ученого совета КазНИИВХ, протокол № 5 от 05.08.2014 г.). – Тараз: КазНИИВХ, 2014. - 27 с.
11. Басманов А.В., Мирдадаев М.С. Опыт использования инновационных технологий восстановления продуктивности деградированных земель в Южном Казахстане // Материалы Международной научно-практической конференции «Инновационные и практические решения ускоренного восстановления продуктивности деградированных орошаемых земель, 20 мая 2022 г., г. Тараз». – Тараз: ТОО «КазНИИВХ», 2022. – С. 37-43.
12. Койбакова Е.С., Басманов А.В. Совершенствование системы земледелия юга Казахстана для повышения продуктивности орошаемых земель // Materiały VIII Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej Konferencji «Wschodnie Partnerstwo – 2012». – Volume 11, Rolnictwo. – Przemysł Nauka i studia. – 07-15 września 2012 roku. – P. 28-31.
13. Патент на полезную модель №5761, МПК C02F 1/22 (2006.01) A01G 25/00. Способ водоподготовки минерализованных вод скважин вертикального дренажа / Басманов А.В., Джайсамбекова Р.А., Балгабаев Н.Н; заявитель и патентообладатель ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства» (ТОО «КазНИИВХ»). - Рег. № 2020/0817.2, заяв. 07.09.2020 г.; опуб. 19.03.2021 г., бюл. №11.