

9. Проект «Третье национальное сообщение Кыргызской Республики по рамочной Конвенции ООН по изменению климата» // ГАОАС и ЛХ, Центр климата. — Бишкек, 2016.
10. Касымова В. М. Энергетическая политика, энергобезопасность и энергоэффективность Кыргызской Республики. — Бишкек : Барак Элде, 2014. — 413 с.
11. Алышбаев Д. Н., Найлич И. М. Проблема Большого Нарына. — Фрунзе : Общество по распространению политических и научных знаний Кыргызской ССР, 1959.
12. Большаков М. Н., Шпак В. Г. Водно-энергетические ресурсы Кыргызской ССР. — Фрунзе : Изд-во Академии наук Кыргызской ССР, 1960.
13. Ляпичев П. А. Методика регулирования стока и водохозяйственных расчетов. — М. : Стройиздат, 1972. — 272 с.
14. Соколов Д. Я. Использование водной энергии. — М. : Колос, 1965. — 442 с.
15. Directions in hydropower. International Bank for Reconstruction and Development // World Bank. Produced by the Sustainable Development Vice Presidency. 2009. P. 14. [DOI: dx.doi.org/10.17580/gzh.2016.08.07](https://doi.org/10.17580/gzh.2016.08.07)

«GORNYI ZHURNAL»/«MINING JOURNAL», 2016, № 8, pp. 37–41

DOI: [dx.doi.org/10.17580/gzh.2016.08.07](https://doi.org/10.17580/gzh.2016.08.07)

### Water power resources in the Kyrgyz Republic

#### Information about authors

**A. V. Arkhangelskaya**<sup>1</sup>, Chief Specialist of Electric Power Production and Transmission Department, Candidate of Economic Sciences, [a\\_ann@mail.ru](mailto:a_ann@mail.ru)  
**V. M. Kasymova**<sup>2</sup>, Deputy Director, Professor, Doctor of Economic Sciences

<sup>1</sup> Minister of Economy of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyzstan

<sup>2</sup> Research Institute of Power Engineering and Economy at the Ministry of Economy of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyzstan

#### Abstract

Hydropower engineering is one of the popular and successfully used sources of energy for almost 200 years by now. Recently, the interest in this kind of energy has largely grown in view of the aggravating situation concerned with organic fuel—limited reserves, higher costs and stringent environmental standards. The Kyrgyz Republic possesses huge water resources to fruitfully develop hydropower engineering. Based on the analysis of data on the potential of water resources and greenhouse gas emissions in the country, the article considers the issues of energy security with allowance for the global climate fluctuations and growth of production capacities. In accordance with the National Strategy of Sustainable Development in the Kyrgyz Republic up to 2030, the scope of the discussion embraces two development scenarios in the industry—basic and optimistic. The basic scenario provides for construction of a number of large hydroelectric plants, while the optimistic scenario is based on commissioning of a few small hydroelectric installations and thermal plants. In either case, hydropower engineering should develop both in the line of integrated management of water resources and inclusive of addressing a wide range of social, economic and environmental issues.

**Keywords:** hydropower engineering, hydroelectric plant, inflow, water resources, electric energy generation, electric energy balance, power reserve, energy security.

#### References

1. Avakyan A. B., Sharapov V. A. *Vodokhranilishcha gidroelektrostantsiy SSSR* (Hydroelectric power station reservoirs in USSR). Moscow : Energiya, 1977. 134 p.
2. Water & Climate Adaptation Plan for the Sava River Basin Guidance Note on Adaptation to Climate Change for Hydropower. The World Bank Group, 2015. p. 2.
3. Petrov G. N. *Gidroenergetika i ee rol v regionalnoy integratsii stran Tsentralnoy Azii* (Hydroenergetics and its part in the regional integration of the Central Asia

countries). *Evraziyskaya ekonomicheskaya integratsiya = Eurasian economic integration*. 2009. No. 3(4). p. 117.

4. Key trends in hydropower : Briefing. International hydropower association. 2016. p. 1. Available at: <http://www.hydropower.org/sites/default/files/publications-docs/2016%20Key%20Trends%20in%20Hydropower.pdf> (accessed: June 20, 2016).
5. Arskiy A. K., Aryanin A. N., Belokopytov I. E. et al. *Toplivo-energeticheskoe resursy* (Fuel-energetic resources). Moscow : Nauka, 1968. p. 6.
6. Key World Energy Statistics. International Energy Agency. 2015. p. 6.
7. Kozhakov A. E., Sarsembekov T. T. *Vodnoe zakonodatel'stvo gosudarstv — uchastnikov Sodruchestva Nezavisimyykh Gosudarstv i mezhunarodno-pravovoe regulirovaniye vodnykh otnosheniy* (Water legislation of states — participants of the Commonwealth of Independent States and international-legal control of water relationships). Almaty : Atamura, 2006.
8. Abdylidabekov A. K., Omorov K. A. *Gidroenergetika Kyrgyzstana v tsifrakh* (Hydroenergetics of Kyrgyzstan in numbers). *Energetika: sostoyaniye, problemy, perspektivy* (Energetics: state, problems, prospects). 2014. 271 p.
9. *Proekt «Trete natsionalnoe soobshcheniye Kyrgyzskoy Respubliki po ramochnoy Konventsii OON po izmeneniyu klimata»* (Project «Third national report of Kyrgyz Republic about the framework climate change convention of the UNO»). Bishkek : State Agency on Environment Protection and Forestry under the Government of the Kyrgyz Republic, Center of Climate, 2016. (in Russian)
10. Kasymova V. M. *Energeticheskaya politika, energobezopasnost i energoeffektivnost Kyrgyzskoy Respubliki* (Energetic politics, energy safety and energy efficiency of Kyrgyz Republic). Bishkek : Barak Elde, 2014. 413 p.
11. Alyshbaev D. N., Naylich I. M. *Problema Bolshogo Naryna* (The problem of Bolshoy Naryn). Frunze : Society for distribution of political and scientific knowledge of Kirghiz SSR, 1959.
12. Bolshakov M. N., Shpak V. G. *Vodno-energeticheskie resursy Kirgizskoy SSR* (Water-energy resources of Kirghiz SSR). Frunze : Publishing House of Academy of Sciences of Kirghiz SSR, 1960.
13. Lyapichev P. A. *Metodika regulirovaniya stoka i vodokhozyaystvennykh raschetov* (Method of regulation of water course and hydroeconomic calculations). Moscow : Stroyizdat, 1972. 272 p.
14. Sokolov D. Ya. *Ispolzovanie vodnoy energii* (Water energy use). Moscow : Kolos, 1965. 442 p.
15. Directions in hydropower. International Bank for Reconstruction and Development. World Bank. Produced by the Sustainable Development Vice Presidency. 2009. 14 p.

УДК 556.332.4(572.2)

## ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ КЫРГЫЗСТАНА: ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И СОХРАНЕНИЯ

Л. Э. ОРОЛБАЕВА<sup>1</sup>, доцент, канд. геол.-минерал. наук, [orolbaeva@mail.ru](mailto:orolbaeva@mail.ru)

<sup>1</sup> Институт горного дела и горных технологий, им. академика  
У. А. Асаналиева, Бишкек, Кыргызстан

### Введение

В последние десятилетия подземные воды артезианских бассейнов Тянь-Шаня и Памиро-Алая подвержены весьма существенной антропогенной нагрузке — деятельности, направленной на решение социально-экономических проблем, возникших в результате смены общественно-исторического уклада в Кыргызской

Выявлены и описаны факторы, влияющие на формирование подземных вод. Проанализированы основные направления использования месторождений пресных подземных вод и проблемы их эксплуатации. Охарактеризованы причины и источники загрязнения, защищенность подземных вод. Рассмотрены проблемы мониторинга водных ресурсов и рекомендации по его организации.

**Ключевые слова:** межгорные бассейны, подземные воды, месторождения, использование и защищенность подземных вод, источники загрязнения, мониторинг водных ресурсов.

DOI: [dx.doi.org/10.17580/gzh.2016.08.08](https://doi.org/10.17580/gzh.2016.08.08)

© Оролбаева Л. Э., 2016

Республике. Антропогенный пресс на природную среду зоны формирования стока, связанный с интенсивным использованием лесных и пастбищных ресурсов, а также разработкой месторождений золота, угля и строительных материалов в последнее время вызвал ряд отрицательных экологических последствий, носящих синергетический характер. В связи с этим экологическая ситуация, сложившаяся в зоне формирования стока подземных вод, с одной стороны, а также всевозрастающая потребность в поливной и питьевой воде в Кыргызстане и сопредельных странах Центральной Азии — с другой, требуют многостороннего научного анализа и разработки практических мер по сохранению и устойчивому использованию водных ресурсов.

#### Условия формирования месторождений подземных вод

Кыргызстан — единственная из центральных азиатских стран, водные ресурсы которой полностью образуются в пределах ее территории. Водных источников, поступающих извне в республику, нет, в этом ее гидрологическая особенность и преимущество. В горных геосистемах Тянь-Шаня и Памиро-Алая формируются значительные запасы водных ресурсов. Естественный суммарный среднегодовое количество стока рек составляет  $44,5 \text{ км}^3$ ,  $1745 \text{ км}^3$  содержат озера и  $650 \text{ км}^3$  сосредоточено в ледниках. На территории республики выявлены значительные запасы подземных пресных и минерально-термальных вод. Потенциальные запасы пресных, высочайшего качества подземных вод составляют около  $13,6 \text{ км}^3$ . Кыргызстан использует 20–25 % имеющихся водных запасов, остальной сток поступает в соседние государства: Казахстан, Китай, Таджикистан, Узбекистан.

Территория Кыргызстана расположена между высотами 401 и 7739 м над уровнем моря (пик Победы). 40,3 % площади страны находится на высоте 3000 м и выше. Горный рельеф обусловил формирование разветвленной речной сети, здесь насчитывается около 5 тыс. рек, которые относятся к восьми гидрологическим бассейнам — рек Сыр-Дарья, Аму-Дарья, Чу, Талас, Или (Кар-Кыра), Тарим и бессточных озер Иссык-Куль и Чатыркуль. Основным источником, пополняющим водные ресурсы, являются осадки, на количество которых, как и в других горных странах, значительное влияние оказывает лесистость горных склонов, состояние ледниковых и лесных экосистем. Ледники Тянь-Шаня и Памиро-Алая для многих рек являются основным источником питания. Наибольшее число рек (до 46 %) характеризуется ледниково-снеговым типом питания, около 43 % рек имеют снегово-ледниковое питание, значительно меньше рек снегового питания (10 %), еще меньше рек имеющих снегово-дождевое питание. Доля ледниковых вод в годовом объеме стока меняется от 5,9 % у р. Сыр-Дарья и достигает 48,9 % у р. Сары-Джаз. Почти все реки в той или иной мере получают дополнительное питание за счет разгрузки подземных вод.

Горные геосистемы Кыргызстана, расположенные в аридной зоне, отличаются крайне высокой степенью пространственной неоднородности. Одним из основных факторов, определяющих условия формирования и распределения поверхностного и подземного стока, является рельеф. Разнообразие ландшафтов опреде-

лило разнообразие экосистем и вертикальную поясность. На протяжении всего нескольких километров по вертикали и нескольких десятков по горизонтали наблюдаются все переходы от жестких аридных условий континентальных пустынь через горные полупустыни, степи, луга, леса к субнивальному и нивальному поясу [1]. Сложность рельефа: глубокая расчлененность, различная экспозиция горных склонов по отношению к солнцу и влажным северным и северо-западным воздушным течениям создает исключительное разнообразие климата и определяет четко выраженную климатическую поясность. Результаты исследований, выполненных О. А. Подрезовым [2], по ретроспективной оценке температур и количества осадков для горных территорий свидетельствуют о мозаичности микроклиматов в горах, существенно зависящих от ландшафтной неоднородности, экспозиций склонов, состояния и наличия лесных экосистем (рис. 1).

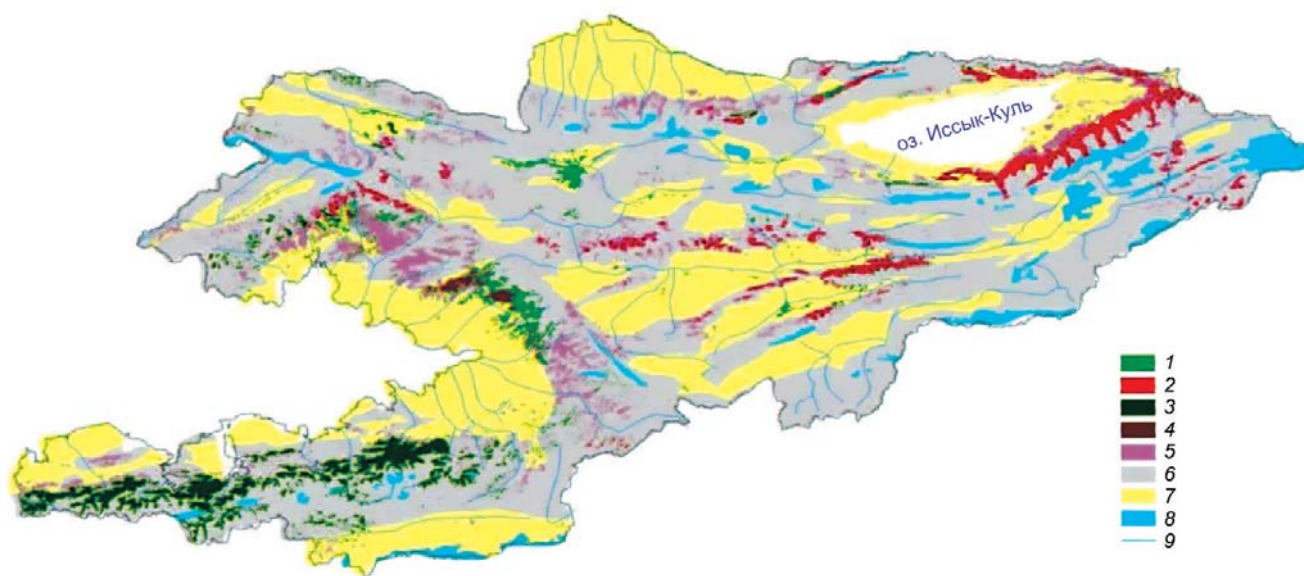
Сокращение лесных экосистем и увеличивающаяся разработка золотоносных месторождений по руслам и долинам рек негативно сказывается на состоянии водных ресурсов и формировании георисков водного характера. В первом случае уничтожение леса связано с его вырубкой для хозяйственных целей — строительства и использования в качестве топлива. А во втором — с уничтожением пойменных лесов в процессе механизированной добычи золота и строительных материалов непосредственно в поймах рек. Деграция горных лесов влияет на изменение горного мезоклимата, в частности на уменьшение количества осадков, и соответственно на режим ледников и сокращение поверхностного и подземного стока. Все компоненты этой весьма сложной геосистемы находятся в теснейшей взаимосвязи, обуславливающей как взаимное развитие, так и деграцию [3–10]. Природные факторы предопределили закономерности формирования поверхностного и подземного стоков, их взаимосвязь, особенности распространения подземных вод в различных гидрогеологических структурах и их гидродинамику. Здесь формируются особые гидрологические и геолого-гидрогеологические условия.

В пределах гидрологических бассейнов стока горных геосистем выделяются артезианские бассейны межгорных и внутригорных впадин и гидрогеологические массивы (рис. 2).

Гидродинамические особенности межгорных бассейнов определяются их размерами, малыми расстояниями от области питания до области разгрузки (в пределах 10–60 км), значительной мощностью осадочного чехла (до 3–4 км), невыдержанностью по площади и разрезу водоносных и водоупорных пластов, блоковостью строения большинства структур, наличием в пределах межгорных впадин большого числа малых артезианских бассейнов с самостоятельными водными циклами. Основные ресурсы подземных высококачественных пресных вод сосредоточены в межгорных бассейнах.

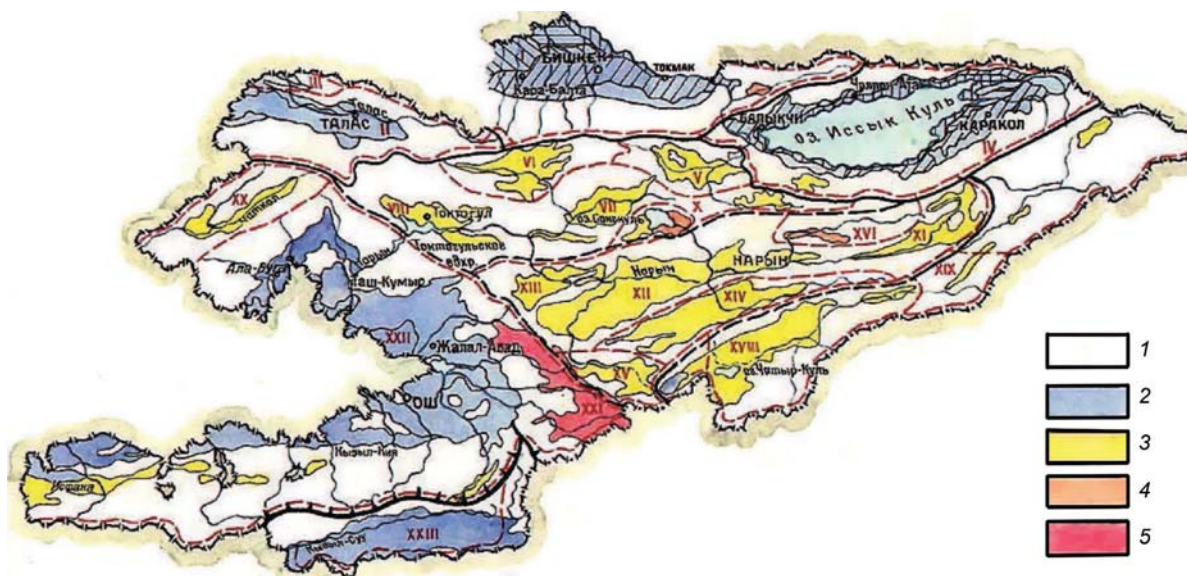
Каждый из таких бассейнов охватывает всю совокупность процессов формирования подземных вод: их питания, движения, внутреннего перераспределения и расходования.

Все они сложно построены и обладают рядом отличительных черт, и прежде всего наличием трех этажей подземных вод, отвечающих трем структурно-геологическим этажам: нижнему,



**Рис. 1. Схематическая карта бассейнов подземного стока Кыргызстана с основными экосистемами:**

1 — лиственные; 2 — хвойные; 3 — арча; 4 — орех; 5 — кустарники; 6 — внешние части бассейнов; 7 — бассейны подземного стока; 8 — ледники; 9 — реки



**Рис 2. Карта гидрогеологического районирования [1]:**

1 — гидрогеологические массивы; 2 — межгорные внешние артезианские бассейны трехэтажного строения; 3 — межгорные внутренние бассейны трехэтажного строения; 4 — межгорные внутренние бассейны двухэтажного строения; 5 — склоновые бассейны; I — Восточно-Чуйский; II — Таласский-Южный; III — Таласский-Северный; IV — Иссык-Кульский; V — Кочкорский; VI — Сусамырский; VII — Джумгалский; VIII — Токтогульский; IX — Сон-Кельский; X — Кара-Кунжурский; XI — Верхненарынский; XII — Алабуга-Нарынский; XIII — Тогуз-Тороузский; XIV — Ат-Башинский; XV — Арпинский; XVI — Балгартский; XVII — Чатыр-Кульский; XVIII — Ак-Сайский; XIX — Узенгю-Кушский; XX — Чаткальский; XXI — Соёкский; XXII — Ферганский

среднему и верхнему. Они отличаются литологическим составом водовмещающих пород, характером водопроницаемости и особенностями распространения подземных вод. Нижний этаж образуют породы палеозойского и протерозойского возраста с резко преобладающим трещинным характером водопроницаемости.

Средний этаж объединяет мезозойско-кайнозойские отложения, неоген-нижнечетвертичные. Характер водопроницаемости порово-трещинный и трещинный, реже — поровый. Подземные воды этих этажей находятся в условиях затрудненного и весьма затрудненного движения, которое возникает преимущественно под

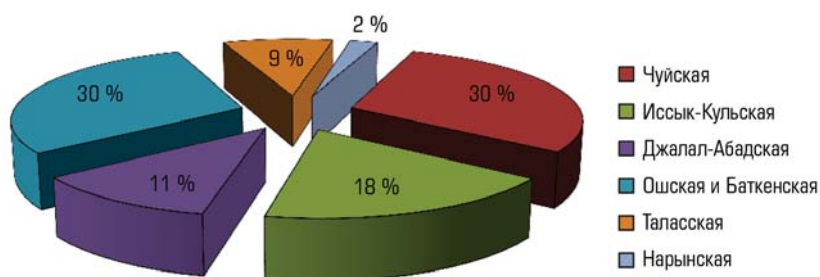
влиянием геологических процессов. Верхний этаж отличается почти повсеместно большей мощностью и включает различные по генезису и составу четвертичные отложения с преимущественно поровым характером водопроницаемости. В них образуются наиболее мощные водоносные горизонты.

В верхней части бассейнов подземные воды формируются за счет инфильтрации поверхностных вод и частично скрытого дренирования подземных вод окружающих горных массивов. Большое влияние на гидродинамические особенности бассейнов оказывает связь подземных вод с поверхностными водотоками и водоемами. Особого внимания заслуживают области интенсивных потерь речного стока на питание подземных вод, составляющих до 50–75 % общего стока рек при их выходе из предгорий во впадины. Именно здесь происходит формирование запасов всех выделенных месторождений подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения. Основные запасы пресных подземных вод приурочены к рыхлообломочным аллювиально-пролювиальным отложениям четвертичного возраста. Основными водовмещающими породами являются гравийно-галечные и валунно-галечные отложения с песчано-гравийным заполнителем.

### Направления и проблемы использования подземных вод

Подземные воды имеют практически повсеместное распространение в пределах межгорных впадин, характеризуются высоким качеством и независимы от сезонных климатических изменений и сопутствующих им явлений в виде паводков и селей, осложняющих водозабор поверхностных вод. Капитальные затраты на извлечение подземных вод достаточно велики, но при надлежащем эксплуатационном обслуживании скважин и насосного оборудования — это стабильный источник качественной воды, максимально приближенный к потреблению.

Мощность эксплуатируемых водоносных горизонтов в различных гидрогеологических зонах различная и колеблется от 20 до 500 м. Разведанные по промышленным категориям эксплуатационные запасы пресных подземных вод при непрерывном режиме водоотбора по 44 месторождениям составляют 188 м<sup>3</sup>/с. Все месторождения пресных подземных вод используются на питьевые, хозяйственно-бытовые, производственные и технические (орошение) нужды. Распределение месторождений по областям республики приведено на **рис. 3**.



**Рис. 3. Распределение месторождений пресных подземных вод по областям Кыргызстана**

Динамика забора пресных подземных вод показывает, что в начале 1990-х годов в отдельные годы водозабор достигал 1,1 км<sup>3</sup> в год, начиная с 1992 г. снизился с 900 до 300 млн м<sup>3</sup> и в последние годы составляет 299–324 млн м<sup>3</sup> [9]. Около 85 % систем водоснабжения Кыргызстана используют подземные воды. Использование запасов подземных вод составляет 20–30 %. Наибольшая степень использования месторождений подземных вод в столице и экономически развитых регионах республики. В настоящее время фактическое число эксплуатационных (используемых) скважин в целом по стране неизвестно, особенно по югу республики. В пределах северных регионов Кыргызстана эксплуатируются 2079 скважин, в том числе 281 из них сбрасывает подземные воды практически без использования (самоизливом). При этом недостаточное финансирование для эксплуатации и технического обслуживания водозаборных скважин и водопроводной сети приводят к отказу от использования источников подземных вод и ориентации на забор менее безопасных вод из рек и колодцев. Существенно сократилось использование подземных вод для сельскохозяйственного водоснабжения. Снижение объемов использования подземных вод для орошения с применением капельного орошения способствует расширению площадей подтопленных и засоленных земель [9, 11].

### Загрязнение подземных вод

Водные бассейны испытывают всевозрастающую техногенную нагрузку в результате чего проявляются тенденции загрязнения и истощения водных ресурсов. Загрязнение подземных вод в значительной степени обусловлено загрязнением окружающей среды в целом. Экологические последствия техногенного загрязнения пресных подземных вод выражаются в росте их общей минерализации, общей жесткости, увеличении содержания нитритов, хлоридов, органических соединений, тяжелых токсичных металлов, а также специфических веществ, свойственных промышленным отходам производства

Основными источниками загрязнения поверхностных и подземных вод являются сельскохозяйственные, промышленные предприятия, муниципальные системы канализации, животноводческие фермы и бытовые отходы населения. Подземные воды верхних водоносных горизонтов, имеющие интенсивные связи с поверхностными водами, подвержены загрязнению в большей степени. Источники загрязнения оказывают влияние на водные ресурсы по площади, линейно и очагами.

В качественном отношении они способствуют формированию органического (фекальные стоки городов, поселков, ферм и др.) и химического (сточные воды промышленных предприятий, ядохимикаты и растворимые удобрения на орошаемых массивах) загрязнения. Причинами сброса недостаточно очищенных сточных вод является неудовлетворительная эксплуатация морально и физически устаревших и не соответствующих по мощности объема сброса сточных

вод очистных сооружений. Из имеющихся 350 сооружений по очистке сточных вод 40 % не обеспечивают нормативной очистки стоков. Хозяйственно-бытовые сточные воды городов и районных центров очищаются на 20 муниципальных очистных сооружениях с пропускной способностью 719,8 тыс. м<sup>3</sup>/сут [12].

Сложной проблемой является учет и контроль сбросов сточных вод в накопители за пределами крупных городов. Существенным фактором, влияющим на качество водных ресурсов, является неупорядоченная хозяйственная деятельность в водоохранных зонах и полосах поверхностных водных объектов, а также неудовлетворительное состояние зон санитарной охраны месторождений подземных вод. Этим обусловлены участвовавшие факты загрязнения источников питьевого водоснабжения токсичными веществами и патогенными микроорганизмами. Особенно негативное влияние происходит при техногенном загрязнении пресных подземных вод на действующих водозаборах, используемых для водоснабжения, когда по этой причине подземные воды теряют свое питьевое качество. Примером может служить Алаарчинское месторождение подземных вод, используемое для водоснабжения г. Бишкека, где верхняя часть водоносного горизонта практически на глубину до 100 м является загрязненной.

Более половины малых городов и районных центров республики не имеют централизованных канализационных систем и очистных сооружений. Образующиеся хозяйственно-бытовые и производственные сточные воды, составляющие более 27 % общего водоотведения, ежегодно накапливаются в поглощающих или выгребных ямах и утилизируются на водосборных территориях (пониженный рельеф местности, коллекторно-дренажные сети, сухие лога и русла рек и т. д.) или сбрасываются непосредственно в водные объекты. Отсутствует достоверная информация по количеству сброса сельскохозяйственных загрязнений, будь то локальное загрязнение или площадное, связанное с орошаемым земледелием (удобрение и пестициды). Площадное загрязнение отмечается в районе развития крупных городов (Бишкек, Ош, Каракол и др.), где развито смешанное загрязнение за счет фекальных и промышленных стоков, а также орошения городских территорий. В последние годы на окраинах и на прилегающих к г. Бишкеку территориях массово выделяются участки под индивидуальные жилые застройки. На новостройках отсутствуют центральная канализация, бетонированные выгребы, септики. Сброс хозяйственно-бытовых стоков этих жилмассивов осуществляется в дренажи, на рельеф местности, в водные объекты, что приводит к загрязнению как подземных, так и поверхностных вод.

В сельскохозяйственном секторе преобладают мелкие крестьянские и фермерские хозяйства. В большинстве своем у фермеров отсутствует необходимый минимум знаний по использованию средств защиты растений и удобрений, а в совокупности с неправильным хранением, использованием навоза и низкой культурой орошения происходит загрязнение почвы, поверхностных и подземных вод нитратами и бактериями.

В сфере деятельности горнорудных предприятий под влиянием сброса рудничных вод, инфильтрации из хвостохранилищ и

промстоков происходит загрязнение подземных вод и природной среды и формирование своеобразных геохимических техногенных ландшафтов, что ухудшает общие биосферные условия территории [1, 13].

#### **Защита подземных вод от загрязнения**

Для предупреждения загрязнения питьевых подземных вод необходимо их зонирование по степени защищенности. Анализ особенностей строения отложений четвертичного возраста, их фильтрационных свойств и вертикальной гидродинамики позволил выполнить районирование бассейнов подземного стока Кыргызстана по степени защищенности подземных вод от загрязнения (рис. 4).

Большая часть площади зоны формирования подземных вод в связи с отсутствием покровных глинистых отложений слабо защищена от проникновения загрязняющих веществ в четвертичные водоносные горизонты. Инфильтрация стоков в грунтовые воды возможна практически всегда, поскольку зачастую они являются безнапорными и не перекрываются мощными водоупорами [14].

Результаты осуществленного картирования свидетельствуют о том, что не защищены от загрязнения подземные воды четвертичного возраста на 10 % площади распространения, условно защищены — на 3 %, слабо защищены — на 87 % площади распространения. Последующая оценка защищенности подземных вод в пределах конкретных бассейнов позволит сформулировать основные принципы устойчивого использования водных ресурсов [15].

Дифференциация территории по степени защищенности подземных вод от загрязнения позволит сформулировать основные решения по защите подземных вод от истощения и загрязнения и предложить ряд профилактических мероприятий для конкретных территорий. Зонирование защищенности подземных вод бассейнов играет ключевую роль и в расстановке приоритетов мониторинга качества воды, экологического аудита промышленных предприятий, определении видов возможной деятельности при допустимом уровне риска загрязнения для подземных вод и борьбы с загрязнением в пределах сельскохозяйственно-го производства.

До 1993 г. качество поверхностных вод контролировалось на 56 водных объектах, 80 станциях, 105 створах, которые были расположены по всей территории Кыргызстана. В настоящее время контроль качества поверхностных вод проводится на 10 водных объектах, 13 станциях, 21 створе только в Чуйской области. Мониторинг за состоянием подземных вод осуществляется только на месторождениях, расположенных в Чуйской области. Из-за отсутствия технических средств контроль проводится на эксплуатационных, а не наблюдательных скважинах, что не позволяет иметь достаточно объективную информацию по их качеству.

#### **Истощение ресурсов подземных вод**

Загрязнение водных ресурсов тесно связано с их истощением. Поскольку даже весьма значительные объемы загрязненной воды не могут компенсировать потребного количества чистой, пригодной для питьевых целей. Истощение водных ресурсов гор-



**Рис. 4. Схематическая карта защищенности подземных вод бассейнов подземного стока Кыргызстана:**

1 — незащищенные; 2 — слабо защищенные; 3 — условно защищенные; 4 — переходные части бассейнов; 6 — внешние части бассейнов

ных геосистем связано, как правило, с техногенными факторами. На территории Кыргызстана к их числу прежде всего следует отнести сокращение питания подземных вод в зоне формирования их месторождений. На многих реках при выходе их во впадины создаются водохранилища по зимнему регулированию их стока, а в пределах зоны формирования подземных вод строятся обводные каналы (р. Чу), проектируется обваловка или бетонирование обводных русел.

Эти мероприятия направлены на сокращение потерь поверхностного стока в зоне формирования подземных вод и переборски его к сельскохозяйственным угодьям, территориально приуроченным к нижним частям потоков подземных вод [9, 16]. В результате происходит сокращение питания подземных вод и в конечном итоге — истощение их ресурсов, а с другой стороны, подача воды в нижние части бассейнов, с неглубоким залеганием уровня грунтовых вод приводит к активизации процессов вторичного засоления, заболачивания и подтопления. Поэтому в этой части бассейнов целесообразно использование подземных вод для целей орошения. Особенно сложной ситуация, связанная с истощением водных ресурсов, может стать в закрытых бассейнах, где все процессы геофильтрации (питание, движение и разгрузка) происходят в пределах бассейнов. Поскольку при перекрытии источников питания подземных вод происходит перестройка структуры потока, меняются его уклоны, направление движения, происходит инверсия разгрузки. В Иссык-Кульском артезианском бассейне в связи с этим возможна интрузия соленых вод озера в водоносные горизонты, содержащие пресные подземные воды, являющиеся источником водоснабжения для всех населенных пунктов и здравниц региона. Бессистемное создание частных водозаборов, отсутствие мониторинга за их эксплуатаци-

ей приводит к усугублению ситуации с подземными водами, к усилению процессов загрязнения и истощения. Учитывая эту тенденцию, необходимо осуществлять мониторинг качества и запасов подземных вод, а также мероприятия по созданию охраняемых территорий, в пределах которых действует жесткий режим охраны подземных вод от загрязнения и истощения.

#### Выводы

В межгорных артезианских бассейнах Кыргызстана сосредоточены значительные запасы пресных, отличного качества подземных вод, запасы которых используются на 20–30 %. В связи с возрастающей техногенной нагрузкой проявляются тенденции загрязнения и истощения водных ресурсов.

В долинах рек, к которым приурочены наиболее перспективные месторождения вод, должно быть ограничено строительство водохранилищ зимнего регулирования, поскольку оно приведет к сокращению и истощению запасов подземных вод. В зонах питания и формирования месторождений подземных вод должны быть обязательными экологические пропуски в естественных руслах рек. Их размеры должны стать предметом специального обоснования, расчета и мониторинга.

В соответствии с выполненным районированием бассейнов подземного стока Кыргызстана по степени защищенности подземных вод от загрязнения значительная часть территорий распространения подземных вод защищена слабо. Необходима оптимизация и дополнение существующей сети мониторинга водных ресурсов, а также создание охраняемых территорий перспективных месторождений, в пределах которых действуют ограничения на размещение промышленных предприятий и режим охраны подземных вод от загрязнения и истощения.

## Библиографический список

1. Оролбаева Л. Э. Геогидрология горных стран (на примере Тянь-Шаня и Памиро-Алая). — Бишкек : Техник, 2013. — 185 с.
2. Подрезов О. А. Современный климат Бишкека, Чуйской долины и Северного склона Киргизского хребта. — Бишкек, 2013. — 201 с.
3. Orolbaeva L. Impact of afforestation and reforestation on local communities // Economic and Social Assessment FAO. — Rome, Italy, 2009. — 51 p.
4. Holmes R. M. The importance of ground water to stream ecosystem function // Streams and Ground Water. — Academic Press, 2000. P. 137–147.
5. Howard K., Mailer H. S., Mattson S. L. Ground-surface water interaction and the role of the hyporheic zone // Ground Water and Ecosystems. — Netherlands, 2006. P. 131–143.
6. Ecosystems and human well-being: Health Synthesis: a report of the Millennium Ecosystem Assessment. — Washington : Island Press, 2005. — 138 p.
7. Шестаков В. М., Поздныakov С. П. Геогидрология. — М.: Академкнига, 2003. — 175 с.
8. Grinevskiy S. O., Pozdnyakov S. P. Simulation of regional-scale groundwater recharge and its change under transient climate conditions // Calibration and Reliability in Groundwater. Modeling "Managing Groundwater and the Environment". Proceeding of the 7-th International Conference on Calibration and Reliability in Groundwater Modeling ModelCARE. — Wuhan, China, China University of Geosciences, 2009. P. 499–502.
9. Reconciling resource uses in transboundary basins: assessment of the water-food-energy-ecosystems nexus. — United Nations, Geneva, 2015. — 111 p.
10. Dietz A. et al. Identifying changing snow cover characteristics in Central Asia between 1986 and 2014 from remote sensing data // Remote Sensing. 2014. Vol. 6(12). P. 12752–12775.
11. Комплексная оценка природных ресурсов Кыргызстана 2008–2010. — Бишкек, 2010. — 158 с.
12. Национальный доклад о состоянии окружающей среды Кыргызской Республики за 2011–2014 гг. — Бишкек, 2016. — 163 с.
13. Kronenberg J. Linking ecological economics and political ecology to study mining. Glaciers and global warming // Environmental Policy and Governance. 2013. Vol. 23. P. 75–90.
14. Зекцер И. С., Каримова О. А., Бужуоли Ж., Буччи М. Региональная оценка уязвимости пресных подземных вод: методологические аспекты и практическое применение // Водные ресурсы. 2004. Т. 31. № 6. С. 645–650.
15. Оролбаева Л. Э. Защищенность подземных вод горных геосистем Тянь-Шаня и Памиро-Алая // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2014. № 33. С. 405–408.
16. Frenken K. Irrigation in Central Asia in figures : AQUASTAT Survey 2012 / Ed. by K. Frenken., Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013. Water Reports 39. — 240 p. [PDF](#)
4. Holmes R. M. The importance of ground water to stream ecosystem function. Streams and Ground Water. Academic Press, 2000. pp. 137–147.
5. Howard K., Mailer H. S., Mattson S. L. Ground-surface water interaction and the role of the hyporheic zone. Ground Water and Ecosystems. Netherlands, 2006. pp. 131–143.
6. Ecosystems and human well-being: Health Synthesis: a report of the Millennium Ecosystem Assessment. Washington : Island Press, 2005. 138 p.
7. Shestakov V. M., Pozdnyakov S. P. *Geogidrologiya* (Geohydrology). Moscow : Akademkniga, 2003. 175 p.
8. Grinevskiy S. O., Pozdnyakov S. P. Simulation of regional-scale groundwater recharge and its change under transient climate conditions. Calibration and Reliability in Groundwater. Modeling "Managing Groundwater and the Environment". Proceeding of the 7-th International Conference On Calibration And Reliability In Groundwater Modeling ModelCARE. Wuhan, China, China University of Geosciences, 2009. pp. 499–502.
9. Reconciling resource uses in transboundary basins: assessment of the water-food-energy-ecosystems nexus. United Nations, Geneva, 2015. 111 p.
10. Dietz A. et al. Identifying changing snow cover characteristics in Central Asia between 1986 and 2014 from remote sensing Data. Remote Sensing. 2014. Vol. 6(12). pp. 12752–12775.
11. *Kompleksnaya otsenka prirodnykh resursov Kyrgyzstana 2008-2010* (Complex assessment of natural resources of Kyrgyzstan 2008-2010). Bishkek, 2010. 158 p. (in Russian)
12. *Natsionalnyy doklad o sostoyanii okruzhayushchey sredy Kyrgyzskoy Respubliki za 2011-2014 gody* (National report about the state of environment of Kyrgyz Republic for 2011-2014). Bishkek, 2016. 163 p. (in Russian)
13. Kronenberg J. Linking ecological economics and political ecology to study mining. Glaciers and Global Warming. Environmental Policy and Governance. 2013. Vol. 23. pp. 75–90.
14. Zektser I. S., Karimova O. A., Buzhuoli Zh., Buchchi M. Regionalnaya otsenka uязvimosti presnykh podzemnykh vod: metodologicheskie aspekty i prakticheskoe primeneniye (Regional assessment of fresh groundwater vulnerability: methodical aspects and practical application). *Vodnye resursy = Water Resources*. 2004. Vol. 31, No. 6. pp. 645–650.
15. Orolbaeva L. E. Zashchishchennost podzemnykh vod gornyykh geosistem Tyan-Shanya i Pamiro-Alaya (Protectability of groundwaters of mining geosystems of Tian Shan and Pamir Alay). *Izvestiya Kyrgyzskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta imeni I. Razzakova = Bulletin of Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov*. 2014. No. 33. pp. 405–408.
16. Frenken K. Irrigation in Central Asia in figures : AQUASTAT Survey 2012. Edited by K. Frenken., Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013. Water Reports 39. 240 p.

«GORNYY ZHURNAL»/«MINING JOURNAL», 2016, № 8, pp. 41–47

DOI: [dx.doi.org/10.17580/gzh.2016.08.08](https://doi.org/10.17580/gzh.2016.08.08)

## Groundwater of Kyrgyzstan: Issues of use and preservation

## Information about author

L. E. Orolbaeva<sup>1</sup>, Associate Professor, Candidate of Geological–Mineralogical Sciences, orolbaeva@mail.ru<sup>1</sup> Academician Asanaliyev Institute of Mining and Mining Technologies, Bishkek, Kyrgyzstan

## Abstract

Considerable reserves of underground fresh water and mineral-thermal water are found in the territory of the Kyrgyz Republic. Natural factors pre-determined the patterns of the formation of surface and underground flows, their interaction, and the specifics of groundwater distribution and hydrodynamics. The local hydrological and geological-and-hydrogeological conditions are specific. The major high quality fresh groundwater resources are concentrated in intermountain artesian basins. Each of the basins accommodates the entire range of processes of groundwater formation: recharge, flow, internal distribution and discharge. The main reserves of fresh groundwater occur close by friable fragmental alluvial proluvial deposits of the Quaternary age. The noteworthy area is the area of intensive loss of river flow to recharge groundwater, making up 50–75 % of the total river flow running from foothills to depressions, where the reserves of groundwater used for drinking water supply occur. Underground water distributed ubiquitously within intermountain basins is characterized by high quality. The deposits of fresh groundwater are used for drinking, household, industrial and technical (irrigation) purposes. In accordance with the performed zoning with respect to the degree of groundwater pollution protection, a considerable part of groundwater territories is poorly protected. To preserve groundwater, it is required to optimize and extend the existing water monitoring networks, as well as to create protected areas of promising deposits, with the limited placement of industries and a regime of groundwater protection against pollution and depletion.

**Keywords:** intermountain basins, groundwater, infiltration, deposits, exploitation, underground water protection, sources of pollution, depletion, monitoring.

## References

1. Orolbaeva L. E. *Geogidrologiya gornyykh stran (na primere Tyan-Shanya i Pamiro-Alaya)* (Hydrogeology of mining countries (on example of Tian Shan and Pamir-Alay)). Bishkek : Teknik, 2013. 185 p.
2. Podrezov O. A. *Sovremennyy klimat Bishkeka, Chuyskoy doliny i Severnogo sklona Kirgizskogo khrebta* (Modern climate of Bishkek, Chuy Valley and North slope of Kyrgyz range). Bishkek, 2013. 201 p.
3. Orolbaeva L. Impact of afforestation and reforestation on local communities. Economic and Social Assessment FAO. Rome, Italy, 2009. 51 p.