

*Рахимов А.И.*

**ТАЖИКСТАНДЫН СУУ ЖЕТИШПЕГЕН РАЙОНДОРУНУН  
ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯЛЫК ӨЗГӨЧӨЛҮКТӨРҮ**

*Рахимов А.И.*

**ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДОДЕФИЦИТНЫХ  
РАЙОНОВ ТАДЖИКИСТАНА**

*A.I. Rakhimov*

**HYDROGEOECOLOGICAL FEATURES OF THE WATER SCARCE  
REGIONS OF TAJIKISTAN**

УДК: 556.16(575.2)

*Бул мақалада Тажикстандын суу жетишпеген райондорунун гидрогеоэкологиялык өзгөчөлүктөрү каралган.*

*В статье рассматриваются гидроэкологические особенности водоемных регионов Таджикистана. Выделяются источники загрязнения водных ресурсов и предлагаются пути улучшения гидроэкологической ситуации изучаемого района.*

*In article it is considered hydroecological features of water scarce regions of Tadjikistan. Sources of pollution of water resources are allocated and it is offered to a way of an ulusheniye of a hydroecological situation of the studied area.*

В Таджикистане при огромных водных ресурсах обнаружился их острый дефицит, особенно в вегетационный период и в период самых низких температур, когда из-за прекращения таяния ледников наблюдается дефицит воды для выработки электроэнергии на гидроэлектростанциях. Только в вегетационный период дефицит воды составляет 560 млн. м<sup>3</sup>, в т.ч. в бассейне Амударьи 465,5 млн. м<sup>3</sup> и в бассейне Сырдарьи 94,5 млн м<sup>3</sup> [5].

С неравномерным распространением воды связаны большие проблемы. Ниже от зоны развития оледенения формируется большое количество озер, образующихся в результате завалов русел рек в результате сейсмичности, активизирующей такие геодинамические процессы, как оползни, лавины, сели и пр. В таких озерах накоплено свыше 40 км<sup>3</sup> воды, которая представляет собой не только огромные и ценные водные ресурсы. Широкою мировую известность имеет Сарезское озеро в долине р. Мургаб. Глубина его достигает 500 м, а количество воды оценивается в 17 км<sup>3</sup>.

Анализ процессов формирования качественного состава природных вод свидетельствует о том, что в горной части республики, которая резко превалирует по площади, преобладающая роль принадлежит естественным, природным факторам. Основную роль

в загрязнении природных вод играют сточные, возвратные и техногенные воды.

Так, только в бассейне Сырдарьи в Таджикистане и Кыргызстане имеются десятки законсервированных и действующих объектов горнодобывающей промышленности. Объемы твердых отходов, содержащихся в этих отходах, достигают 1 млрд. м<sup>3</sup>. Большинство этих потенциально экологически опасных объектов находится в плачевном состоянии. Многие из них размещены в долинах и даже руслах рек. Они являются источниками загрязнения природных вод в бассейне р. Сырдарьи тяжелыми металлами (свинцом, цинком, медью, хромом, никелем, кадмием, ртутью). Так, концентрации этих металлов в водах р. Сырдарьи ниже по течению от г. Намангана достигают: по свинцу 100 ПДК, по цинку более 10 ПДК, по меди более 30 ПДК. По долине притока Сырдарьи, Соггар с 1950 по 1978 гг. разрабатывалось месторождение полиметаллов.

В водах, грунтах и почвах республики распространены такие металлы, как медь, цинк, свинец, марганец, никель, мышьяк, серебро, ртуть. Свинец, мышьяк, цинк и ртуть по ГОСТ 17.4.02-83 относятся к веществам 1-го класса опасности медь – второго класса, а марганец, серебро и никель – к третьему классу опасности. В Северном Таджикистане, в пределах Сырдарьинского макробассейна для рек стока обследованы и рассчитаны фоновое значение, коэффициент загрязнения и суммарный показатель загрязнения. Наиболее высокими концентрациями в водах, почвах и грунтах характеризуются свинец, серебро и цинк. Они обычно присутствуют в водах, грунтах и почвах совместно и превалируют над другими элементами в 10 раз и более. Наиболее высокие концентрации этих элементов в водах и почвах установлены в Зарнисаре, Истиклале, а также в районах свинцово-цинковых горнодобывающих предприятий, на северных склонах гор. Моголтау, Акбель и Шумта[1,6,7,8]. Здесь концентрации свин-

ца, цинка и серебра в водах и почвах достигают соответственно: 0,1, 0,5 и 0,03 мг/л и 100, 200 и 20 мг/кг; Кс составил соответственно 12,3; 2,0 и 48,8 а суммарный показатель загрязнения достиг 65,5. Ареалы загрязнения природных вод, а так же почв, грунтов и растительности прослежены на 20 км к юго-западу от п. Адрасман, где суммарный показатель загрязнения геологической среды достигает до 29. На этом участке определен и геохимический фон марганца в почвах и грунтах (380 мг/кг) и аномальные его содержания на конусах выноса Карамазарская и в урочищах Беномзобла и Дашта соответственно 2000 мг/кг; 1200 мг/кг и 1300 мг/кг в пробах № 321, 328 и 329. Кс составил 3,45; 2,07 и 2,21.

Местами содержания свинца, цинка и серебра превышают фоновые значения в воде и почве (0,01 мг/л и 84,2 мг/кг, 0,03 мг/л и 0,4 мг/кг и 0,001 мг/л и 0,8 мг/кг соответственно) более чем в 20 раз, и они преобладает над остальными элементами [8]. Максимальные их содержания в водах и почвах установлены на руднике Зарнисаре. Концентрации свинца достигают здесь соответственно 0,15 мг/л и 2000 мг/кг при Кс – 4,7÷5,9, цинка 3 мг/л и 2000 мг/кг при Кс до 18,3, серебра 0,05 мг/л и 7 мг/кг при Кс – 8,3. Они присутствуют в почве и воде, как правило, совместно, как например, в п. Адрасман, п. Кансай, к. Такели и г. Истиклол.

Весьма высокие концентрации свинца в водах и почвах выявлены в г. Чкаловске и у к. Исписор в пределах от 0,1÷0,6 мг/л и 200÷1000 мг/кг при Кс – до 22,0, а так же у к. Кстакоз. Фоновые концентрации металлов в почвах по результатам других авторов составил для марганца 494 мг/кг, никеля – 26, меди – 39,4, цинка – 68,8, серебра – 0,5 мг/кг [1,4]. Содержание этих металлов на у к. Калачи не превышает фон.

У к. Таджикибад Расуловского и Спитаменского районов в водах и почвах установлены по свинцу 0,1мг/л и 400 мг/кг при Кс до 34,2, а так же по серебру – 0,01 мг/л и 15 мг/кг при Кс – 44,1.

Содержание здесь марганца в почвах по результатам предшествующих исследований составило 100÷1200 мг/кг при Кс – 2,70 (13,14). Геохимический фон по металлам в почвах здесь повышен: по свинцу 43,9мг/кг, по никелю 19,2, по меди – 29,1, по цинку – 43, по мышьяку 6,4, серебру – 0,3 и ртути – 2,0мг/кг.

У поселка Сырдарьинский г. Чкаловск и у к. Гунт Ганчинского района аномальные концентрации свинца и серебра в отдельных пробах вод и почв превышают фоновые значения в 10 раз и более. Концентрации свинца достигают 0,1÷0,01 мг/л и 700÷1500 мг/кг при Кс до 15,8, серебра 0,003÷0,3 мг/л и 30÷50 мг/кг при Кс 73÷122. Содержание ртути в почвах по данным предшествующих исследований [6,7] составляет 20 мг/кг при Кс – до 452-460 в Зафарободском и у к. Хитореза Расуловского районов. Содержание других металлов не превысило 1,5÷2,0

фоновых значений, которые определены для свинца – 44,4 мг/кг, марганца – 477,9, никеля – 17,4, меди – 26,2, цинка – 7,3, мышьяка – 7,8, серебра – 0,4 и ртути – 4,4 мг/кг. Выполнен расчет суммарных показателей загрязнения, что позволило ранжировать участки по интенсивности превышения содержания металлов в природных водах и почвах над фоном, по следующей градации:

1) фоновые ( $Z_c \leq 7$ ); 2) с допустимым уровнем загрязнения ( $Z_c = 7 \div 14$ ); 3) с умеренно-опасным уровнем загрязнения ( $Z_c = 14 \div 28$ ); 4) с опасным уровнем загрязнения ( $Z_c = 28 \div 112$ ); 5) с чрезвычайно опасным уровнем загрязнения ( $Z_c > 112$ ). Эти градации по мнению специалистов соответствуют степени опасности металлов для здоровья человека: 1) допустимый и плохо изученный фоновый уровень, характерный для зон с низким уровнем заболеваемости и низкой частотой проявления функциональных отклонений; 2) умеренно-опасный уровень с соответствующим ростом частоты общей заболеваемости населения; 3) опасный уровень с ростом частоты хронических заболеваний и функциональных отклонений; 4) чрезвычайно опасный уровень с ростом частоты нарушений и отклонений репродуктивных функций [1,7,8].

При изучении по содержанию тяжелых металлов в водах, почвах и грунтах и по степени их опасности для здоровья населения установлено, что большая часть опасных участков, как было установлено ранее, находится на правом берегу р. Сырдарья. В то же время, в Дальварзинской степи на левобережье Сырдарьи концентрации металлов в почвах, водах и растениях не превышают фона.

В региональном плане значительная часть металлов, попавших в природные воды, почвы и грунты и определяющих уровень загрязнения, обусловлена геолого-геохимической природой территории. Площади с высоким уровнем загрязнения природных вод, почв и грунтов ( $Z_c = 47,4 \div 71,8$ ) выявлены в районах интенсивной техногенной деятельности: пос. Зарнисар, Такели и Адрасман, вдоль действующего пульпопровода и хвостохранилища АСЦК. Ареалы и потоки рассеяния аномальных концентраций тяжелых металлов, загрязняющие природные воды, грунты, почвы и растительность сформировались вокруг горнохимических комбинатов в гг. Чкаловск, Исфара, Истиклол с отвалами отходов, сбросами сточных вод и газопылевыми выбросами, а также горнодобывающих предприятий и населенных пунктов, в которых они расположены: Адрасман, Кансай, Чорух-Дайрон, Зарнисор, Такели, Шураб и др. Ареалы и потоки рассеяния токсичных, элементов распространились в пределах городов, поселков, пастбищ и сельхозугодий на расстоянии от предприятий на 100÷200 км. Только в долине р. Сырдарья более 60% урбанизированных территорий загрязнено до опасного и чрезвычайно опасного уровня, но до 70% территории республики можно

еще отнести к районам с допустимым уровнем загрязнения.

Орошаемые массивы тяготеют к супераквальным ландшафтам. Большое значение для состояния гидросферы имеет активность проявления таких геодинамических процессов, как эрозия почв и грунтов, особенно, в речных долинах, суффозионные процессы, просадки в лессовидных грунтах, оврагообразование, оползни и оплывины, селевые потоки, засоление и заболачивание почв и грунтов.

Ареалы и потоки загрязняющих веществ формируются на участках: а) выпадения газопылевых выбросов предприятий, энергетических установок и транспорта; б) инфильтрации различных загрязненных сточных вод; в) скоплений крупнотоннажных твердых и жидких отходов производства и потребления; г) вокруг плохо оборудованных складов средств химизации сельского хозяйства; д) вокруг различных источников загрязнения. Выявлены такие загрязняющие органические вещества, как фенолы, нефтепродукты, пестициды и синтетически активные вещества.

На Таджикском участке реки Сырдарья значительные концентрации загрязняющих веществ с 2÷5 кратным превышением фоновых содержаний приурочены преимущественно к правобережной части реки, например, на участке в районе к. Хамрабад на мраморном заводе, в г. Худжанде, в кишлаках Окташ, Табошар, в пос. Такели и в урочище Дашт в долине ручья Уткенсай [2]. Выявлены повышенные и аномальные концентрации широкой ассоциации химических элементов (свинца, марганца, меди, цинка, титана, стронция, серебра и брома) не только в водах почвах и грунтах, но и в растениях. Такие концентрации установлены, как в природе, так и в культурной растительности (в составе саксаула, в абрикосе, арче, в полыни рузу, в кукурузе, в копеечниках, латуке татарском, резеде, щетиннике, персике и колючке).

Процессы техногенеза негативно воздействуют на всю экосистему, и, прежде всего, на состояние водоемов, подвергая природные воды загрязнению и метаморфизации за счет повышения концентраций супертехнофильных и высокотехнофильных элементов: хлора, серы, азота, углерода, натрия, кальция, магния.

При оценке уязвимости окружающей среды к загрязнению проанализированы физико-географические особенности региона, а защищенность подземных вод рассматривается, как свойство природной системы сохранять на определенный период состав и качество среды в пределах требуемых норм. Устойчивость по А.Я. Гаеву [7,8] – это термин противоположный понятию уязвимости геологической среды. Чем больше ее устойчивости, тем меньше ее уязвимости. Оценка уязвимости геологической среды к загрязнению необходима для обоснования мероприятий по защите окружающей среды. Сделана попытка оценки уязвимости

территории к загрязнению на основе: 1) экспертной, качественной оценки территории и влияния разных факторов на уязвимость водоносных горизонтов; 2) количественной оценки с расчетом Мпдв и скорости проникновения загрязняющего вещества в конкретный водоносный горизонт с учетом свойств загрязняющего вещества. При этом учтена способность пород удалять из подземных вод загрязняющие вещества путем адсорбции, ионного обмена, осаждения и разложения органического вещества кислородом и микроорганизмами. Важными для оценки уязвимости окружающей среды являются фильтрационные свойства и физико-химическая активность пород. Переход к количественным показателям уязвимости подземных вод к загрязнению выполнен на основе использования величины инфильтрационного питания грунтовых вод в л/с км<sup>2</sup> и учета данных о сорбционных свойствах пород и миграционных параметрах загрязняющих веществ. Для количественной оценки загрязнения экологической среды использован модуль предельно-допустимого загрязнения Мпдв, который отражает запас экологической устойчивости урбанизированной территории, часть которой утрачивается, и при дальнейшем развитии производительных сил возникает проблема непрерывного прогноза возрастающей уязвимости территории к загрязнению. С этой целью необходимо строить карты природопользования и ретроспективные карты, показывающие, как с ростом техногенной нагрузки истощается естественная устойчивость территории к загрязнению, а уязвимость ее возрастает. Поэтому планы перспективного развития производительных сил должны сопровождаться разработкой мероприятий по защите окружающей среды и построением схем типизации по уязвимости геологической среды к загрязнению.

Для защиты водохозяйственных объектов вододефицитных районов от загрязнения рекомендуется создавать комплексные, геохимические и гидродинамические барьеры. Между водозаборами пресных и дренажами загрязненных вод формируются гибкие непроницаемые барьеры, исключают поступление загрязняющих веществ в водозабор.

На государственном уровне в республике принято решение о переводе хозяйственно-питьевого водоснабжения населения за счет подземных вод, отличающихся от поверхностных более высоким качеством [7,8]. Выполнение этого решения исключительно актуально по следующим причинам: 1. Результаты мониторинга в горнодобывающих районах Таджикистана в последние 15 лет свидетельствуют о 100% загрязнении поверхностных вод. 2. Из-за высокой заболеваемости и смертности населения по причине использования недоброкачественной воды.

Полезной для организма является вода, содержащая все химические элементы периодической системы в определенных концентрациях и находя-

щаяся в равновесно-неравновесном состоянии в системе вода – порода – газ – живое вещество. Такая вода формируется только в подземных горизонтах и положительно воздействует на иммунитет человека и животных, обладая фитонцидностью по отношению к болезнетворным бактериям. Во многих районах республики до сих пор для водоснабжения используются поверхностные воды. Использование поверхностной воды для питья связано с высокими эксплуатационными затратами на подготовку воды и другими трудностями. Возможно решить вопрос водоснабжения населения: а) за счет аллювиального водоносного горизонта из-под водохранилищ, где этот горизонт достаточно мощный; б) путем магистрального водоснабжения подземных вод в пределах массивов терригенно-карбонатных пород палеозойского возраста.

Аналогичные объекты в России, подтверждает обоснованность решения о строительстве специфических аллювиальных водозаборов вблизи водохранилищ. Например, для населения г. Гай долине р. Урал ниже пос. Ириклинский имеются водозаборы подземных вод, эксплуатирующие аллювиальный водоносный горизонт.

В среднем каждый житель г. Гая получает 265л/сут хозяйственно-питьевой воды, отвечающей всем требованиям СанПиН (7). В процессе разведки Гайского месторождения, когда сток р. Урал еще не был зарегулирован, периодически отмечались случаи роста сухого остатка воды до 0.7÷0.8 г/л, а жесткость периодически превышала 7 мг-экв/л. После ввода в эксплуатацию Ириклинского водохранилища и многолетней промывки аллювиального водоносного горизонта качество подземных вод выровнялось и фактически повторяет химический состав вод водоема. В результате за последние годы [2,7], согласно данным мониторинга отмечаются случаи превышения санитарных питьевых норм на водозаборе ни по одному показателю. В частности, начиная с 2003, 2004 гг., минерализация подземных вод не выходила за пределы 304÷398 мг/л, а общая жесткость составила 3.5÷4.6 мг-экв/л, т.е. фактически повторяются данные гидрохимии водохранилища. В целом аллювиальный водозабор г. Гая, в долине р. Урал характеризуется весьма качественной и устойчивой по составу питьевой водой. Аналогичный водозабор, но всего из 3-х скважин расположен в долине р. Урал непосредственно ниже пос. Ириклинский, обеспечивая этот поселок водой тоже хорошего качества.

• Приведенные данные свидетельствуют о возможности привлечения аллювиального горизонта для решения вопроса о водоснабжении населения горнодобывающих районов Таджикистана за счет подземных водоисточников хорошего качества. При этом аллювиальный водоносный горизонт может быть обеспечен восполнением своих запасов за счет

инфильтрации вод из водохранилища. Если учесть, что в республике уже сегодня существует несколько сот водохранилищ, становится очевидной возможность широкого применения метода магазинирования подземных вод вблизи водохранилищ, что может иметь исключительно важное значение для перспектив развития хозяйственно-питьевого водоснабжения юга населения республики высококачественной водой. В случае необходимости утверждения запасов, вопрос может быть решен по результатам годового цикла эксплуатации будущих водозаборов. Анализ экологического состояния территории Таджикистана и оценка гидрогеоэкологической ситуации техногенно нарушенных районов позволили установить, что интенсивность и масштабность проявления техногенной трансформации природных вод зависят от продолжительности освоения территории, площади нарушенных земель и объемов добываемого сырья.

#### Литература

1. Абдурахимов С.Я. Инновационно-геоэкологические проблемы природно-техногенного разнообразия Таджикистана. Изд. «Меъроҷ». Худжанд. 2014, 427 с.
2. Гаев, А.Я. О проблеме водоснабжения населения в водоемных районах на примере бассейна р. Урал / А.Я. Гаев, Ю.М. Балабанова, А.И. Рахимов и др. // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий: Мат. 8-ой междунар. НПК. – Уфа: Дизайн ПолиграфСервис, 2010. – С. 240–242.
3. Гаев, А.Я. О состоянии и перспективах развития водного хозяйства водоемных районов (на примере Оренбургской области) / А.Я. Гаев, И.Н. Алферов, Ю.М. Погосян, А.И. Рахимов // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: в 4 т. Т. III. Управление водными ресурсами речных водосборов: тр. МНПК. – Пермь: Перм. ун-т, 2011. – С. 33–36
4. Гаев, А.Я. Перспективные способы защиты водозаборных объектов / А.Я. Гаев, О.Н. Нечитайло, А.И. Рахимов и др. // Экология и промышленность России. – М., 2009. – июль. – С. 23–25.
5. Олимов, М. Гидроресурсы Таджикистана: ресурсы и проблемы / М. Олимов // Вода и устойчивое развитие Центральной Азии. Мат. проектов «Региональное сотрудничество по использованию водных и энергетических ресурсов в Центральной Азии» (1998) и «Гидроэкологические проблемы и устойчивое развитие Центральной Азии» (2000). – Б.: Элита, 2001. – С. 46–48.
6. Рахимов, А.И. О гидрогеоэкологических особенностях горнорудных районов / А.И. Рахимов, С.Я. Абдурахимов // Известия АН РТ, отд. физ-мат., хим., геол. и техн наук. – 2009. – № 1(134). – С. 88–95.
7. Рахимов, А.И. История и методика гидрогеоэкологических исследований водных ресурсов Таджикистана. Изд. «Меъроҷ». Худжанд. 2013, 171 с.
8. Рахимов, А.И. О состоянии водных ресурсов Таджикистана/А.И. Рахимов//Проблемы региональной экологии. – М., 2011. – № 5. – С.139–142.

Рецензент: к.т.н. Темикеев К.Т.