

14,6 %, а на непромытых полях — 18 т на 1 га при сахаристости 13 %.

Таким образом, один из наиболее рациональных способов промывки сильнозасоленных земель и солончаков Чуйской долины — промывка их с помощью посевов затопляемого риса.

Орошение риса нужно осуществлять постоянным затоплением, которое обеспечивает эффективное рассоление почвогрунтов и грунтовых вод, и получение достаточно высокого урожая.

Сахарную свеклу, являющуюся основной технической культурой Чуйской долины, можно с успехом применять в качестве культуры-освоителя не только с большим мелиоративным, но и со значительным экономическим эффектом.

УДК 626.824

ФОРМИРОВАНИЕ ВОЗВРАТНЫХ ВОД В БАССЕЙНЕ Р. СЫРДАРЬИ

В. А. ДУХОВНЫЙ, кандидат технических наук

Н. И. ПРОХОРЕНКО

В. И. СОКОЛОВ

*Среднеазиатский ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт ирригации им. В. Д. Журина*

Орошение земель сопровождается возникновением сбросных и дренажных вод, повышением инфильтрации влаги и дополнительным питанием грунтовых вод. Последнее, в свою очередь, способствует возрастанию грунтового потока, увеличению притока его в русло, а также и формированию вторичных вод с орошаемого массива. Все это ведет к созданию и увеличению взвратного стока.

Оценка объемов взвратных вод в условиях напряженных водохозяйственных балансов бассейнов рек Средней Азии и особенно р. Сырдарья приобретает важное практическое значение вследствие ряда причин. Главные из них — возможное повторное использование взвратных вод на орошение как дополнительного источника и влияние их на качество воды в реках.

Возможность повторного использования взвратных вод может существенно повысить оросительную способность рек, что особенно важно в условиях острых водных дефицитов.

Существует множество методов определения взвратных вод: метод аналогов, водобалансовый, корректирующих коэффициентов и др. Исследования авторов по оценке взвратных вод базируются на структурной модели (Духовный, Литвак, 1975; Духовный, 1981).

Под взвратными водами авторы понимают все виды подземных и поверхностных вод, естественных и использованных, возвращающихся с деятельной территории, то есть территории, не занятой горами, к водному источнику (река, водохранилище, озеро, впадина), из которых они могут быть повторно использованы.

Отсюда взвратные воды (W_n) слагаются из стока дренажных (D) и сбросных (C) вод, поступающих в водоприемники по дренажным соору-

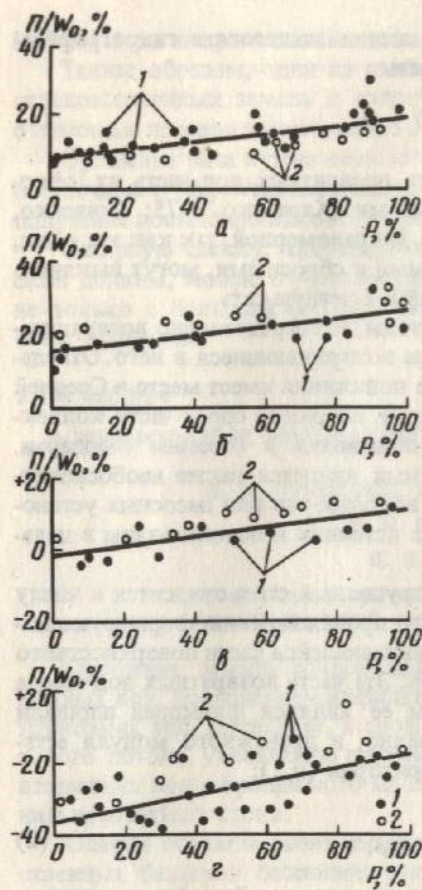


Рис. 1. Зависимость относительной доли руслового притока (потерь) от обеспеченности поверхностного стока: а – Ферганская долина; б – ЧАКИР; в, г – соответственно среднее течение и низовье р. Сырдарьи; 1 – до 1970 г.; 2 – 1970–1980 гг.

Наилучшие условия стекания грунтовых и подземных вод наблюдаются в ЧАКИРе, для которого экстремальные значения Π/W_0 составляют 16 и 27 %, для Ферганской долины – 9 и 19, среднего течения р. Сырдарьи – 1 и 11, низовий р. Сырдарьи – 37 и 18 %.

Подрусловая приточность зависит также и от степени антропогенного вмешательства в бассейн. Для водохозяйственных регионов р. Сырдарьи антропогенное влияние проявляется в виде некоторого уменьшения подруслового стока (начиная примерно с 1962 г.) в пределах Ферганской долины вследствие увеличения внутрихозяйственного использования дренажных вод на орошение (Зудина, 1978). Наоборот, по ЧАКИРу и среднему течению р. Сырдарьи в последнее десятилетие прослеживается неко-

торое увеличение подруслового стока, что связано с подъемом уровня грунтовых вод, вызванным подпором от Чардарьинского водохранилища.

Другая составляющая возвратных вод – коллекторно-дренажные ($D + C$) в основном искусственного (антропогенного) происхождения. Она формируется в результате дренирования орошаемой площади коллекторами и дренами, когда дренажные воды направляются обратно в реку, как в водоприемник.

Эти воды состоят из двух генетических составляющих: поверхностной (C) и ирригационно-грунтовой (D). Поверхностная составляющая формируется из сбросных вод с поливных и промывных участков оросительных систем, аварийных сбросов из ирригационной сети и потерь оросительных вод при эксплуатации гидротехнических устройств. Значение ее зависит также от характера поливной техники, качества поливов и совершенства оросительных систем.

Многие исследователи (Харченко, 1975; Левченко 1976) при оценке возвратных вод пытаются отделить сбросные воды от возвратных. С пози-

ции авторов и ряда других исследователей (Рубинова, 1979) такая попытка неправомерна, так как дренажные и сбросные воды, поступая в водоприемные коллекторы, перемешиваются и сбрасываются как единое целое в гидрографическую сеть.

Последняя, ирригационно-грунтовая составляющая возвратных вод (D) образуется в результате фильтрации оросительных вод из каналов и сельскохозяйственных полей. Профильтровавшиеся поливные воды – источник инфильтрационного питания грунтовых вод, они могут частично или полностью выклиниваться в коллекторно-дренажную и гидрографическую сеть.

Объем коллекторно-дренажных вод (D) определяется степенью и масштабом искусственной дренированности территории, видом дренажа, КПД систем, мелиоративным режимом.

Зависимость для двух антропогенных составляющих возвратных вод имеет вид:

$$D + C = \bar{W}_{ор} [(n_i q_{др} / q_{ор}) + (1 - \eta_{шт}) \eta_c d_2''' + (1 - \eta_c) a_1'''], \quad (3)$$

где $\bar{W}_{ор}$ – водозабор на орошение; $q_{др}$, $q_{ор}$ – дренажный и оросительный модули для каждой мелиоративной подзоны; n_i – степень дренированности или доля охвата дренажной сетью площади подзоны; $\eta_{шт}$, η_c – соответственно КПД поля и системы; a_1''' , d_2''' – организационные потери (потери на сбросы).

Приняв на основании исследований САНИИРИ отношение $q_{др} / q_{ор}$ равным 0,35 и используя данные САНИИРИ, Средазгипроводхлопка и Минводхоза УзССР по входящим уравнения (3), получили значения антропогенной составляющей возвратного стока ($D + C$) для Ферганской долины бассейна р. Сырдарьи (рис. 2). При сопоставлении расчетного и фактического значений абсолютные отклонения не превышали ± 27 %.

Зависимость (3) дает возможность прогнозировать объем возвратных вод с учетом изменения не только КПД, техники полива и оросительной системы, но и изменения оросительной нормы и мелиоративного режима.

В современных условиях в бассейне Аральского моря формируется около 30 км^3 возвратных вод, в том числе $15 \dots 16 \text{ км}^3$ в бассейне р. Сырдарьи (табл.).

Сформированные из оросительных вод, качественно отличные от них по степени минерализации дренажные воды ныне либо сбрасываются в источник орошения и тем самым, частично используются на орошение нижерасположенных районов и частично попа-

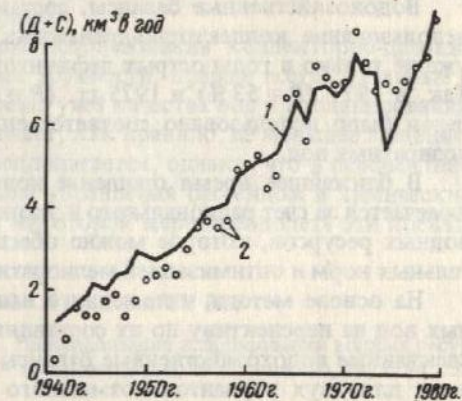


Рис. 2. Сопоставление фактических (1) и расчетных (2) значений антропогенной части возвратного стока Ферганской долины.

Возвратные воды бассейна р. Сырдарья для лет различной водности, км³ в год

Составляющие возвратных вод	1975 – 1980 гг.		1985 г.	
	Обеспеченность, %			
	50	90	50	90
Подрусловой сток	4,4	4,8	4,4	4,8
Дренажно-сбросные, отводимые:				
в реку	8,4	7,4	9,0	8,2
" оз. Арнасай	1,4	1,0	1,9	1,6
" пустыню	2,0	1,5	2,1	1,8
Всего	16,2	14,7	17,4	16,4

дают в Аральское море, либо отводятся во внутренние понижения, где бесполезно расходуются на испарение.

В бассейне р. Сырдарья, как и во всей аридной зоне, площадь потенциально пригодных для орошения земель (15 млн. га) значительно превышает площадь возможного развития орошения на базе собственных водных ресурсов (3,2...3,4 млн. га).

Орошаемое земледелие в бассейне базируется на стоке р. Сырдарья и ее притоков, объем которого колеблется для лет различной водности от 37,3 (50 %) до 27,1 км³ (90 %). Объем же суммарного водопотребления в бассейне на современном уровне составляет около 50 км³ и тем самым существенно превышает объем поверхностных водных ресурсов. Для покрытия возникающих дефицитов воды начиная с 1960 г. в бассейне р. Сырдарья повторно используют возвратные воды на орошение в мало-водные годы.

Водохозяйственные балансы, составленные авторами, показывают, что использование коллекторно-дренажных вод на орошение осуществляется уже не только в годы острых дефицитов воды, но и в средние по водности. Так, в 1971 ($P = 53\%$) и 1975 гг. ($P = 95\%$) в целом по бассейну р. Сырдарья было использовано соответственно 7 и 11 км³ минерализованных возвратных вод.

В ближайшее время орошение новых земель в бассейне р. Сырдарья намечается за счет рационального и экономного использования собственных водных ресурсов, которое можно обеспечить только сокращением оросительных норм и оптимизацией мелиоративного режима.

На основе метода, изложенного выше, авторами дан прогноз возвратных вод на перспективу по их составляющим (см. табл.) и рассчитаны перспективные водохозяйственные балансы на уровень 1985 г. Расчеты проведены для двух вариантов возможного использования минерализованных возвратных вод: I – все возвратные воды, сформированные в пределах водохозяйственных регионов, сбрасываются в р. Сырдарью; II – предусмотрено частичное внутрисистемное использование дренажных вод на орошение и частичное отведение их в реку и внутренние понижения.

Расчеты показывают, что на уровне 1985 г. при достижении орошаемой площади 3,4 млн. га гребования хозяйств на воду можно обеспечить только при использовании около 70 % возвратных вод на орошение (I и II варианты). С точки зрения охраны земель и водных ресурсов, предусматривается внутрисистемное использование на орошение лишь слабоминерализованных возвратных вод (2 г/л) и отведение сильноминерализованных во внутренние понижения (оз. Арнасай) и пустыни с целью освоения пустынных пастбищ. В этом случае минерализация воды в р. Сырдарье будет увеличиваться, но не превысит норм ПДК. Минерализация оросительной воды не превысит 1,5 г/л.

Однако не надо забывать, что до 60-х годов р. Сырдарья выносила в Аральское море около 10...15 млн. т солей в год. К 1985 г. при практически полном использовании стока р. Сырдарьи и значительной части возвратных вод ее бассейна эти соли будут неизбежно накапливаться в районах орошения и выклинивания дренажных и грунтовых вод. При этом, если в Ферганской долине и ЧАКИРе будет наблюдаться некоторое рассоление земель из-за мелиорации, то в среднем течении и низовьях ежегодно должны быть размещены около 7...10 млн. т солей.

Практика показывает (Ковда, 1967), что в ряде случаев бывает нецелесообразно использовать минерализованные воды непосредственно или смешиванием их с оросительными водами. Возникает проблема, где и как расположить конечные главные приемники солевых масс, тем более что наряду с увеличением минерализации оросительных вод происходит изменение их химического состава. Особенно это заметно в последние годы, когда в сельском хозяйстве интенсивно стали применять химические удобрения и различного рода ядохимикаты.

Для среднего течения р. Сырдарьи водоприемник определен – это Арнасайское понижение и оз. Айдар, куда направляется и будет использоваться в дальнейшем 3,5...5 млн. т солей в год. Такой же солеприемник нужно организовать на коллекторах низовьев.

Таким образом, при повторном использовании коллекторно-дренажных вод могут встречаться немалые трудности, прежде всего связанные с качеством этих вод. В последнее время улет качества вод при планировании водохозяйственных мероприятий имеет, как правило, не меньшее значение, чем определение ее количества. Предполагается, однако, что в перспективе создание автоматизированных систем управления бассейном и химические способы очистки воды позволят в некоторой мере преодолеть эти препятствия.

УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ

- Духовный В. А., Литвак Л. С. Рационализация использования водных ресурсов в бассейне Аральского моря. – Хлопководство, 1975, вып. 10, 11, с. 31...33, 32...35.
- Духовный В. А. Возвратные воды и их формирование в связи с развитием орошения и техническим совершенствованием оросительных систем. – Водные ресурсы, 1981, № 3, с. 5...12.
- Харченко С. И. Гидрология орошаемых земель. – М.: Гидрометеоздат, 1975. – 372 с.

- З у д и н а Н. И. К прогнозу стока руслового выклинивания Сырдарьи в пределах Ферганской долины. — Изв. АН УзССР, сер. техн. наук, 1978, № 4, с. 37...39.
- С у м а р о к о в а В. В. Водоотведение при орошении в среднем течении Сырдарьи. — Сборник работ по гидрологии. Л.: Гидрометеониздат, 1980, № 16, с. 128—140.
- К а п л и н с к и й М. И. Вопросы учета возвратных вод при проектировании и эксплуатации оросительных систем. — В кн.: Вопросы водного хозяйства. Фрунзе, 1977, вып. 38, с. 15...23.
- К о в д а В. А. Уроки и опыт оросительных мелиораций. — В кн.: Материалы объединения сессии ВАСХНИЛ и АН УзССР по вопросам мелиорации. Ташкент: Фан, 1967, с. 37...77.
- Р у б и н о в а Ф. Э. Изменение стока р. Сырдарьи под влиянием водохозяйственного строительства в ее бассейне. — Труды САРНИГМИ, 1979, вып. 58 (139), с. 128.

УДК 626.824