

3. Бондаренко О.Н. Определитель высших растений Каракалпакии. -Ташкент: Наука, 1964.
4. Вухрер В. Первичное зарастание обсыхающего побережья Арала // Пробл.осв.пустынь, 1979, № 2.
5. Ишанкулов М.Ш., Курочкина Л.Я., Макулбекова Г.М., Некрасова Т.Ф. О динамике процессов ландшафтообразования юго-восточного побережья Аральского моря (Босайский створ) // Пробл.осв.пустынь, 1979, № 2.
6. Кабулов С. Изменение пустынных фитоценозов Приаралья в связи с усыханием Аральского моря // АДД. -Ташкент, 1989.
7. Кабулов С.К., Матжанова Х.К., Орел М.М. Особенности изучения воднорастворимых солей // Вестник ККО АН РУз, 1997, № 1-2.
8. Кесь А.С. Основные этапы развития Аральского моря // Проблема Аральского моря. -М.: Наука, 1969.
9. Кесь А.С. Причины изменений уровня Арала в голоцене // Изв. АН СССР, сер.геогр., 1978, № 1.
10. Ковда В.А. Проблемы борьбы с опустыниванием и засолением орошаемых почв. -М.: Колос, 1984.
11. Коровина О.Н., Бахиев А.А., Таджитдинов М.Т., Сарыбаев Б. Иллюстрированный определитель высших растений Каракалпакии и Хорезма. -Ташкент: Фан, 1982, т.1.
12. Коровина О.Н., Бахиев А.А., Таджитдинов М.Т., Сарыбаев Б. Иллюстрированный определитель высших растений Каракалпакии и Хорезма. -Ташкент: Фан, 1983, т.2.
13. Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е., Бахиев А., Мамутов Н. Опыт формирования растительности на солончаках обсохшей части Аральского моря // Матер.межд. научно-практ. конф. «Проблемы рационального использования и охраны биологических ресурсов Южного Приаралья». -Нукус, 2006.
14. Матжанова Х.К. Биоэкологические особенности соленакопления растений в условиях Каракалпакстана // Автореф. дисс. канд. биол. наук. -Ташкент, 1999.
15. Матжанова Х.К., Орел М.М. Мониторинг растительности осушенной южной части Аральского моря // Мат.межд. научно-практ. конф. «Проблемы рационального использования и охраны биологических ресурсов Южного Приаралья». -Нукус, 2006.
16. Матжанова Х.К., Рахимова Т., Алланазарова У. Современное состояние растительности осушенной южной части дна Аральского моря // Вестник ККО АН РУз, 2007, № 4.
17. Методы агрохимических анализов почв и растений Средней Азии. -Ташкент, 1977, изд. 5-е, дополн.
18. Ниязов Р.А., Мавлянов Т.Э., Пинхасов Б.И., Ташматов Х.М. Динамика развития экзогенных процессов на обсохшем дне Аральского моря и опустынивание в Приаралье // Опустынивание в Узбекистане. -Ташкент, 1998.
19. Черепанов С.К. Сосудистые растения СССР. -Л.: Наука, 1981.

К.Х. АТАЛЫЕВ, У.Б. САПАРОВ

УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСГРАНИЧНЫМИ ДРЕНАЖНЫМИ ВОДАМИ В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Характерной особенностью орошаемого земледелия Центральноазиатского региона является формирование огромного количества дренажных вод. В годы интенсивного освоения новых орошаемых земель из общего объема поверхностных водных ресурсов 110-115 км³ формировалось до 39-40 км³ дренажных вод. В последние годы наблюдается снижение

объема дренажного стока до 32-34 км³, что связано с вынужденным сокращением удельной водоподачи на орошаемый гектар из-за чрезмерного расширения площадей орошаемых земель, развития промышленности и других водопотребляющих отраслей экономики, роста численности населения (табл. 1).

Таблица 1

Динамика использования водных и земельных ресурсов в бассейне Аральского моря

Показатели	Ед.изм.	1960	1970	1980	1990	2000	2006
Население	млн.чел.	14,1	20,0	26,8	33,6	41,5	44,96
Площадь орошаемых земель	тыс.га	4510	5150	6920	7600	7990	8456
Суммарный водозабор,	км ³ в год	60,61	94,56	120,69	116,27	105,0	106,30
в т.ч. на орошение	км ³ в год	56,15	86,84	106,79	106,4	94,66	95,97
Удельный водозабор на 1 га	м ³ на га	12450	16860	15430	14000	11850	11350

Динамика использования водных и земельных ресурсов в бассейне Аральского моря показывает, что за период 1960-2006 гг. численность населения региона увеличилась более чем в 3 раза и достигла 45 млн. человек, площади орошаемых земель выросли почти в 2 раза и составляют около 8,5 млн. га. При этом суммарный водозабор составляет около 106 млрд.м³, в том числе на орошение около 96 млрд.м³, а удельный водозабор с 1 га орошаемой площади постоянно сокращается и в 2006 г. составил 11350 м³ на 1 га.

Из общего объема коллекторно-дренажных вод (КДВ) около 51% (18-20 км³) сбрасывается в реки, внося в них более 110-120 млн.т

солей. Более 36% объема КДВ или 16-17 км³ сбрасывается в естественные понижения и расходуется на испарение и фильтрацию; лишь незначительная доля (13% или 4-5 км³) повторно используется для орошения.

В общем водоотведении возвратных вод сточные воды промышленности и коммунально-бытового сектора, как правило, отводятся совместно с дренажным стоком и сбрасываются в бассейны рек или в естественные понижения рельефа. Поэтому при разработке мероприятий по их утилизации целесообразно рассматривать их совместно, но при этом нужно иметь в виду, что сточные воды промкомбыта являются более загрязненными (табл. 2).

Таблица 2

Возвратные воды и водоотведение в бассейне Аральского моря (км³ в год)

Государство	Коллекторно-дренажные воды	Сточные воды промышленности и коммунального сектора	Всего возвратных вод	Водоотведение и утилизация		
				в реки	в естественные понижения	повторное использование для орошения
Казахстан	1,6	0,19	1,79	0,84	0,7	0,25
Кыргызстан	1,7	0,22	1,92	1,85	0	0,07
Таджикистан	4,05	0,55	4,60	4,25	0	0,35
Туркменистан	3,8	0,25	4,05	0,91	3,1	0,04
Узбекистан	18,4	1,69	20,09	8,92	7,07	4,1
Всего в бассейне Аральского моря,	29,55	29	32,45	16,77	10,87	4,81
в т.ч. бассейн Сырдарьи,	11,95	1,44	13,39	9,16	1,54	2,69
бассейн Амударьи	17,6	1,46	19,06	7,61	9,33	2,12

КДВ, являясь сопутствующим побочным продуктом орошаемого земледелия, могут служить и дополнительным источником для орошения солеустойчивых сельхозкультур, и как водные объекты для поддержания биологического разнообразия, рыбного промысла и охоты, в рекреационных целях для отдыха людей и др. Однако загрязненность КДВ остатками минеральных удобрений и ядохимикатов, используемых в сельском хозяйстве, существенно ограничивает возможность их повторного использования. Сбор, транспортировка и отвод дренажных вод сопряжены с огромными материальными затратами.

Формирование огромного объема коллекторно-дренажного стока в основном связано с низкой эффективностью используемых способов и техники полива, технологии орошения сельскохозяйственных культур. Согласно научным рекомендациям при высокотехнологичном ведении орошаемого земледелия объем формируемого дренажного стока не должен

превышать 10% от объема подаваемой воды на поля для орошения. Однако из-за огромных непроизводительных потерь оросительной воды доля КДВ от объема стока, подаваемого на орошение, составляет 20-55%. Если учесть, что не вся орошаемая территория в регионе обеспечена коллекторно-дренажной сетью, то очевиден факт огромных затрат воды на каждый орошаемый гектар и значительные удельные величины дренажного стока (табл. 3).

Поэтому при разработке мероприятий по устойчивому управлению дренажным стоком в первую очередь необходимо особое внимание уделять водосбережению и повсеместному сокращению непроизводительных потерь оросительной воды и, соответственно, удельного дренажного стока с орошаемого гектара.

В начальные периоды интенсивного расширения площади орошаемых земель и массового строительства коллекторно-дренажных систем получил широкое распространение отвод дренажных вод в стволы рек для повтор-

Доля дренажного стока от объемов воды на орошение

Государство	Объем использования водных ресурсов на орошение, млн.м ³	Формируются КДВ от орошения, млн.м ³	Доля КДВ от объема стока на орошение, %
Казахстан	7959	1600	20,1
Кыргызстан	3100	1700	54,8
Таджикистан	10150	4050	39,9
Туркменистан	16788	3800	22,6
Узбекистан	56660	18400	32,5
Всего в бассейне Аральского моря,	94657	29550	31,2
в т.ч. бассейн Сырдарья,	35089	11950	34,1
бассейн Амударья	59568	17600	29,5

ного их использования. Такое "повторно-прокатное" использование водных ресурсов, предусмотренное в прежних "схемах" и проектах Комплексного использования водных ресурсов, обосновывалось необходимостью увеличения оросительной способности речных стоков (располагаемых водных ресурсов). В схемах комплексного использования водных ресурсов бассейна Аральского моря за счет повторного применения возвратных вод прогнозировалась возможность повышения оросительной способности речных стоков до 15-20%.

Однако развитие орошаемого земледелия в Центральной Азии за последние десятилетия показало, что "повторно-прокатное" использование располагаемых водных ресурсов через стволы рек допустимо только до определенного предела возврата КДВ, за чертой которого он наносит большой ущерб не только питьевому водоснабжению, но и другим отраслям на-

родного хозяйства и особенно развитию агропромышленного комплекса, приводя к ухудшению качества речных вод. В верхних течениях рек минерализация воды увеличилась на 0,2-0,3 г/л, в средних на 0,5-0,7, а в нижних - на 1,0-1,5 г/л. Повышение минерализации воды приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Рост минерализации на каждые 0,1 г/л по сравнению с исходным значением наносит ущерб продуктивности от 134 до 147 долл. США на 1 га в среднем и нижнем течении бассейна Амударья, а в среднем течении бассейна Сырдарья этот ущерб составляет от 70 до 150 долл. США на 1 га.

Влияние дренажных сбросов на качество речной воды можно рассмотреть на примере реки Амударья, где в период 1960-1990 гг. получило наибольшее развитие строительство КДС и отвод дренажных вод в ствол реки (табл. 4).

Таблица 4

Рост среднегодовой минерализации воды Амударья (по [1])

Период	Атамурат (Жерки)	Ильчик	Бирата (Дарганата)
1960-1965	0,56	0,62	
1966-1970	0,56	0,61	
1971-1975	0,67	0,7	
1976-1980	0,73	0,73	0,88
1981-1985	0,79	0,91	1,15
1986-1990	0,73		1,05

Анализ данных за период 1986-1990 гг. по сравнению с 1960-1965 гг. показывает, что из-за увеличивающихся объемов сбросов КДВ в бассейн реки Амударья по створу Атамурат произошло увеличение минерализации речной воды на 170 мг/л, по створу Ильчик на 290 мг/л, а по гидроступу Бирата минерализация достигает 1200-1300 мг/л.

Отрицательное влияние на качество воды реки Амударья дренажных сбросов в среднем и нижнем ее течении подтверждается также результатами наших исследований в июне 2004 г. (табл. 5).

По результатам наших наблюдений, в начале июня минерализация воды в створе пос.Мукры (район головного водозабора Кара-

Влияние сбросов КДВ на минерализацию воды Амударья

Дата отбора проб	Место отбора пробы	Среднесуточный расход воды реки и дренажных коллекторов, м ³ /с	Общая минерализация по сухому остатку, мг/л
02.06.	Пос.Мукры, 1102 км Амударья от Аральского моря	2300	600
03.06.	г.Атамурат, 1045 км	1880	633
04.04.	Район Головного питания канала Карабекаул, 950 км	1840	633
04.06.	Участок Япач в 5 км выше впадения Южного дренажного коллектора с территории РУз, 865 км	1835	666
04.06.	Устье южного коллектора, 860 км	30,0	5700
04.06.	10 км ниже впадения Южного коллектора, 855 км	1860	933
07.06.	г.Туркменабат, 840 км	1850	733
07.06.	г.Сеиди, 797 км	1840	736
07.06.	Устье Главного левобережного коллектора, 724 км	23,4	1400
07.06.	Устье Фарабского самотечного коллектора, 746 км	3,0	1766
07.06.	Пос.Кабаклы, ниже впадения Маханкульского коллектора с территории РУз, 665 км	1835	1433
07.06.	Пос.Бирата, 611 км	1830	800

кумского канала) составила 600 мг/л. В створе в 10 км ниже впадения Южного коллектора минерализация речной воды составила 930 мг/л, а минерализация воды Южного коллектора - 5700 мг/л.

В районе пос.Кабаклы ниже створа сброса Маханкульского коллектора минерализация речной воды составила 1400 мг/л. По-видимому наши пробы отбирались до полного смешения дренажной и речной воды, так как в створе гидропоста Бирата минерализация речной воды составила 800 мг/л.

Как видно из таблицы 5, минерализация воды от створа Мукры до створа Бирата увеличилась на 200 мг/л при расходе воды в реке около 2000 м³/с, что является существенной величиной. После сброса дренажных вод, в особенности с Южного и Маханкульского коллекторов, которые имеют большие расходы дренажных вод с повышенной минерализацией, качество воды реки Амударья резко ухудшается.

Такое положение доказывает, что "повторно-прокатное" использование располагаемых водных ресурсов через стволы рек далее неприемлемо в существующих объемах и поэтому необходимо искать другие подходы к управлению и утилизации КДВ, обеспечивающие их продуктивное использование без нанесения серьезного ущерба другим водопотребителям и окружающей среде.

Одним из эффективных способов снижения дренажного стока и затрат по сбору и

транспортировке дренажных вод является использование слабоминерализованных грунтовых вод в местах их формирования для увлажнения корнеобитаемого горизонта сельскохозяйственных культур путем обратного регулирования водного режима почв или субиригации. Ряд исследователей отмечают, что при залегании слабоминерализованных грунтовых вод (1-4 г/л) на глубине 1,0 м можно удовлетворить потребность хлопчатника в воде на 30-70%, на глубине 2,0 м на 15-30 и 3,0 м на 5-20%.

Таким образом, путем искусственного поддержания уровня грунтовых вод на глубине 1,2-1,5 м можно сэкономить значительные объемы оросительной воды и снизить затраты по отводу дренажных вод.

Искусственное поддержание уровня грунтовых вод достигается шлюзованием дренажных коллекторов: на открытых коллекторах перегораживающими сооружениями, на закрытой сети - запорно-регулирующими устройствами.

В настоящее время кроме осуществления организационных и технических мер по улучшению режима водопотребления в орошаемом земледелии и с тем, чтобы максимально сократить объемы образуемых возвратных сбросно-дренажных вод, могут быть предложены следующие варианты управления и размещения формируемых в бассейне Аральского моря дренажно-сбросных вод:

- использование КДВ в местах их форми-

рования на полив солеустойчивых сельскохозяйственных культур, в том числе путем смешивания их с речной водой;

- использование КДВ в зоне магистральных отводящих трактов для орошения солеустойчивых сельскохозяйственных культур на легких песчаных пустынных почвах;

- отвод дренажно-сбросных вод с культурной зоны в искусственные накопители вод и использование их для разведения рыбы, отдыха и спортивных целей; здесь также может быть предусмотрен отвод дренажно-сбросных вод в озера, дельты рек Амударья и Сырдарья для создания обводненных зон и сохранения биологической продуктивности;

- в перспективе следует рассмотреть вариант использования на различные нужды дренажно-сбросных вод путем их опреснения, в том числе для орошения сельскохозяйственных культур.

Практика маловодных лет показывает, что использование слабоминерализованных дренажных вод для орошения сельскохозяйственных культур (в некоторых случаях путем смешивания с речной водой) не снижает урожайность сельскохозяйственных культур, но и самое главное - способствует существенному снижению уровня грунтовых вод и улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель.

Вопрос использования слабоминерализованных вод для орошения солеустойчивых сельскохозяйственных культур на легких по механическому составу почвах изучается достаточно долго и по нему разработан ряд научно обоснованных рекомендаций. Поэтому вовлечение КДВ в единую систему водообеспечения сельскохозяйственных культур является не только вопросом покрытия дефицита водных ресурсов, но и надежным способом повторного использования возвратных вод, устранения отрицательного воздействия их на окружающую среду.

Как было отмечено выше, одним из распространенных способов использования КДВ является их организованный отвод и накопление в понижениях рельефа. Необходимо отметить, что небольшие озера-накопители дренажных вод на малых локальных коллекторно-дренажных системах, как правило, бывают небольшой глубины, но с относительно значительной водной поверхностью, в связи с чем здесь идет интенсивное испарение воды, в результате чего она в этих водоемах становится горько-соленой, деградирует водная и пустынная растительность, снижается биологическая продуктивность. Иногда на местах таких понижений с обильной дикорастущей растительностью возникает солончак с горько-соленой водой. Поэтому, когда рассматривается вариант размещения коллекторно-дренажного стока в природных понижениях, необходимо выбирать оптимальные размеры этого накопителя, хотя биологическая продуктивность и этих

антропогенных озер-накопителей из года в год будет снижаться, так как будет расти их соленость.

В качестве крупномасштабного примера сбора и размещения больших объемов КДВ можно привести проект создания Туркменского озера в Каракумах. На современном этапе общий объем КДВ, формирующихся на орошаемых землях Туркменистана, доходит в отдельные годы до 6,0 км³, что составляет 20-25% объема водозабора из источников на эти нужды и соответствует современному уровню сельскохозяйственного производства. С учетом КДВ, поступающих с территории Узбекистана, общий объем КДВ, транспортирующихся по территории Туркменистана, может составить более 11,0 км³.

К настоящему времени в веляях Туркменистана сложилась самостоятельная система по отводу КДВ за пределы культурной зоны. Раньше часть КДВ сбрасывалась в реки Амударья и Мургаб, а основная часть отводилась в межбарханные понижения, затапливая на своем пути пустынные пастбища, выводя из строя колодцы, водосборные такыры.

Особенно тяжелое положение сложилось в Дашогузском веляе, где более 65% годового стока КДВ, транспортируемого транзитом по системам межгосударственных дренажных коллекторов в Сарыкамышское озеро, формируется на территории соседних веляев Узбекистана. В промывной и предпосевной периоды года происходит резкое увеличение расходов КДВ Озерного и Дарьялыкского дренажных коллекторов, превышающих проектные параметры в 1,2-2 раза.

Пропуск сверхпроектных расходов, в особенности в низовьях Озерного и Дарьялыкского коллекторов, приводит к интенсивному размыву русла, разрушению существующих мостов, газопроводов, линий электропередач и связи, водопропускных сооружений, подтоплению существующей системы дренажа, ухудшению мелиоративного состояния орошаемых земель и пастбищ, причиняя при этом значительный экологический и экономический ущерб.

Для устранения деградационных процессов и в целях выполнения обязательств Туркменистана по прекращению сброса минерализованных дренажных вод в Амударью с территории Туркменистана было принято решение о строительстве Туркменского озера в Каракумах.

В качестве природной емкости Туркменского озера выбрано понижение Карашор. Его протяженность около 100 км, ширина 15-20 км, общая емкость озера оценивается в 132 км³.

Туркменское озеро должно принять дренажные воды по двум системам дренажных трактов - Дашогузскому вводу (северная) и Транстуркменскому коллектору (южная).

Северная система отведет дренажные воды с орошаемых земель Дашогузского вейлата и стоки дренажных вод, поступающих с территории Узбекистана по Озерному и Дарьялыкскому коллекторам.

Южная система полностью будет отводить дренажные воды с орошаемых земель Лебапского, Марыйского, Ахалского и Балканского вейлатов. Система будет отводить дренажные воды Правобережья и Левобережья среднего течения Амударьи, примет в себя дренажные воды Джарского, Главного Мургабского, Центрально-Тедженского коллекторов, а также КДВ Прикопетдагских районов.

Максимальный расход Дашогузского ввода складывается из двух расходов: отводимых из Дарьялыка 60 м³/с и Озерного - 150 м³/с, всего 210 м³/с.

Транстуркменский коллектор пересечет территорию Туркменистана в субширотном направлении от Амударьи на востоке до понижения Карашор на западе, и в субмеридиональном незначительно в западной части.

Общая длина коллектора - 720 км, расход в истоке составит 123 м³/с, где 58 м³/с - расход КДВ правого берега реки Амударья в пределах Лебапского вейлата. Максимальный расчетный расход составит 240 м³/с.

Реализация данного проекта позволит решать ряд важнейших экологических и социально-экономических задач. В частности, исчезнут многочисленные локальные мертвые озера с горько-соленой водой, образованные в результате беспорядочного сброса дренажных вод в понижения рельефа в пустыне. Улучшит-

ся организованный отвод КДВ с орошаемых территорий, тем самым решатся проблемы, связанные с заболачиванием и засолением земель. В зоне магистральных коллекторов и главных вводов, общая протяженностью которых более 1,5 тыс.км, сформируются обводненные зоны, где будет бурно развиваться древесно-кустарниковая и травянистая растительность, значительно улучшится кормовая продуктивность пастбищ.

За последние 30-35 лет научно-исследовательскими учреждениями Туркменистана изучены различные аспекты использования КДВ в качестве дополнительных источников орошения сельскохозяйственных культур (хлопчатник, рис, кукуруза, сорго, просо и др.).

Применение КДВ минерализацией 3-4 г/л позволило в различных районах Туркменистана получать урожай сельскохозяйственных культур всего лишь на 5-10% ниже урожаев, получаемых при поливах речной водой.

В последние годы рассматривается ряд методов очистки коллекторно-дренажных и сточных вод с помощью высших водных растений и наибольший интерес представляет их способность поглощать из воды органические вещества, нефтепродукты, задерживать взвеси, извлекать биогенные элементы, тяжелые металлы, фенолы, пестициды и радиоактивные вещества.

Среди высших водных растений наиболее перспективными для очистки воды являются: тростник обыкновенный, рогоз узколистный, камыш озерный, роголистник погруженный и другие.

Министерство водного хозяйства
Туркменистана, Институт
"Туркменсувылымтаслама"

Дата поступления
10 декабря 2007 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Д у х о в н ы й В . А . Экологическая устойчивость и передовые подходы к управлению водными ресурсами в бассейне Аральского моря // Мат.

Центральноазиатской междунар.научно-практической конференции, Алматы 5-8 мая 2003. Water and ECO, -Almaty, 2003.