

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД ТАДЖИКИСТАНА

Таджикистан обладает богатыми водными ресурсами благодаря горному рельефу. Но, несмотря на это, существует их дефицит из-за широкого развития процессов загрязнения и неравномерного территориального распространения.

Будущее водного хозяйства должно базироваться на комплексном использовании водных ресурсов с частичным переводом поверхностного стока в подземный сток и на применении современных технологий водопользования и защиты водохозяйственных объектов.

Территория Таджикистана более чем на 90 % представлена горами. Четко проявляется высотная поясность с набором ландшафтно-климатических зон, от субтропиков на равнинах до снежников и ледников горной тундры. Жаркий аридный климат на равнинах сменяется холодным гумидным климатом на горах с развитием снежников и оледенения, сформировавшихся в горах Таджикистана в позднем плейстоцене [1]. Мощность оледенения достигала 2,5 км. Таяние льдов превращало долины из V-образных в троговые и U-образные. Из материала отступившего ледника сформировались перемычки на днищах долин высотой до 150 м и протяженностью до 5-6 км, например, вблизи устья р. Муксу на Памире. С ними связано формирование горных озер (Яшилькуль, Зардев, Риваккуль и др.). При наличии в составе конечной морены большого количества льда происходят прорывы в плотинах с катастрофическими паводками, например, на озерах Карадара, Чаканкуль и Кукджигит. Таяние ледников сопровождается одновременно образованием и ликвидацией озер.

Учитывая глобальное потепление климата, Генеральная Ассамблея ООН в 1988 г. приняла специальную Резолюцию, отметив, что проблема климата должна решаться в глобальном аспекте [2]. Установлено, что это отрицательно скажется на экологических и социально-экономических условиях Таджи-

А.Я. Гаев*,
доктор геолого-минералогических наук, профессор, директор, Института экологических проблем гидросферы при ФГБОУ ВПО Оренбургский государственный университет

А.И. Рахимов,
кандидат географических наук, доцент, проректор, Худжандский государственный университет им. ак. Б. Гафурова

Д.Н. Саидова,
кандидат геолого-минералогических наук, заведующий кафедрой физической географии, Худжандский государственный университет им. ак. Б. Гафуров



кистана [3]. С 1940 по 2000 гг. в долинах рек средняя температура воздуха увеличилась на 0,3 °С в г. Худжанде и на 1,2 °С в г. Дангара. В большинстве горных районов изменения температуры были также положительными (0,4-0,5 °С). В районах выше 2500 м над уровнем моря рост среднегодовой температуры достиг 0,2-0,4 °С за исключением высокогорной котловины у оз. Булункуль (-1,1 °С). Тренды средней годовой температуры воздуха за период наблюдений с 1940 по 1960 гг. были отрицательными, а с 60-х гг. сменились на положительные [4].

В Таджикистане насчитывается порядка 1450 озер с общей площадью 716 км² (около 0,5 % площади республики) и запасами воды более 46 км³. По прогнозам на 2100 г. среднегодовая температура может увеличиться на 3,0 °С, а величина осадков на 54 %, если тенденция потепления сохранится в ближайшем столетии [5]. Ледники и их взаимосвязь с озерами требуют режимных наблюдений для водохозяйственного освоения и регулирования.

* Адрес для корреспонденции: gayev@mail.ru

Западная часть Ферганского артезианского бассейна на северо-востоке Таджикистана с севера и юга отделена глубинными разломами от гидрогеологических массивов Тянь-Шаня. Здесь распространены пластовые воды мезозойских и кайнозойских осадочных пород. Воды современных аллювиальных отложений (QIV), слагают низкие аккумулятивные террасы р. Сырдарьи, образуя у г. Худжанда узкую полосу по правому берегу и окаймляя Кайраккумское водохранилище по левобережью. Аллювий представлен русловой и пойменной фациями песков, галечников, супесей и суглинков мощностью до 400 м [6]. Коэффициент фильтрации галечников и песков составляет 40-65 м/сут, а супесей и суглинков 0,2-7 м/сут. Воды аллювия взаимосвязаны с р. Сырдарьей и водохранилищем. Глубина залегания грунтовых вод у г. Худжанда составляет от 0,5-3 до 7-13 м. Мощность водоносного горизонта, вскрытая скважинами, достигает 180 м, а удельные дебиты 40-60 л/сек на 1 м. Естественные ресурсы аллювиальных вод составляют около 2 м³/сек и они широко используются [4, 6]. Грунтовые воды S04-Na подтипа имеют химический состав гидрокарбонатно-сульфатный или сульфатно-гидрокарбонатный кальциево-магниевый, близки к речным, с минерализацией 0,5-0,9 г/л. Но отдельные колодцы в г. Худжанде имеют минерализацию до 2,2 г/л, несколько снижающуюся в паводок, когда уровень реки поднимается на 1-1,5 м и река подпитывает грунтовые воды. В межень родники с суммарным дебитом около 10 л/с разгружаются в реку вдоль уступа первой террасы.

У Кайраккумского водохранилища грунтовые воды залегают на глубине 0,2-3 м. Минерализация (1,5-13,5 г/л) и пестрота химического состава их растут с удалением от водохранилища. При выходе грунтовых вод на поверхность (впадина Хашимкуль) формируются хлоридно-сульфатные и сульфатно-хлоридные натриевые солончаки, и происходит заболачивание с минерализацией воды летом до 419 г/л. По правобережью р. Сырдарьи, в зоне подтопления водохранилища и на ирригационной сети также имеют место типичные солончаки с суммой солей $\geq 5\%$.

Воды нерасчлененных верхнечетвертичных и современных пролювиально-аллювиальных отложений (Q_{III-IV}) представлены песчано-галечно-щебнистым материалом конусов выноса и аллювия. Они распространены в Нау-Костакозской впадине Южной Ферганы и в долинах рек на северных склонах Туркестанского хребта. Мощность их растет к долине р. Сырдарьи, с юга на север от 20 до 500 м и более. Из-за неоднородности литологического состава коэффициент фильтрации в зоне аэрации варьирует от 0,2 до 16, а в зоне насыщения от 1,8 до 69 м/сут. Засоленность пород небольшая (0,5 %).

В Нау-Костакозской впадине выделяются зоны поглощения, погружения и разгрузки, которые последовательно сменяют друг друга с юга на север. В зоне поглощения воды движутся отдельными потоками по легко проницаемым пескам и галечникам оврагов и русел рек, стекающих с Туркестанского хребта. Грунтовые воды в речных



долинах залегают не глубже 10 м с расходами потоков 25-90 л/сек. В центральной части впадины воды погружаются до глубин в 30 м, а между конусами выноса до 90 м. В северной части впадины, вдоль долины р. Сырдарья и Дигмай-Исписарской гряды установлена зона разгрузки, приуроченная к периферии конусов выноса (рис. 1) [6]. Из-за неоднородности литологического состава пород водный поток расслаивается и в нижних горизонтах, на глубинах 30-60 м, воды приобретают напорный характер, с самоизливом и дебитом скважин до 15 л/сек и минерализацией ≤ 1 г/л. Безнапорные воды залегают на глубинах 0,5-10 м, дебиты их родников достигают десятков литров в секунду, а Дигмайский родник у подножия одноименной возвышенности имеет дебит порядка 1500 л/сек.

В зону поглощения попадают воды речных потоков с разным составом – в р. Аксу вода гидрокарбонатно-щелочноземельная с минерализацией 0,3-0,4 г/л, а в р. Исфара гидрокарбонатная магниевая-кальциевая с минера-

лизацией 0,75-1 г/л. Воды р. Сулюкта солоноватые, с минерализацией 1,3-1,4 г/л, а в родниках на конусе ее выноса сульфатные щелочноземельные с минерализацией до 2,4 г/л.

Из воды многих родников и скважин часто интенсивно выделяются спонтанные газы азота с примесью кислорода и углекислоты. Растворенные газы имеют азотно-кислородно-углекислый состав с величиной газонасыщенности вод до 30 мл/л и гелий-аргоновым коэффициентом в 0,0007-0,0025. Выявлены группы бактерий, развивающиеся на мясопептонном бульоне (МПБ), денитрификаторы и нитрификаторы.

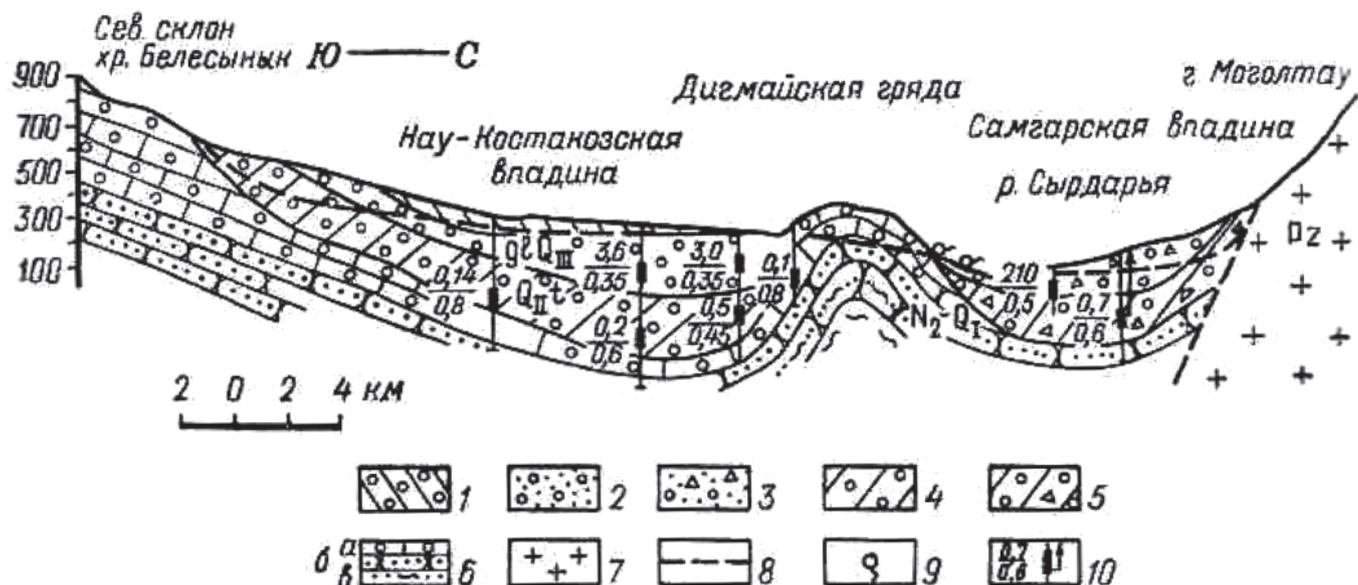
Режим грунтовых вод формируется в условиях водного стока со склонов Туркестанского хребта и интенсивного орошения с инфильтрацией оросительных вод. В верхней части конусов выноса, где преобладают атмосферные осадки и поверхностный сток, повышенный уровень вод отмечен в феврале-мае, а минимальный в сентябре-октябре. В периферических частях конусов выноса, испытывающих влияние поливных вод, наблюдается прогрессирующий подъем уровня со скоростью до 2 м/год с подтоплением и заболачиванием значительных площадей.

Согласно [6] естественные ресурсы этих вод в Нау-Костакоской впадине составляют 22 м³/сек. Они широко используются и потребность в них ежегодно растет, но с ростом водопользования ухудшается их качество. Поэтому актуальными становятся задачи оптимизации их использования и управления режимом.

Дефицит водных ресурсов усугубляется незащищенностью подземных вод от загрязнения, неравномерным паводковым и ливневым характером водного стока, засухами и

Рис. 1. Схематический гидрогеологический разрез Нау-Костакоской и Самгарской впадин [6].

Отложения верхнечетвертичные: 1 – мелкий галечник с суглинистым заполнителем; 2 – валунно-галечные с песчано-гравийным заполнителем; 3 – щебнисто-галечные с песчаным заполнителем. Среднечетвертичные: 4 – валунно-галечные, уплотненные с суглинистым заполнителем; 5 – щебнисто-галечные, уплотненные с суглинистым заполнителем. Неоген-древнечетвертичные: 6а – конгломераты на известково-кремнистом цементе; 6б – разномерные песчаники на глинистом и известковом цементе; 6в – глины песчаные. Палеозойские породы: 7 – гранодиориты. Гидрогеологические характеристики: 8 – уровень грунтовых вод; 9 – родник; 10 – опорные скважины; интервал опробования: слева – в числителе – удельный дебит (л/сек), в знаменателе – минерализация (г/л); справа – наличие напора



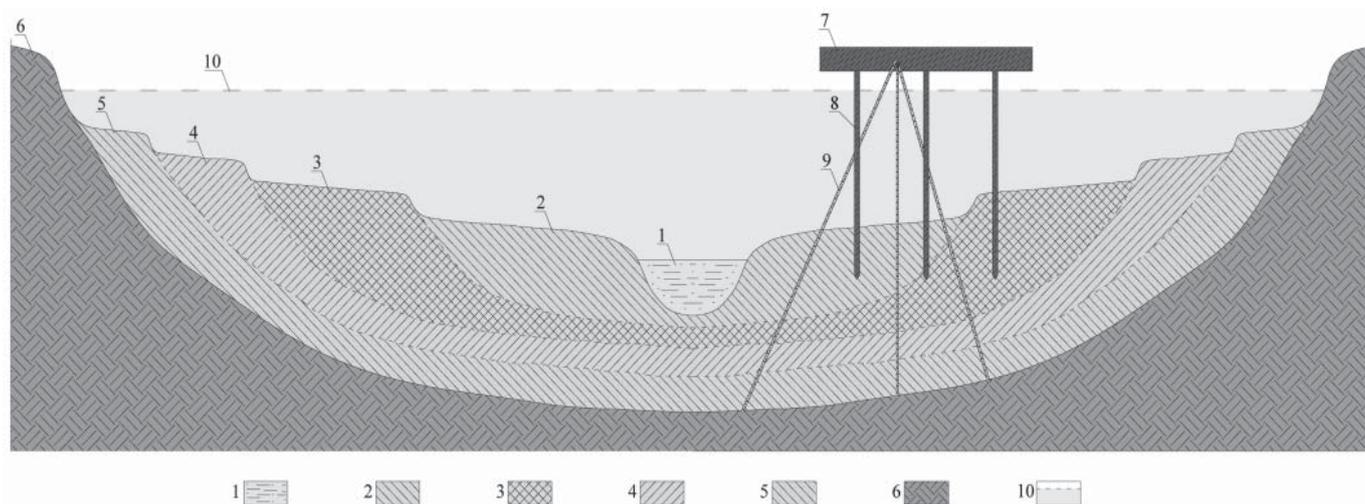


Рис. 2. Надводная платформа для строительства наклонных гидрогеологических эксплуатационных скважин на аллювиальный водоносный горизонт под водохранилищем [6].

1 – река (нижний бьеф); 2- аллювиальный водоносный горизонт пойменной террасы; 3, 4 и 5 – аллювиальный водоносный горизонт надпойменных террас; 6 – подстилающие породы; 7 – платформа для строительства куста наклонных гидрогеологических скважин; 8 – буронабивные сваи платформы; 9 – наклонные скважины; 10 – водохранилище (верхний бьеф)

пыльными бурями. Вода высокого качества формируется в прибрежной зоне водохранилищ, поскольку они играют роль не только отстойников и накопителей воды, но и восполняют запасы подземных вод. Так, ресурсы подземных вод в нижнем бьефе Кайраккумского водохранилища после его заполнения резко возросли, а качество воды в скважинах улучшилось. Накопленный опыт показал, что аллювиальные и аллювиально-пролювиальные воды в нижнем бьефе и в зоне затопления стали эксплуатироваться более эффективно. Можно разрабатывать подземные воды и из-под водохранилища, используя опыт эксплуатации субмаринных месторождений подземных вод. С берега или с надводной платформы бурят кусты наклонных эксплуатационных скважин (рис. 2) и получают воду высокого качества и в достаточном количестве в любой сезон года в связи с постоянным восполнением подземных вод за счет поверхностных [7]. Опыт такого строительства в мировой практике свидетельствует о целесообразности его рентабельной реализации и в Таджикистане. При его применении отпадает необходимость водопроводов большой протяженности, а значительная часть поверхностных вод переводится в подземные резервуары, что сокращает потери на испарение и повышает качество воды в процессе ее фильтрации через песчано-галечный коллектор. Это

согласуется с традиционной для Таджикистана практикой magazинирования воды при помощи кyarизов и галерей.

Строительство некогда крупнейшего в Таджикистане Кайраккумского водохранилища вызвало глубокие преобразования природного комплекса и изменило за последние десятилетия экологическую ситуацию в Согдийской области. Но при этом ухудшились условия хозяйственно-питьевого водоснабжения населения г. Худжанда, Чкаловского горно-химического комбината и прилегающих районов. Развитие здесь промышленности, сельского хозяйства, добыча и обогащение руд привели к загрязнению окружающей среды тяжелыми металлами и органическими веществами. Воды р. Сырдарья на отдельных участках загрязнены тяжелыми металлами, нефтепродуктами, фенолами, имеют повышенный коли-индекс, цветут и непригодны для хозяйственно-питьевого водоснабжения и ведения рыбного хозяйства. Нами предложены специальные технические средства для защиты и управления качеством водохозяйственных объектов [8] и рекомендуется восполнять ресурсы подземных вод за счет вод водохранилища с использованием эффектов комплексных [7] и геохимических [9] барьеров. Моделирование химического состава смесей подземных и поверхностных вод показало, что восполнение запасов подземных вод за счет поверхностных будет сопровождаться процессами их глубокого самоочищением.

Заключение

Несмотря на то, что Таджикистан обладает богатыми водными ресурсами благодаря горному рельефу, существует их дефицит из-за широкого развития процессов загрязнения и неравномерного

территориального распространения. Выполненные исследования свидетельствуют о том, что будущее водного хозяйства республики следует ориентировать на комплексное использование водных ресурсов с частичным переводом поверхностного стока в подземный сток, и шире применять современные технологии водопользования и защиты водохозяйственных объектов, включая комплексные гидродинамические и геохимические барьеры.

Литература

1. Никитин А.М. Озера Средней Азии. Л.: Гидрометеоздат, 1987.
2. Удаленные геологические угрозы на Юго-Западном Памире, ГБАО, Таджикистан / Краткий отчет, составленный Швейцарским Управлением по Развитию и Сотрудничеству (ШУРС) для МЧС Республики Таджикистан. Ж. Шнайдер. М.: Гмендел, 2005.
3. Раджабов А. Сокращение риска стихийных бедствий в КНР. // Труды междунар. конф. 27-29 сентября 2005 г. Пекин, 2005. С16-17.
4. Рахимов А.И. О питьевых водах и элементах водного баланса Таджикистана. Питьевые подземные воды. Изучение, использова-

Ключевые слова:

водные ресурсы,
загрязнение,
современные
технологии,
защита объектов
водного хозяйства

ние и информационные технологии. Мат. МНПК. ВСЕГИЕГЕО. Ч.1. С. 253-263..

5. Ерохин С.А. Гляциальные озера как гидро-экологические объекты и факторы их прорывоопасности // Вода и устойчивое развитие Центральной Азии. Фонд «Сорос-Кыргызстан», 2001. С. 93-98.

6. Гидрогеология СССР. Таджикистан. Том 41 М.: Недра, 1972. 374 с.

7. Гаев А.Я. Экологические основы водохозяйственной деятельности (на примере Оренбургской области и сопредельных районов) / А.Я. Гаев, И.Н. Алферов, В.Г. Гацков и др. Под ред. А.Я. Гаева. Пермский ун-т и др. Пермь; Оренбург. Изд-во Перм. ун-та 2007. 327 с.

8. Пат. № 47914 РФ / Гаев А.Я., Алферов И.Н., Лихненко Е.В., Локоткова Н.С. Установка совмещенного вертикального и горизонтального дренажа при локализации загрязненных флюидов / Заявлено 30.05.2005. Опубликовано: Бюл. №. 25. Приоритет 30.05.2005.

9. Перельман А.И. Геохимия. М.: Высшая школа, 1989. 528 с.



A.Ya. Gayev, A.I. Rakhimov, D.N. Saidova

TAJIKISTAN NATURAL WATER QUALITY

Tajikistan possesses rich water resources thanks to mountainous relief. But for all that there is deficiency of it because of wide spreading of pollution and irregular distribution. The future of water

economy must be based on complex use of water with moving of part of surface water to underground and using of modern technologies in protection of water industry objects.

Key words: water resources, pollution, modern technologies, protection of water industry objects