

Объемы формирования коллекторно-дренажных и сбросных вод в бассейне р.Сырдарья

Басманов А.В.

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства»

Введение

Аграрный сектор в значительной мере влияет на развитие целого ряда негативных процессов – это, прежде всего, является мощным источником формирования возвратных вод, которые, имея высокую степень минерализации и токсичности, значительно влияют на деградацию растительного и животного мира природной экосистемы бассейна.

Анализ условий работы водохозяйственных систем бассейна Сырдарьи, исходя из особенностей их функционирования, выдвигает задачу разработки как общих принципов использования водоземельных ресурсов, их охраны и воспроизводства, так и количественных методов оценки изменения природно-хозяйственных процессов, сопутствующих этому использованию, и на этой основе выбор наилучшей стратегии управления этими системами.

Интенсивное развитие орошаемого земледелия, особенно во второй половине XX века при освоении новых орошаемых земель Голодно-степского 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, общий объем коллекторно-дренажных вод в бассейне р.Сырдарья достиг $22,4 \text{ км}^3$ в год. Львиная доля приходится на Ферганскую долину – $9,4 \text{ км}^3$, в низовьях – $5,5 \text{ км}^3$ и в среднем течении $3,5 \text{ км}^3$. Из всего объема $14,1 \text{ км}^3$ сбрасывается обратно в реки, остальные – в естественные понижения и пески [1,2].

Результаты ежегодного мониторинга орошаемых земель в бассейне р.Сырдарья показывают, что в настоящее время более 50% орошаемых земель имеют различную степень засоления и более 30% являются солонце-

ватами. 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% вододачи) и в населенных пунктах (до 10-30%), загрязняют водные источники и ухудшают эколого-мелиоративную обстановку поливных земель и прилегающих территорий [3].

Протяженность коллекторно-дренажной сети в Казахстанской части бассейна р.Сырдарья составляет: по магистральным, межхозяйственным коллекторам и дренам – 1965,2 км и внутривладельческим – 13695,9 км. По областям магистральные и межхозяйственные коллекторы и дренаи построены почти в одинаковом количестве: 1032,3 км – в Туркестанской и 932,9 – в Кызылординской, внутривладельческие соответственно – 3154,6 и 10541 км (рисунок 1) [4, 5].

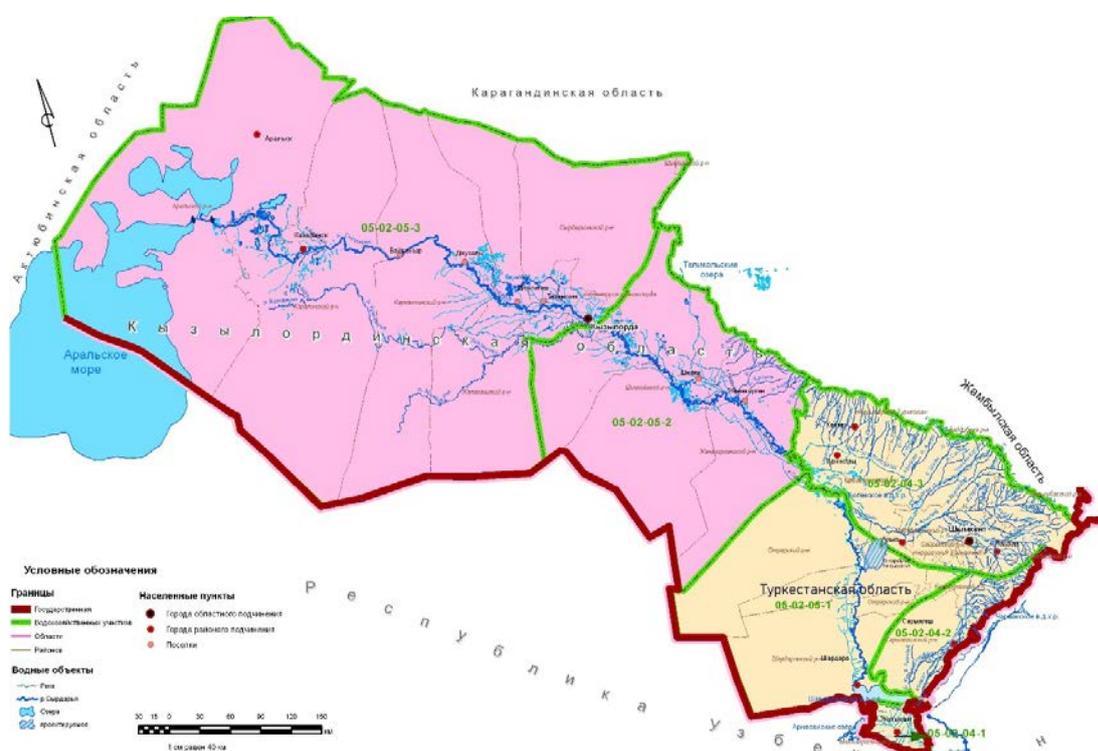


Рис. 1. Водохозяйственные участки и массивы орошения в Казахстанской части бассейна р.Сырдарья

Орошаемое земледелие – основной потребитель водных ресурсов, а, следовательно, и главный поставщик загрязняющих стоков в водные объекты. Из сравнительного анализа данных по истощению и загрязнению поверхностных вод бассейна можно сделать следующие выводы [4]:

- минерализация воды в Сырдарье в настоящее время превышает ПДК в 1,5-1,8 раза; эта тенденция наблюдается по всей длине реки от створа Кокбулак до г.Казалинск (низовья реки);

- общая жесткость воды в низовьях бассейна определена в интервале 10,4-14,5 мг/л, что несколько выше ПДК;

- присутствие солей магния и кальция в Сырдарье в пределах ПДК;

- растворенный кислород выше ПДК в 1,5-2,0 раза;

- индекс загрязненности воды (ИЗВ) имеет значительные отклонения от нормы: его значения для Шардары – 4,12 и для Казалинска – 5,37.

Тем не менее, неконтролируемые сбросы коллекторно-дренажных и сбросных 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, наблюдается низкая урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур.

Материалы и методы исследования

Значительный объем дренажно-сбросных вод, сбрасываемых в водоемы и источники и естественное понижения местности за пределами орошаемых массивов 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.

Сток воды за пределы оросительных систем состоит из двух составляющих: минерализованных дренажных и пресных сбросных вод. Дренаж-

ные 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 оценке стока 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 [6,7] 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 (рис. 2, табл. 1).

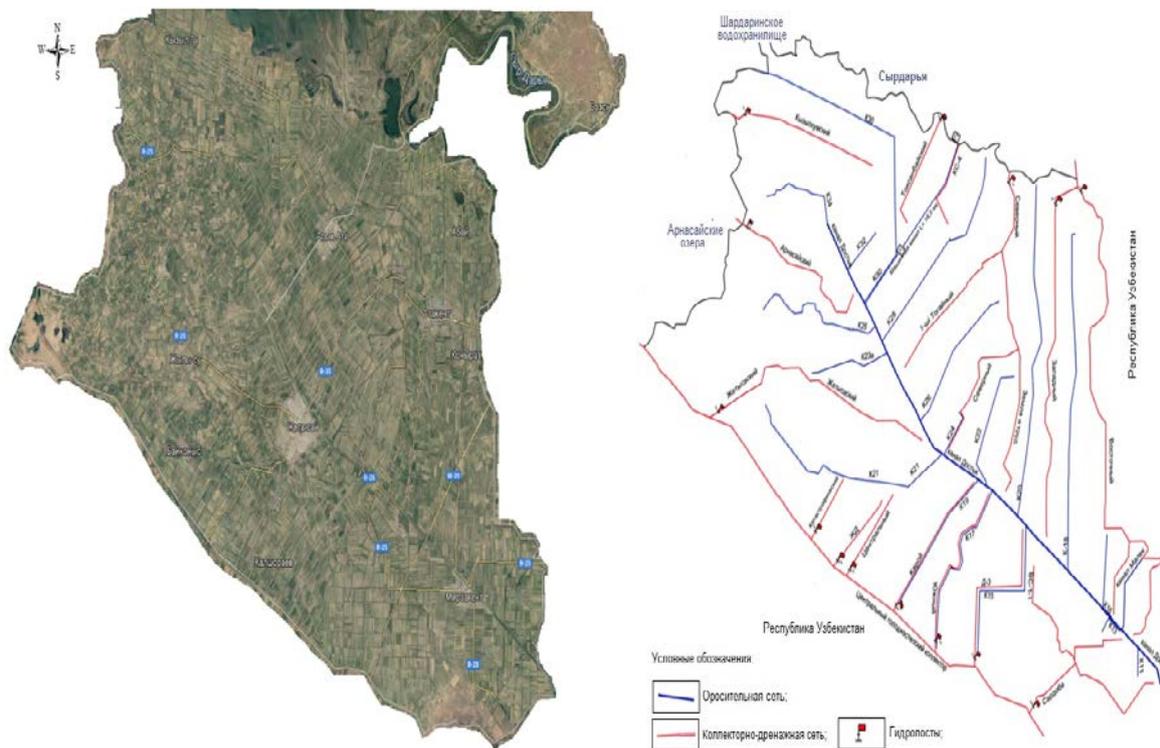


Рис. 2. Космоснимок (изображение Google Earth) и схематическая карта оросительной и коллекторно-дренажной сети Казахстанской части Голодностепского массива в бассейне р.Сырдарья

Дренирование территории до недавнего времени осуществлялось главным образом с помощью скважин вертикального дренажа, количество которых составляло до 1990 года – 717 шт. По данным ПУ «Эксплуатация 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 [4, 7].

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 | |
| 5 | Кызылкумский | 4,20 | 21,9 | 4,5 | 6,0 | Арнасайское озеро |
| 6 | Арнасайский | 3,70 | 17,2 | 3,5-4,0 | 3,5 | |
| 7 | ЦГК, в том числе Казахстанская часть | 90,0 | 83 | 6,8 | 10-12 | |

Результаты исследования

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

Дренажно-сбросной сток 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 дренаж-

но-сбросных вод на орошение. Например, 2021 год характеризовался как засушливый и маловодный, поливной воды соответственно сбрасывалось меньше. По данным лабораторных анализов минерализация сбросных вод за 2021-2022 гг. колеблется от 1,5 до 5 и более г/л.

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 рассоления. 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 рекомендуется 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 [8-13]. 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 (табл. 3). По данным оценки качества коллекторно-дренажных вод на Мактааральской и Жетысайской оросительной 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.

Таблица 2

**Объем отводимых коллекторно-дренажных вод
с Голодностепского массива орошения за 2008-2022 гг.**

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

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 | Тасқындық | - | 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 | - |

| № 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 |
| 7 | Токсанбай | - | 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 |

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. По данным РГУ «Южно-Казахстанская ГГМЭ», с началом промывки, интенсивность коллекторно-дренажного стока резко возрастает и в 2022 году амплитуда их колебания достигала 15,15-22,69 м³/с [7].

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 (рис. 3). 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 РГУ «Южно-Казахстанская ГГМЭ» по отдельным коллекторам [7]. 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 он составил 43,99 млн м³.

Результаты изучения минерализации коллекторно-дренажных вод показывают, что в вегетационный период в Голодностепском массиве изменяется в пределах 0,909-2,919 г/л (табл. 4). Анализ катионного состава коллекторно-дренажных вод показывает, что в большинстве коллекторов доминирующее положение занимают Na⁺ и Mg²⁺, в некоторых коллекторах – только катионы Mg²⁺. С ростом минерализации коллекторно-дренажных вод, разница в концентрации катионов Na⁺ и Mg²⁺ 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.

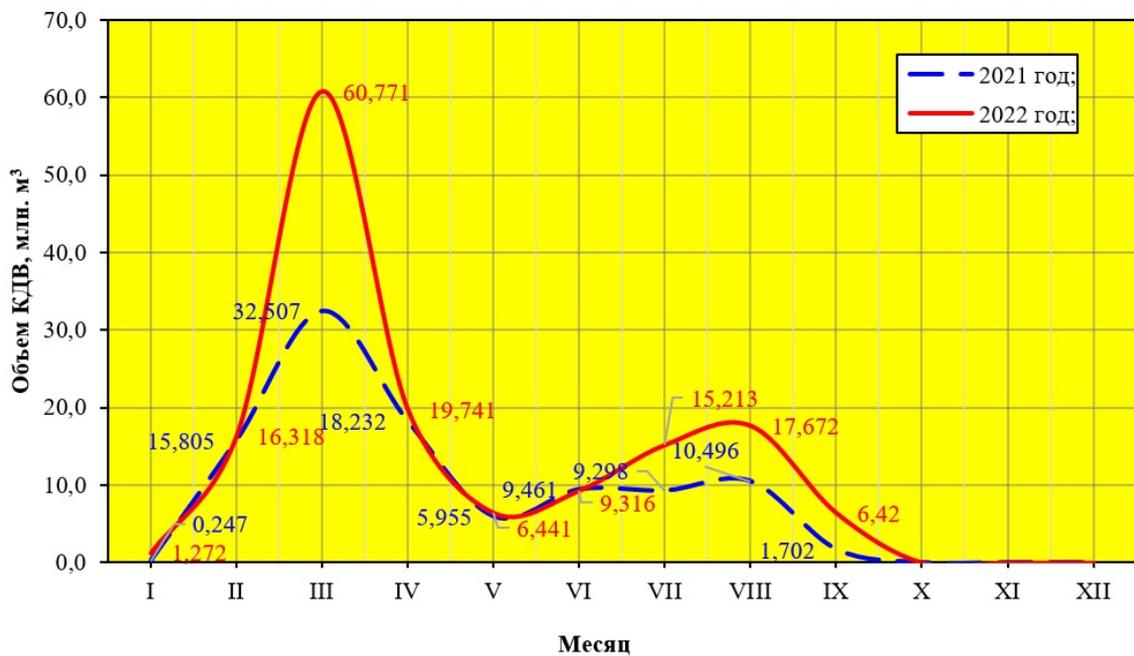
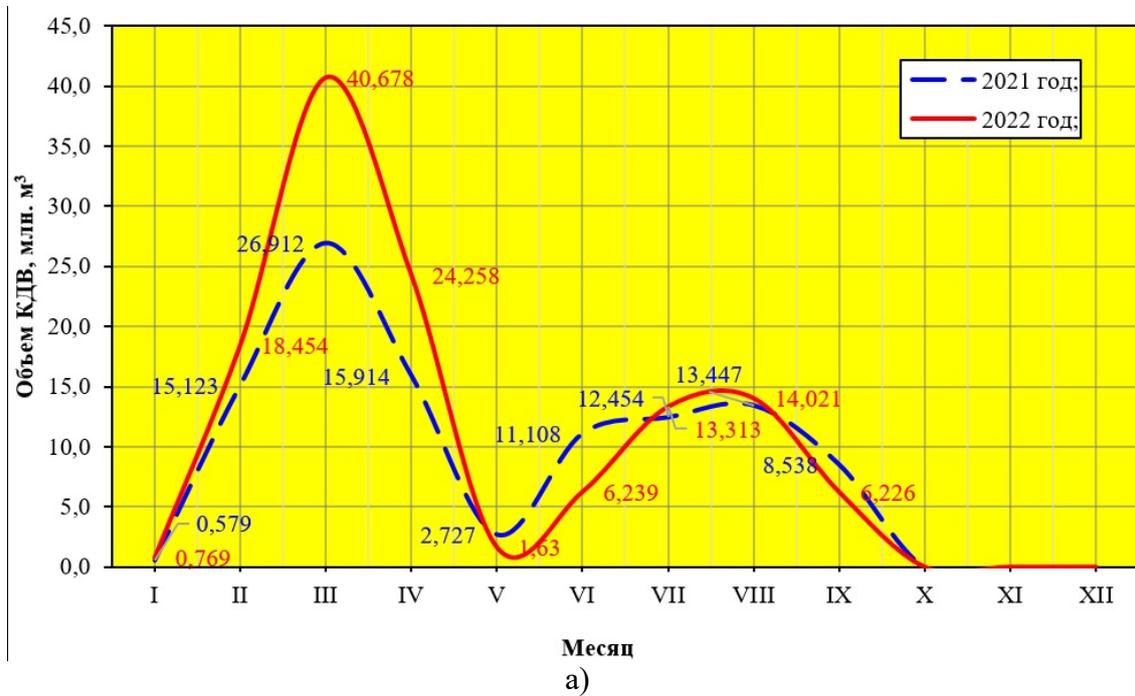


Рис. 3. Динамика изменения объема коллекторно-дренажных вод по месяцам в Мактааральской (а) и Жетысайской (б) оросительной системе бассейна р.Сырдарья

Таблица 4

**Оценка качества коллекторно-дренажных вод
на различных ирригационных системах**

| Наименование коллекторно- дренажной сети | Показатели | | | | | |
|--|---------------------|------|--------|----------------------|-----|------|
| | Сумма солей, г/л | pH | ОКН | Mg ²⁺ , % | К | 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 пара- метры | 1-3 | <1 | <50 | >1 | <10 | <8,0 |

Вместе с тем, с коллекторно-дренажными водами за пределы ирригационных систем выносятся соли. Например, с орошаемых земель Мактааральского района Туркестанской 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 необходимы технологии утилизации коллекторно-дренажных вод, которые обеспечат снижение объемов их поступления в источники орошения.

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.

Для оценки направленности мелиоративных процессов, поиска методов рационального управления водоземельными ресурсами желательно использовать индекс солевого состояния орошаемой территории, который

характеризует устойчивость работы ирригационных систем, предложенный В.А.Ковдой [14]:

$$S = S_1 / S_2 \quad (1)$$

где: S – индекс солевого состояния орошаемой территории;

S_1 – минерализация (среднегодовая) дренажных вод и подземного стока, г/л;

S_2 – минерализация оросительных вод в голове водозабора, г/л.

Например, при поливах речной водой (0,3-0,5 г/л), когда минерализация дренажных вод колебалась в пределах 3-5 г/л, индекс солевого состояния орошаемой территории, который определяется делением минерализации дренажных вод на минерализацию оросительных вод, находился в пределах 8-10 и характеризовал благоприятную мелиоративную обстановку на орошаемых землях. В случае снижения данного индекса почвы засоляются, а его увеличения – рассоляются.

При индексе 1 формируется нулевой солевой баланс, т.е. стабилизируется солевой режим почвогрунтов. Снижение данного показателя свидетельствует о формировании положительного солевого баланса, т.е. почвы и грунтовые воды засоляются.

Для решения практических задач по определению норм дренирования в зависимость (1) введены размеры дренажного и подземного стока с учетом размеров оросительных норм в следующем виде [12, 13, 15]:

$$S = V_1 S_1 / V_2 S_2 \quad (2)$$

где: V_1 – размеры дренажного и подземного стока, м³/га;

V_2 – размеры оросительных норм, м³/га;

После преобразования вышеприведенной зависимости (2) можно определять нормы дренирования, обеспечивающие рассоление почв с учетом изменения минерализации оросительных и дренажных вод по зависимости:

$$V_1 = V_2 \times S_2 / S_1 \quad (3)$$

Использование данной зависимости (3) позволяет устанавливать нормы дренирования, которые обеспечат формирование нулевого или от-

рицательного солевого баланса, при изменении минерализации оросительных и дренажных вод.

Гидромелиоративная система, как технический комплекс с особым видом природопользования может удовлетворять требованиям экологического равновесия и рационального природопользования в рамках бассейновой экосистемы, если ее функционирование удовлетворяет следующим условиям:

- качество воды, подаваемой на орошение, должно быть на уровне требований соответствующих ГОСТов;

- охрана поверхностных и подземных вод от загрязнения пестицидами должна осуществляться в соответствии с нормативными требованиями;

- технология очистки дренажно-сбросных вод должна удовлетворять новейшим научно-техническим достижениям в этой области;

- нарушение естественного ландшафта под воздействием технической части мелиоративной системы должно быть минимальным;

- поливная техника не должна допускать эрозии почвы, разрушения ее агрегатного состава. Подача воды должна соответствовать впитывающей способности почвы. Совершенно недопустимы сбросы воды, поданной на орошение;

- нитратное загрязнение грунтовых вод пестицидами и другими токсичными веществами должно быть исключено полностью;

- дренаж должен обеспечить необходимый уровень грунтовых вод, обусловленный мелиоративным режимом.

Выполнение совокупности перечисленных требований в сочетании с агротехникой и др. технологиями сельскохозяйственного производства является необходимым условием обеспечения рационального природопользования.

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 [13].

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 [10-13]. Данное направление имеет особо важное значение в Южном Казахстане, где нехватка воды предопределяет поиск методов водосбережения, в частности при формировании

общего стока и внутрисистемного использования коллекторно-дренажных и сбросных вод.

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.

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 предопределяются режимом орошения. С окончанием поливного сезона происходит снижение размеров интенсивности дренажного стока.

Фактическая доля дренажного стока в условиях рассматриваемого района не превышает 0,7-1,2% от всего бассейна р.Сырдарья. Для увеличения дренированности территории Казахской части Голодностепского массива бассейна р.Сырдарья необходимо строительство более эффективных видов дренажных систем и реконструкции существующей коллекторно-дренажной сети.

По магистральным и межхозяйственным каналам в целях снижения потерь воды в настоящее время ведутся работы по увеличению протяженности облицовочных участков. Планируется повсеместно решать проблему нормального водоотведения через КДС, восстановление её профиля, оснащения средствами механической откачки воды. Предполагается, что осуществление намеченного комплекса работ по реконструкции позволит повысить значения КПД ирригационных систем до следующих значений:

- по бассейну в целом до 0,75;
- по межхозяйственным системам – 0,87;
- по внутрихозяйственным системам – 0,88.

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., Мейер В.С., 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 Отчет о НИР «Оценка ресурсов и прогноз использования природных вод Казахстана в условиях антропогенно и климатически обусловленных изменений» / ТОО «Институт Географии», ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства». – Тараз, 2010

5 Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Сырдарья с притоками / ПК «Институт Казгипроводхоз» МСХ РК. – Алматы, 2007

6 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.

7 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

8 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

9 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 «ЮКГГМЭ», 2021. – С.54-67

10 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.

11 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.

12 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.

13 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.

14 Ковда В. А. Биогеохимия почвенного покрова. – М.: Наука, 1985. – 262 с.

15 Вышпольский Ф. Ф., Бекбаев Р. К., Балгабаев Н. Н. Методы управления мелиоративными процессами на рисовых системах // Природообустройство. – № 4. – 2014. – С. 17-20