

7. Злотник В.А., Калинин М.Ю., Усенко В.С., Черепанский М.М. Прогнозирование влияния эксплуатации подземных вод на гидрогеологические условия. Минск: Наука и техника, 1985. 296 с.
8. Использование подземных вод для орошения в комплексе с поверхностными водами // Тр. IX Международного конгресса по ирригации и дренажу. М., 1975. С.129 - 143.
9. Методы охраны подземных вод от загрязнения и истощения / Под ред. проф. И.К.Гавич. М.: Недра, 1985. 320 с.
10. Минкин Е.Л. Взаимосвязь подземных и поверхностных вод и ее значение при решении некоторых гидрогеологических и водохозяйственных задач. М.: Стройиздат, 1973. 103 с.
11. Семенова-Ерофеева С.М., Кумсиашвили Г.П., Ключкин А.П. Регулирование поверхностных и подземных вод при их хозяйственном использовании (на примере бассейна р.Терек) // Водные ресурсы. 1981. № 4. С.56 - 63.
12. Хубларян М.Г., Юшманова О.О. Исследование взаимосвязи поверхностных и фильтрационных стационарных двумерных течений // Водные ресурсы. 1984. № 5. С.34 - 43.

УДК 556.3+556.5:626.51

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД СРЕДНЕЙ АЗИИ В УСЛОВИЯХ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В.А.Духовный, Н.И.Прохоренко, В.И.Соколов

Все воды на земле в составе гидросферы находятся в тесном единстве, которое определяет их взаимодействие и невозможность изменения характера каких-либо одних вод без вмешательства и влияния на другие воды (равно как и на связанные с ними другие природные ресурсы). В связи с этим решение водной проблемы крупного региона не может ограничиваться использованием только одного вида вод. Необходимо комплексное решение этой проблемы с увязкой не только путем использования, но и охраны водных ресурсов.

Для управления водными ресурсами в перспективных водохозяйственных балансах необходимо полно учитывать располагаемые водные ресурсы рассматриваемой территории. Последние слагаются из ресурсов поверхностного стока (с учетом зарегулированности), возвратных вод и эксплуатационных ресурсов подземных вод за вычетом того сокращения поверхностного стока, которое происходит в результате эксплуатационного отбора подземных вод.

В последние 15 - 20 лет гидрогеологи большое внимание уделяют оценке влияния эксплуатации подземных вод на речной сток. Наиболее полно история изучения этого вопроса дана в работе С.Я.Концевовского и Е.Л.Минкина [1]. В этой связи и перед гидрологией стоит весьма актуальная

задача - выявление характера и закономерностей гидрологической связи отдельных частей речных бассейнов.

Подземный сток является наиболее устойчивой частью поверхностных вод, образующихся в зоне его формирования. Питаемые талыми водами ледников и снегов, а также осадками, грунтовые воды в верховьях рек Средней Азии выклиниваются как в русло, так и на склонах речных долин и ущелий, образуя родники, т.е. грунтовые воды являются существенным источником питания рек.

Часть грунтовых вод перетекает в отложения предгорий, образуя систему многочисленных артезианских бассейнов. Горные хребты с окаймляющими их предгорными шлейфами являются областями питания подземных вод прилегающих равнинных территорий. Реки, прорезающие предгорные равнины, дренируют их, служа приемниками подземных вод. В этих предгорных и межгорных равнинах сосредоточены основные массивы орошаемых земель Средней Азии.

В зоне рассеяния стока антропогенные факторы имеют огромное влияние на подземные воды. С одной стороны, подземные воды пополняются за счет развитого орошения, с другой - на питание грунтовых вод влияет величина искусственной дренированности, которая на большинстве площадей сопоставима с естественной дренированностью, а иногда и резко ее превышает. В связи с этим сокращение удельного водопотребления, повышение КПД систем и оптимизация мелиоративного режима неизбежно приведут к снижению питания подземных вод за счет сокращения водообмена между зоной аэрации и грунтовыми водами. В перспективе это приведет к уменьшению эксплуатационных запасов и нарастанию минерализации подземных вод.

Большое влияние на взаимосвязь поверхностных и подземных вод оказывает регулирование стока водохранилищами. В зоне стокообразования за счет подпора водохранилища усиливается приток подземных вод в подрусловую часть. Такая ситуация сложилась, например, в зоне Чарвака на р.Чирчик. Строительство Кайраккумского водохранилища на р.Сырдарье вызвало подпор грунтовых и напорных вод, что сильно осложнило мелиоративное состояние земель Нижней Ферганы.

Если раньше в среднем течении Амударьи и Сырдарьи наблюдалось периодическое подпитывание грунтовых вод поверхностными, то после строительства Туямуянского и Чардаринского водохранилищ на фоне развития орошения река стала выполнять роль дрены. Подтверждением сказанному служат данные исследований в среднем течении р.Сырдарьи. Совместная экспедиция институтов "Средазгипроводхлопок" и ГПИ установила, что на участке р.Сырдарьи от г.Бекабада до пос.Кокбулак в 1949 - 1953 гг. наблюдались потери речной воды. В 1961 г. экспедиция "Средазгипроводхлопка" установила уже русловое выклинивание. Дальнейшие натурные исследования на этом участке показывали стабильную русловую приточность. Лишь в отдельные периоды, когда перебрасывалась часть стока из Кайраккумского водохранилища в Чардаринское, в реке наблюдались русловые потери, связанные с резким повышением уровня воды в русле.

Перечисленные выше натурные исследования подтверждают расчеты руслых балансов для среднего течения р.Сырдарьи, выполненных авторами за период 1948 - 1984 гг.

Итак, можно утверждать, что в условиях Средней Азии связь между поверхностными и подземными водами проявляется в формировании коллекторно-дренажного стока и руслового выклинивания. Влияние эксплуатации водозаборов подземных вод на поверхностный сток выражается в виде сокращения величин расхода последнего. Увеличение отбора подземных вод в таких условиях влечет за собой сокращение величины руслового выклинивания и как следствие - сокращение поверхностного стока. Это совпадает с концепцией Н.Н.Веригина [2].

Оценить влияние отбора подземных вод на поверхностный сток возможно определив изменения величины руслового выклинивания, которые происходят, как нам представляется, в первую очередь вследствие этого отбора.

Принятый подход отличается от известного метода, предложенного С.Я.Концевским и Е.Л.Минкиным [1,3], которые рассматривают геофильтрационную систему водозабор-водоносный пласт-поверхностный водоток. В этой системе реакцией на возмущение, вызванное водоотбором, является редукция поверхностного стока. Редукцией авторы предлагают называть те определенные изменения поверхностного стока, которые происходят под влиянием эксплуатации водозаборов подземных вод.

Универсальной характеристикой реакции геофильтрационной системы служит передаточная функция. В работе [1] рассмотрена методика получения и конкретные выражения для передаточных функций, связывающих изображения по Лапласу редукции с изображениями возмущения (водоотбора) для различных природных условий и разных типов водозаборов.

Для использования предлагаемого метода [1] необходимо всестороннее знание исходных параметров природных и хозяйственных условий формирования потоков и бассейнов подземных вод. К природным факторам относятся гидрогеологические условия залегания подземных вод, распространение, состав и фильтрационные свойства водовмещающих пород, а также факторы естественного питания и разгрузки. При этом необходимо учесть различные уровни развития орошаемого земледелия в каждом речном бассейне и другие хозяйственные факторы.

Кроме того, рекомендованная в работе [1] методика учитывает одно месторождение подземных вод в системе их совместного использования с поверхностными, тогда как в каждом водохозяйственном районе бассейнов рек Средней Азии эксплуатируются несколько месторождений.

Схематизация фактических гидрогеологических условий расчетными схемами практически невозможна или степень их точности будет очень низка.

Оценка влияния отбора подземных вод на поверхностный сток через изменение величины руслового выклинивания позволяет интегрально учесть все факторы - как природные, так и хозяйственные.

Объем руслового выклинивания в общем случае зависит от соотношения уровней воды в реке и грунтовых вод на подкомандном массиве. В условиях водохозяйственных районов бассейнов рек Сырдарьи и Амударьи среднегодовой уровень воды в реке аппроксимируется величиной среднегодового расхода воды (Q_0) в верхнем створе района. Среднегодовой уровень грунтовых вод на территории района аппроксимируется среднегодовым расходом воды в реке в предшествующем году ($Q_{он-1}$), водоподачей на орошение ($Q_{ор}$), а также величиной отбора подземных вод ($Q_{от}$). В различных водохозяйственных районах вес каждого из вышеперечисленных факторов неоднозначен даже в пределах одного речного бассейна. Это объясняется различием гидрогеологических и мелиоративных условий. Наглядным тому свидетельством могут служить значения коэффициентов корреляции связей между величиной руслового выклинивания $U_{рус}$ и величинами факторов, влияющих на него, приведенные ниже (для двух водохозяйственных районов бассейна р.Сырдарьи).

Факторы	Q_0	$Q_{он-1}$	$Q_{ор}$	$Q_{орн-1}$	$Q_{от}$	$Q_{отн-1}$
	Ферганская долина (выборка данных за 1950 - 1985 гг.)					
$U_{рус}$	0,55	0,73	0,48	0,19	0,71	0,27
	ЧАКИР (выборка данных за 1955 - 1985 гг.)					
$U_{рус}$	0,85	0,87	0,60	0,29	0,85	0,38

С учетом сказанного нами получены многофакторные регрессионные уравнения для прогноза величины руслового выклинивания для каждого водохозяйственного района бассейнов рек Сырдарьи и Амударьи, где искомая величина является функцией четырех переменных: $U_{рус} = f(Q_0; Q_{он-1}; Q_{ор}; Q_{от})$.

Полученные уравнения позволяют не только оценивать русловое выклинивание при любой комбинации чередований лет по водности поверхностного притока, но и определять величину сокращения поверхностного стока при отборе подземного в условиях орошаемого земледелия в каждом водохозяйственном районе бассейна.

Величина сокращения поверхностного стока определяется путем сопоставления величины руслового выклинивания при нулевом и конкретном отборе подземных вод для заданного года. Предлагаемый метод удобен тем, что отражает суммарное влияние хозяйственной деятельности на речной и подземный сток.

Выявленные зависимости и произведенные по ним расчеты показывают, что наиболее ощутимое сокращение поверхностных вод при отборе подземных происходит в многоводный год, следующий за маловодным (в современных условиях в зависимости от гидрогеологического строения различных водохозяйственных районов сокращение составляет 45 - 64% от величины отбора подземных вод).

В перспективе, при доведении отбора до величины выполняемых региональных эксплуатационных запасов подземных вод в бассейнах рек Сыр-

дарьи и Амударьи, как это предусмотрено схемами комплексного использования и охраны водных ресурсов, ущерб поверхностному стоку увеличится и составит 50-79% от величины изъятия в многоводные, 37-68% - в маловодные годы.

Из приведенных данных и того факта, что подземные воды в настоящее время являются единственным источником хозяйственно-питьевого и основным источником промышленного водоснабжения, следует, что использовать их на нужды орошаемого земледелия целесообразно лишь в маловодные годы и в тех районах, где их запасы имеются в достаточном количестве. В перспективе же использование подземных вод в орошаемом земледелии необходимо обосновывать технико-экономическими расчетами.

Л и т е р а т у р а

1. Концевоский С.Я., Минкин Е.Л. Ресурсы подземных вод в водохозяйственных балансах орошаемых территорий. М.: Наука, 1986. 198 с.
2. Беригин Н.Н. О сокращении речного стока при действии подземных водозаборов // Математическое моделирование гидрогеологических процессов. Новосибирск, 1984. С.25 - 35.
3. Минкин Е.Л. Взаимосвязь подземных и поверхностных вод и ее значение при решении некоторых гидрогеологических и водохозяйственных задач. М.: Стройиздат, 1973. 103 с.

УДК 556.3.550.812 :631.67(575.1)

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ, РАЗВЕДКА И ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ОРОШЕНИЕ В УЗБЕКИСТАНЕ

А.С.Хасанов, В.А.Борисов

Развитие народного хозяйства в Узбекской ССР определяется наличием водных ресурсов. Их ограниченность сдерживает расширение орошаемого земледелия. Вовлечение подземных вод в использование на орошение является важной народнохозяйственной задачей. Потенциальные эксплуатационные ресурсы подземных вод республики определены в размере 17,8 км³ в год [1]. Их удельный вес в водных ресурсах составляет 31,2%, что обусловило проведение поисковых, разведочных работ, научных исследований по оценке величины перспективных эксплуатационных ресурсов и запасов подземных вод для использования на орошение. По данным ПО "Узбекгидрогеология" (1933 г.), это составляет 7,1 км³/год при прогнозном сокращении величины поверхностного стока около 4,02 км³/год. По геолого-гидрогеологическим условиям в Узбекистане выделяется три типа месторождений подземных вод, перспективных для использования на орошение: артезианские бассейны Туранской платформенной плиты; конусы выноса предгорных шлейфов и межгорных впадин; долины рек Тянь-Шаньского эпиплатформенного орогена и его зоны сочленения с платформой.

Подземные воды артезианских бассейнов (Кызылкумская группа, Южно-Приаральский, Бухарский, Кашкадарьинский) приурочены к плиоцен-нижне-четвертичным и палеоген-верхнемеловым водоносным комплексам. Их отличительной особенностью является значительное количество естественных емкостных (774 км³), упругих запасов и относительно малое количество (0,65 км³/год) естественных ресурсов. Это соотношение и значительное расстояние между областями питания и разгрузки напорных вод обусловили повышенную длительность водообмена (170-325 лет для плиоцен-нижне-четвертичных, 340 - 1150 лет для палеоген-верхнемеловых водоносных комплексов), его малую скорость (соответственно 0,11 - 0,17 и 0,05 - 0,09 км/год) и небольшое количество циклов (6 - 140 и 9 - 48 тыс.). Величина потенциальных эксплуатационных ресурсов напорных вод отдельных артезианских бассейнов изменяется от сотых долей до 0,13 км³/год при значениях их модулей от 0,07 до 0,8 (л/с)·км². Это определило их использование для мелкооазисного орошения и обводнения пастбищ.

Проектными и эксплуатационными организациями было установлено, что развитие мелкооазисного орошения экономически целесообразно при суммарном отборе из скважин в зоне пустынь 0,3 - 0,6 м³/с и в пределах полупустынь - 0,25 - 0,3 м³/с. Руководствуясь этими требованиями, в Южно-Приаральском, Карагатинском, Мингбулакском артезианских бассейнах разведано 0,13 км³/год подземной воды в палеоген-верхнемеловых водоносных комплексах. Это позволило создать и обеспечить функционирование овцеводческих совхозов Арнасай, Аякудук, Кенемех, Косбулак, Мубарек, "40 лет Октября" [1,2]. Кроме того, результаты съемочных, поисковых и разведочных гидрогеологических работ способствовали реализации генеральной схемы организации территорий пастбищ Кызылджакского, Тахтаку-пырского, Тумарастауского, Туртульского массивов.

Освоение месторождений подземных вод артезианских бассейнов началось в середине 50-х годов. К 1968 г. суммарный отбор из самоизливающихся скважин достиг 0,11 км³/год за счет чего орошалось 3,1 тыс. га земель для кормовой базы животноводства [1].

На конец 1985 г. величина отбора подземных вод для орошения и обводнения пастбищ возросла до 0,21 км³/год. Высокая эффективность мелкооазисного орошения и обводнения пастбищ при эксплуатации самоизливающихся скважин показала целесообразность разведки новых месторождений артезианских вод. Такие исследования были выполнены на плиоцен-нижне-четвертичные отложения по лево- и правобережью р.Кашкадарья. Прирост разведанных запасов составил 0,057 км³/год. Однако этого количества оказалось недостаточно, и разведочные работы стали выполняться на участках с напорными, но не самоизливающимися подземными водами. В пределах Нуратинской межгорной впадины было разведано 0,13 км³/год эксплуатационных запасов. В настоящее время из этого количества используется 0,069 км³/год, в том числе на мелкооазисное орошение 0,02 км³/год.