

Е. Д. Жапаркулова, проф., канд. сел.-хоз. наук, К. Е. Калиева, докторант.  
КазНАУ, г. Алматы

## РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА

В условиях нехватки водных ресурсов, когда лимиты водоподачи не покрывают дефицит водопотребления сельскохозяйственных культур, водообеспеченность орошаемых земель можно повышать за счет интенсификации сельскохозяйственного производства и совместного использования поверхностных и подземных вод. При этом эффективность этого приема повышается путем внедрения ресурсосберегающей технологии орошения, предусматривающей своевременное проведение технологических операций (работа дренажа, сроки поливов, размеры поливных норм, обработка почвы, внесение удобрений и т.д.) с учетом лимитов воды и складывающейся агрометеорологической обстановки.

В основу ресурсосбережения положены принципы рационального использования поверхностных и подземных вод, максимально возможного снижения потерь оросительных вод на инфильтрацию, и физическое испарение, замедления темпов разрушения органических веществ и структуры почвы, вовлечения питательных элементов в геологический круговорот и т.д. Строгое соблюдение последовательности технологических операций на всех этапах развития растений снизит затраты воды на получение единицы продукции, повысит водообеспеченность орошаемых земель, особенно в маловодные годы, обеспечит оптимизацию мелиоративного режима почв.

Устойчивость развития орошаемого земледелия зависит не только от наличия поверхностных вод но и объемов использования подземных вод на субирригацию и орошение. В условиях Казахстана, где ежегодно возрастает забор поверхностных вод на нужды промышленности и коммунальное хозяйство населенных пунктов, а сток крупнейших рек (Сырдарья, Или, Шу, Талас), которые формируются в сопредельных государствах, сокращается, проблему нехватки воды можно решать и за счет повышения коэффициента использования подземных и поверхностных вод, особенно паводкового и зимнего стока. При этом эффективность использования водных ресурсов в значительной мере зависит от типа дренажа и его работоспособности.

В частности на фоне горизонтального дренажа, глубина заложения которого, как правило, изменяется от 2 до 3,5 м, пределы колебания уровенного режима грунтовых вод не превысят 1,5–2,0 м, т.е. запасы грунтовых вод можно повышать на 1,8–2,4 тыс. м<sup>3</sup>/га. Однако объемы их использования на субирригацию и орошение определяются скоростью их сработки. В таких случаях водообеспеченность орошаемых земель можно повышать за счет субирригации путем устройства подпорных сооружений (шлюзов-регуляторов). С момента работы подпорных сооружений коллекторно-дренажная сеть заполняется водой, что приводит к изменению её функции: вместо водопонижения формируется подпитка грунтовых вод. Подпорные сооружения целесообразно использовать в конце первого и начале второго полугодия (июль, август), когда резко повышается водопотребление сельскохозяйственных культур. В остальные периоды года коллекторно-дренажная сеть должна работать в свободном режиме и обеспечивать водопонижение. Данная технология управления потоком дренажно-сбросных вод высокотехнологична, не нарушает последовательность выполнения технологических операций по выращиванию сельхозкультур, снижает потери почвенной влаги на испарение, повышает водообеспеченность за счет субирригации и орошения.

Опыт длительного применения подпорных сооружений показал, что первый вариант является наиболее эффективным. Однако в психологическом плане сельхозпроизводители

предпочтение отдавали второму варианту, так как в период нехватки воды они не могли смириться с тем, что коллекторно-дренажная сеть заполнена водой, а её невозможно использовать на орошение. По этой причине глубина заполнения коллекторно-дренажной сети водой предопределялась режимом забора воды на орошение. Частая смена способов использования дренажно-сбросных вод на орошение и субирригацию приводила к значительному колебанию горизонта воды, формированию суффозии грунта, заплыvанию коллекторно-дренажной сети, особенно в зонах неустойчивых грунтов. В таких случаях устойчивость дрен и коллекторов можно повышать путем снижения амплитуды колебания горизонта воды в коллекторно-дренажной сети. Однако пределы возможного регулирования уровенным режимом грунтовых вод являются весьма ограниченными, так как работоспособность дренажа зависит не только от фильтрационных свойств грунтов но и величины напора, т.е. превышения уровня грунтовых вод над дреной.

На фоне вертикального дренажа, где коэффициенты проводимости водоносных горизонтов превышали  $400 \text{ м}^2/\text{сутки}$ , а дебит скважин изменялся в пределах 20–60 л/сек, глубина сработки грунтовых вод возрастала до 4–5 м [1]. При такой амплитуде колебания уровня грунтовых вод размеры их использования на субирригацию и орошение возрастили до 3,5 тыс.  $\text{м}^3/\text{га}$ . Кроме того вертикальный дренаж снижал пьезометрические напоры, усиливал солеотдачу почв при кратковременных остановках скважин, т.е. создавал эффект «прополоскивания» засоленных горизонтов поверхностными и грунтовыми водами [2].

Высокая эффективность вертикального дренажа подтверждается опытом его эксплуатации в зоне Арысь-Туркестанского канала, где одновременно решали две задачи: управляли уровенным режимом грунтовых вод и повышали водообеспеченность орошаемых земель за счет извлечения подземных вод на орошение. Объемы использования грунтовых вод на субирригацию и орошение зависят от глубины их сработки и восстановления в невегетационный период, т.е. путем создания подземных водохранилищ в период осуществления влагозарядковых поливов профилактических промывок, которые проводятся паводковыми водами [3]. На целесообразность применения данного варианта указывает стабильность минерализация коллекторно-дренажных вод (таблице 1).

**Таблица 1 – Минерализация коллекторно-дренажных вод, г/л**

Место отбора проб (бывшие хлопкосовхозы)	Годы				
	1972–1974	1993–1995	2000–2002	2005–2007	2010–2015
Тимирязева К-1-1	6,0–8,0	5,0–6,0	2,3–2,8	1,4–1,9	1,3–1,8
Исаханова					
К-1-2	6,5–8,5	5,0–6,5	2,5–3,0	1,5–2,0	1,4–1,9
К-1-3	7,0–9,0	6,0–7,5	2,5–3,0	1,5–2,0	1,4–1,9
Икан К-5-1	–	1,5–2,0	1,3–1,8	1,0–1,4	1,0–1,4

Возможности внутрисистемного использования дренажно-сбросных вод для повышения водообеспеченности орошаемых земель подтверждается данными химических анализов (таблице 2).

Мониторинг химического состава дренажно-сбросных вод, выполненный Южно-Казахстанской гидрогеолого-мелиоративной экспедицией указывает на то, что в большинстве случаев они могут использоваться на орошение без разбавления оросительной водой [1]. Например, расчеты, выполненные по формуле Антипова-Каратеева показали, что только в двух случаях из двенадцати (Отырарский район) использование дренажных вод без разбавления может привести к ухудшению мелиоративного состояния орошаемых земель. Оценка качества дренажно-сбросных вод, осуществленная по натриево-адсорбционному коэффициенту (SAR), показала, что только в одном случае из двенадцати возможно вторичное засоление почв.

**Таблица 2 – Ирригационные свойства дренажно-сбросных вод (ЮКГМЭ)**

№ п/п	Водоисточники	Дата от- бора проб	Ирригационные свойства			Качество воды			Пригодная для повторного использования
			Антипова- Каратаева	SAR = $\frac{Na}{\sqrt{Ca + Mg}} \cdot \frac{2}{Na + 0,23 C}$	по Приклонскому >6 г/л	по Анти- пова- Каратаева	по SAR	по При- клонскому	
<b>Ордабасинский район</b>									
1	K-1	15.06.15	1,0	7,2		3,6	удовл.	Удовлет.	Неудовл.
2	K-1-1	15.06.15	0,9	7,9		3,5	удовл.	Удовлет.	Неудовл.
<b>Мактааральский район</b>									
3	Кол. Северный	11.09.15	5,3	0,9		10,8	удовлет.	Удовлет.	Удовл.
4	Арнасай	6.09.15	3,7	1,3		9,8	удовлет.	Удовлет.	Удовл.
<b>Шардаринский район</b>									
6	K-1	18.06.15	1,3	5,5		4,2	удов.	Удовлет.	Неудовл.
7	K-4	17.07.15	2,0	2,6		12,4	удов.	Удовлет.	Удовл.
<b>Отырарский район</b>									
8	Сброс Шаульдер	22.06.15	0,9	8,1		2,8	неудов.	Удовл.	Неудовл.
9	Кол. Шаульдер	20.04.15	0,7	14,1		0,9	неудов.	Неудовл.	Неудовл.
<b>Туркестанский район</b>									
10	K-4	19.06.15	1,8	2,1		31,2	удовлет.	Удовлет.	Хорошие
11	K-5	19.06.15	2,1	2,8		11,0	удов.	Удовлет.	Удовл.
<b>Келесский район</b>									
11	ГД-16	21.06.15	1,6	4,6		7,9	удовлет.	Удовлет.	Удовл.
12	ГД-17	21.06.15	1,2	5,0		7,0	удовлет.	Удовлет.	Удовл.

Сравнительный анализ качества дренажно-сбросных вод по трем зависимостям показал, что только в одном случае три метода указали на неудовлетворительное их качество, а в остальных случаях они находились в зоне перехода от удовлетворительного до неудовлетворительного качества. Возможности использования дренажно-сбросных вод на орошение и субирригацию подтверждаются опытом освоения Арысь-Туркестанской ирригационной системы, где в первые годы работы коллекторно-дренажной сети, когда глубинные горизонты почвогрунтов зоны аэрации содержали около 1–2 % солей, а минерализация грунтовых вод колебалась в пределах 5…10 г/л, формировался максимальный уровень засоления (6–9 г/л) коллекторно-дренажных вод (таблица 2). По мере опреснения зоны аэрации, засоленность инфильтрационных вод снижалась, что свидетельствовало о рассолении первоначально поверхностных, а затем и глубинных слоев водоносной толщи покровных отложений. Значительное снижение засоленности дренажно-коллекторных вод указывает на окончание мелиоративного периода, так как минерализация грунтовых вод (главного объекта мелиорации), которые выклиниваются в коллекторно-дренажную сеть, снизилась до 2–3 г/л. При таком уровне рассоления грунтовых вод темпы сезонного соленакопления замедляются до максимальных пределов и легко ликвидируются влагозарядковыми поливами.

Стабильность качества почв и откачиваемых вод на орошение, а также способность вертикального дренажа поддерживать горизонты грунтовой воды на любой глубине, предопределяют методы создания подземных водохранилищ на ирригационных системах [4, 5]. В условиях южного Казахстана, где водообеспеченность орошаемых земель устойчиво снижается, проблему заполнения подземных водохранилищ и рационального их использования на орошение (путем откачки скважинами вертикального дренажа) и субирригацию (путем поддержания уровня грунтовых вод на глубине доступной для растений) можно решать за счет использования паводковых вод на влагозарядку и профилактические промывки. Исследованиями установлено, что в зоне Арысь-Туркестанского канала ежегодные объемы накопления поверхностного стока в подземных водохранилищах, в которых отсутствуют потери на физическое испарение, колеблются в широких пределах (180–250 млн. м<sup>3</sup> или 2,2–3,2 тыс. м<sup>3</sup>/га) и зависят преимущественно от глубины сработки уровня грунтовых вод в течении вегетационного периода и размеров водозабора в ирригационные системы. Характерной особенностью формирования эксплуатационных запасов (извлекаемых вертикальным дренажем) подземных вод на орошаемой территории является наличие корреляционной связи между массой воды, поданной на орошение, и емкостными запасами водоносных комплексов, которые играют роль подземных водохранилищ.

При дефиците водных ресурсов и рыночных взаимоотношениях, когда эффективность сельхозпроизводства всецело зависит от продуктивности орошаемых земель и их водообеспеченности, восстановление существующих или строительство новых скважин вертикального дренажа, для получения дополнительных источников орошения, повысит доходы товаропроизводителя, за счет роста урожайности возделываемых культур. В таких случаях объемы откачек подземных вод на орошение должны устанавливаться с учетом покрытия дефицита в оросительной воде, особенно в маловодные годы, когда резко сокращается водоподача, а интенсивность откачки подземных вод на орошение регламентируется динамическими запасами, которые формировались преимущественно за счет фильтрационных потерь в оросительной сети и полях орошения.

Опыт эксплуатации вертикального дренажа который устойчиво работал в конце двадцатого столетия показал, что стабильность водоснабжения растений обеспечивалась за счет оптимизации режима работы дренажных систем. В многоводные годы, когда водозабор (за гидрологический год) в Арысь-Туркестанскую оросительную систему превышал 600 млн. м<sup>3</sup>, водопотребление сельскохозяйственных культур обеспечивалось преимущественно за счет поверхностных вод и субирригации, а режим работы скважин вертикального дренажа предопределялся тем объемом откачки подземных вод, который обеспечивал поддержание уровня грунтовых вод на глубине 1,5–2,5 м. В маловодные, особенно засушливые годы, когда резко возрастало водопотребление, а водоподача сокращалась, система вертикального дренажа работала с полной нагрузкой на орошение, что обеспечивало сработку уровня грунтовых вод до 4–5 м. В последующие годы восстановление динамических запасов

подземных вод осуществлялось за счет увеличения водоподачи, размеров влагозарядковых поливов и сокращения откачки подземных вод. В течение многолетнего периода водоподача соответствовала суммарному дефициту водопотребления на орошаемых землях, так как вертикальный дренаж обеспечивал лишь перераспределение водных ресурсов по массиву и между годами, а не являлся дополнительным источником получения водных ресурсов.

В целях улучшения водообеспеченности орошаемых земель и получения максимального объема дренажных вод на орошение в периоды острого дефицита оросительной воды, ориентировались на следующий режим работы скважин вертикального дренажа. Ранней весной (апрель), когда повсеместно проводились влагозарядковые поливы и наблюдался интенсивный приток подземных вод с окаймляющих гор Карагату, запускали в работу скважины вертикального дренажа, расположенные в нижней части контуров орошения. В середине мая, когда усиливались процессы вторичного засоления почв, вследствие увеличения расхода грунтовых вод на эвапотранспирацию, включали в работу скважины, расположенные в центральной зоне, а с начала июня – в приканальской зоне.

Приведенная схема запуска и режима работы скважин вертикального дренажа обеспечивала стабилизацию мелиоративной обстановки на орошаемых землях и наиболее целесообразный забор подземных вод на орошение, снижалась актуальность проблемы борьбы с инфильтрационными потерями, за счет которых формировались эксплуатационные запасы подземных вод, поскольку последние, извлекаясь через вертикальный дренаж, вновь направлялись на полив. При этом в значительной степени облегчалось управление водными ресурсами в многолетнем плане и повышалась водообеспеченность орошаемых земель на 15–25 % при сохранении среднегодовых объемов водоподачи в пределах 550–650 млн. м<sup>3</sup>.

Экспериментальные исследования и опыт длительной эксплуатации скважин вертикального дренажа в зоне АТК показали, что использование дренажных вод (откачиваемых скважинами вертикального дренажа) на орошение не только повышало водообеспеченность орошаемых земель, но и обеспечивало формирование отрицательного солевого баланса в зоне аэрации за счет смещения солевых масс в глубинные горизонты водоносной толщи и их отвода преимущественно подземным оттоком. В данном случае обеспечивалась природно-антропогенная совместимость мелиоративной деятельности в пределах предгорных ландшафтов. Однако в последние годы, когда перестала работать система скважин вертикального дренажа, хозяйственная деятельность вступила в противоречие с закономерностями функционирования природных комплексов, поэтому мелиоративный агроландшафт начал разрушаться вследствие подъема уровня грунтовых вод и засоления почв.

Таким образом, проблема устойчивого развития орошаемого земледелия всецело зависит от надежности работы оросительной и дренажной сети. Дренаж не только поддерживает уровень грунтовых вод на определенной глубине, но и обеспечивает регулирование водно-солевого режима почв. Поэтому выход из строя вертикального дренажа в Махтааральском районе, где почвогрунты и водоносные горизонты засолены, привел к деградации (засолению, осолонцеванию) орошаемых земель. Для повышения продуктивности орошаемых земель потребуются время и значительные затраты на восстановление работоспособности вертикального дренажа или нового строительства. Синхронизация работы дренажных систем и технологии орошения обеспечит снижение суммарного расхода оросительной воды, непродуктивных потерь удобрений, накопление солей в почве и ухудшение её структуры.

#### *Список использованных источников*

- 1 Отчет о мелиоративном состоянии орошаемых земель Южно-Казахстанской области за 2015 год. – Шымкент, 2016 г. – 76 с.
- 2 Броновицкий В.Е. Горизонтальный и вертикальный дренаж в старой зоне голодной степи. Гидротехника и мелиорация, 1962, № 9, – С. 12–20.
- 3 Панкратов П.А. Гидрогеологическое обоснование ирригационно-мелиоративных мероприятий в Таджикистане, Душанбе, 1969, – 120 с.
- 4 Панкратов П.А., Керзум П.А. Рациональное использование земельно-водных ресурсов. Хлопководство, 1974, № 4, – С. 39–42.
- 5 Духовный В.А. Совершенствование дренажных систем и их эксплуатации. Гидротехника и мелиорация, 1985, № 11, – С. 39–42.