

П. И. Норматов, Н. Б. Курбонов, Г. Т. Фрумин, И. Ш. Норматов

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ГИДРОХИМИЯ ОЗЕРА ИСКАНДЕРКУЛЬ И ВПАДАЮЩИХ В НЕГО РЕК

P. I. Normatov, N. B. Kurbonov, G. T. Frumin, I. Sh. Normatov

METEOROLOGY AND HYDROCHEMISTRY OF THE LAKE ISKANDERKUL AND INFLUENT RIVERS

Представлены результаты мониторинга метеорологических условий прибрежных районов озера Искандеркуль бассейна реки Зеравшан. Обнаружено, что за период 1960–2010 гг. тренд температуры имеет всевозрастающий характер при почти постоянном значении атмосферных осадков. Сравнением тренда изменения температуры и атмосферных осадков в трех метеорологических станциях, расположенных на различных высотах бассейна реки Зеравшан, показан существенный вклад орографии горной местности на формирование микроклимата местности. Приведены результаты химического анализов воды озера Искандеркуль и питающих его рек, свидетельствующие о том, что вода озера соответствует требованиям, предъявляемым государственным стандартом к питьевым водам.

Ключевые слова: река Зеравшан, озеро Искандеркуль, гидрохимия, тренд, температура, атмосферные осадки.

The results of monitoring the meteorological conditions of the coastal areas of the lake Iskanderkul Lake of the Zeravshan river basin are present. Observed that for the period 1960–2010 the temperature trend is increasing at almost constant rainfall. Comparison of the trend of temperature changes and precipitation in three meteorological stations located at different altitudes of the Zeravshan river basin shows a significant contribution of the orography of the mountainous terrain on the formation of microclimate of the area. The results of chemical analyses of water Iskanderkul Lake and its feeder rivers indicating that the lake water conforms to the requirements of the state standard for drinking water.

Keywords: Zeravshan River, Iskanderkul Lake, hydrochemistry, trend, temperature, precipitation.

Введение

Бассейн реки Зеравшан является одним из наиболее сложных в геоэкологическом отношении районов не только Таджикистана, но и всей Центральной Азии. Горный рельеф, высотная зональность климата, значительная неоднородность метеорологических условий являются причинами возникновения больших геоэкологических контрастов.

Изучение региональных климатических изменений на фоне глобального потепления климата в настоящее время имеет большое научное и практическое значение и актуально в отношении метеорологических условий и их влияния на водные ресурсы, геоэкологические системы, которые отличаются изменчивостью во времени и пространстве. Сопоставление многолетних наблюдений за метеорологическими параметрами бассейна реки Зеравшана в Таджикистане позволяет выявить общие закономерности и индивидуальные специфические черты и тем самым способствует разработке эффективных механизмов по адаптации геоэкологических систем к климатическим изменениям и их устойчивости к природным чрезвычайным ситуациям [1, 2, 5, 8].

Известно, что расположение природных зон очень чувствительно к колебаниям температуры и осадков, а длительные однонаправленные изменения этих компонентов могут привести к сдвигам ландшафтной границы.

Изучение особенностей изменчивости геоэкологических и метеорологических условий на территории Зеравшанской долины имеет большое значение не только для разработки региональных сценариев будущего изменения климата, но также для решения ряда практических задач, связанных с рациональным использованием гидроэнергетических ресурсов, — эффективного размещения гидротехнических сооружений, планирования развития сельского хозяйства и всестороннего и эффективного использования рекреационного потенциала долины [9, 11–13].

Мониторинг качества вод рекреационных объектов, выявление и своевременное их устранение представляют огромное значение для предотвращения факторов, способствующих нарушению естественной динамики развития геоэкологических систем [3, 4, 6, 7, 10, 14].

К настоящему моменту отсутствуют достоверные данные по гидрохимии вод одной из жемчужин бассейна реки Зеравшан — озера Искандеркуль.

Методы исследования и исходные материалы

Информационный массив, полученный при проведении мониторинга климатических условий геоэкологической системы озера Искандеркуль, включает:

- наблюдения, сбор, систематизацию и обработку данных по температуре;
- наблюдения, сбор, систематизацию и обработку данных по атмосферным осадкам.

На рис. 1 представлены среднегодовые значения температуры и атмосферных осадков, измеренные на метеорологической станции Искандеркуль (2204 м).

Как следует из рис. 1, за рассматриваемый период 1960–2010 гг. наблюдается непрерывное повышение температуры при почти постоянном значении атмосферных осадков. Наблюдаемый на рис. 1 характер изменения метеорологических условий является отражением тренда изменения температуры и атмосферных осадков лишь только местности озера Искандеркуль и не является общим по всему бассейну реки Зеравшан. Об этом свидетельствуют представленные на рис. 2 и рис. 3 тренды изменения температуры и атмосферных осадков, измеренные на метеорологических станциях Пенджикент (1015 м) и Анзоб (3379 м).

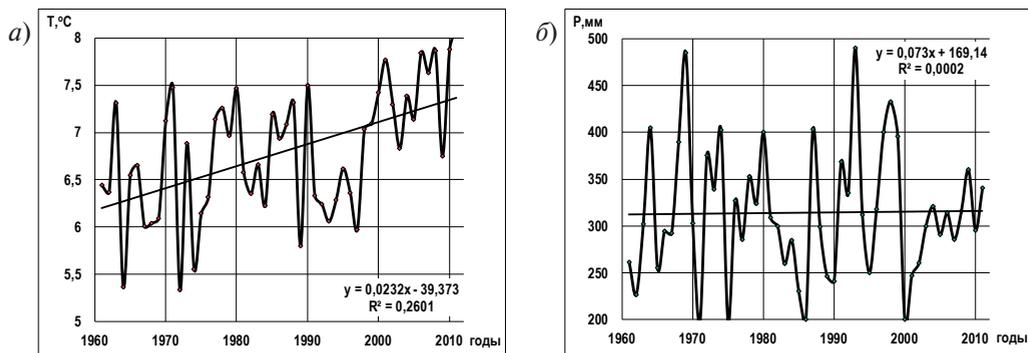


Рис. 1. Среднегодовые значения температуры (а) и атмосферных осадков (б), измеренные на метеорологической станции Искандеркуль (2204 м)

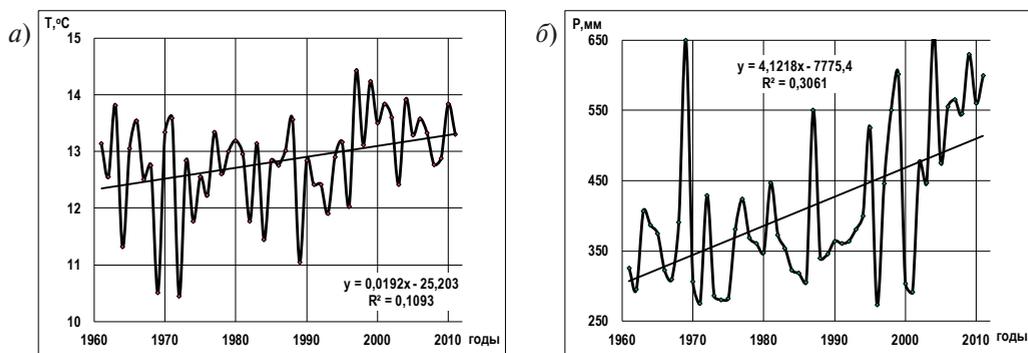


Рис. 2. Среднегодовые значения температуры (а) и атмосферных осадков (б), измеренные на метеорологической станции Пенджикент (1015 м)

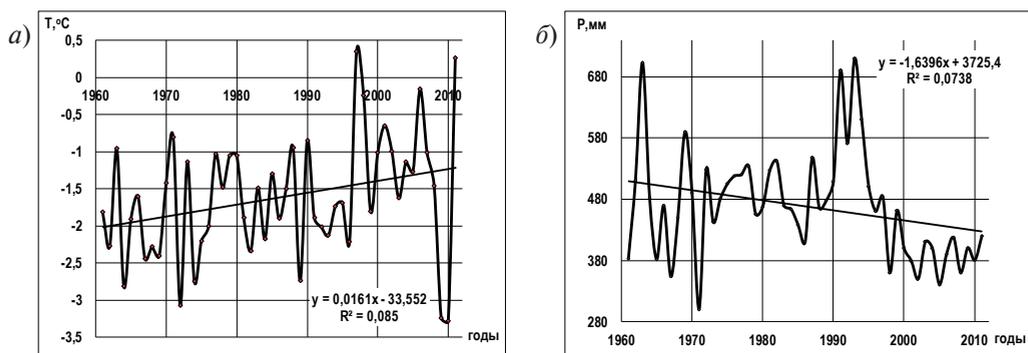


Рис. 3. Среднегодовые значения температуры (а) и атмосферных осадков (б), измеренные на метеорологической станции Анзоб (3379 м)

Сопоставлением трендов изменения температуры и атмосферных осадков в различных широтах бассейна реки Зеравшан и на разных высотах над уровнем моря можно предположить о существовании фактора влияния орографии горной местности на формирование локальных метеорологических условий.

Атмосферные осадки определяются, в основном, орографическими условиями и циркуляцией атмосферы. На усиление циклонических осадков оказывает заметное влияние высота и ориентация гор. Основное количество атмосферных осадков, выпадающих на территории Зеравшана, приносится воздушными массами со стороны Атлантического океана, Средиземного моря и Индийского океана. Для них характерны большая изменчивость от года к году, наличие очень засушливых или влажных периодов. В западной части бассейна реки Зеравшан выпадает 100... 150 мм/год, а в отдельные засушливые годы не более 600... 700 мм/год. На востоке количество осадков возрастает до 600... 700 мм/год, а на склонах хребтов — до 900 мм/год.

Озеро Искандеркуль называют жемчужиной Зеравшанской долины благодаря его уникальной природе, флоры и фауны и чистотой воды. Его рассматривают одной из главных рекреационных геоэкологических систем Таджикистана.

Ныне наряду с природоохранными проблемами актуальной задачей по сохранению озера в натуральном виде является предотвращение загрязнения озера химическими элементами и соединениями. К настоящему моменту отсутствуют достоверные данные по гидрохимии вод озера Искандеркуль.

С 2010 по 2016 г. в бассейне реки Зеравшан для определения химического состава воды озера Искандеркуль и рек, впадающих в озеро на 25 точках геоэкологической системы, было отобрано 485 проб речной воды, 397 проб воды из озера и 140 проб сточных вод из прибрежных территорий озера Искандеркуль.

Информационный массив химико-аналитических определений, полученный по результатам исследований в бассейне реки Зеравшан за период с 2010 по 2015 г., включает более 2916 записей значений концентраций загрязняющих веществ и физико-химических свойств объектов природной среды, в том числе: 85 записей значений pH; 85 записей значений концентрации растворенного кислорода; 86 записей значений концентрации кальция; 80 записей значений концентрации магния; 75 записей значений концентрации железа; 80 записей значений концентрации алюминия; 72 записи значений концентрации SiO₂; 88 записей значений концентрации марганца; 78 записей значений концентрации фтора; 95 записей значений концентрации цинка; 92 записи значений концентрации меди; 86 записей значений концентрации хрома (VI); 72 записи значений концентрации SO₄²⁻; 80 записей значений концентрации NO₃⁻; 78 записей значений концентрации Cl⁻; 86 записей значений концентрации PO₄³⁻; 85 записей значений концентрации Cd; 75 записей значений концентрации As; 74 записей значений концентрации Hg; 78 записей значений концентрации олова; 85 записей значений концентрации хлоридов; 90 записей значений концентрации аммония; 72 записи значений концентрации нитритов; 84 записи значений концентрации коли-титр; 84 записи значений коли-индекса; 88 записей значений концентрации сурьмы; 78 записей значений концентрации молибдена; 65 записей значений концентрации свинца; 68 записей значений концентрации висмута; 58 записей значений концентрации серебра; 92 записи значений концентрации HCO₃⁻; 90 записей значений концентрации Na + K; 87 записей

Течет в общем северо-восточном направлении (на небольших участках в верховье — к востоку и к северу).

Река Саратов длиной 35 км впадает в озеро Искандеркуль с юго-западного направления и характеризуется среднегодовым расходом воды около 13,5 м³/с и площадью бассейна 562 км². Половодье и маловодье реки приходится соответственно на июнь — август и февраль. Ежегодно река Саратов приносит в озеро Искандеркуль более 3760 т наносов.

Река Хазормеш длиной 15 км и площадью водосборного бассейна около 125 км² поступает в озеро Искандеркуль с южной части. Среднегодовой расход воды составляет 4,64 м³/с, и ежегодно река приносит в озеро Искандеркуль 1375 т наносов.

Река Саридевор является одной из больших притоков реки Хазормеш с длиной 10 км и площадью бассейна более 52,3 км². Среднегодовой расход воды составляет 1,77 м³/с.

Для мониторинга гидрохимии озера Искандеркуль и его питающих рек проводились отборы проб воды в реках Саратов, Саридевор, Хазормеш, Сарима и Искандердарья и из севера-восточного берега озера в течение 2010–2016 гг. с периодичностью три раза в месяц.

В таблице приведены результаты химических анализов озера Искандеркуль и притоков, впадающих и вытекающих из озера.

Результаты химических анализов озера Искандеркуль и притоков, впадающих и вытекающих из озера, мг/л

	pH	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	SiO ₂	Zn
Озеро Искандеркуль	6,2	4,85	—	1,31	0,018	105,68	9,25	0,25	0,0186
Река Саратов (устье)	6,5	2,98	0,0081	1,28	0,011	89,6	0,008	0,12	0,0042
Река Саридевор	6,5	1,25	0,021	2,12	0,010	225	0,002	0,24	0,0096
Река Хазормеш	6,7	1,34	0,011	0,64	0,009	119,5	4,56	0,36	0,0081
Река Сарима	6,4	1,34	0,014	0,86	0,006	25,5	9,65	1,68	0,0074
Река Искандердарья	6,5	4,21	0,012	1,08	0,005	148,4	0,098	0,48	0,0125
	Cu	Ca	Mg	Fe	Pb	Mn	Sn	Sb	As
Озеро Искандеркуль	0,017	58,96	26,78	0,023	0,048	0,007	0,0056	0,0038	0,0012
Река Саратов (устье)	0,014	26,46	8,97	0,056	0,014	0,004	0,016	0,0065	0,001
Река Саридевор	0,005	25,76	19,02	0,021	0,076	0,005	0,007	0,0062	0,0012
Река Хазормеш	0,013	41,24	22,56	0,016	0,079	0,003	0,0076	0,0066	0,0016
Река Сарима	0,021	27,32	16,78	0,011	0,005	0,001	0,0018	0,0064	0,0023
Река Искандердарья	0,035	31,18	4,24	0,014	0,102	0,005	0,0082	0,001	0,001

Из представленных в таблице данных следует, что качество воды озера Искандеркуль и притоков, впадающих в озеро, соответствует требованиям государственного стандарта (ГОСТ 2674-82 «Питьевая вода. Гигиенические требования и контроль за качеством»). Однако вода озера Искандеркуль по показателям растворенного кислорода, меди, цинка, свинца и железа не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к воде для рыбоводства.

Заклучение

Таким образом, в результате проведенного мониторинга метеорологических условий озера Искандеркуль установлено, что в горных районах не следует рассуждать о метеорологических условиях всего бассейна, основываясь на показания климатических параметров одной метеорологической станции. На установление того или иного метеоусловия влияет орография всей горной местности.

Проведенными комплексами гидрохимических анализов вод озера Искандеркуль и впадающих в него рек установлено, что вода озера является питьевой и по содержаниям некоторых химических элементов не соответствует качеству воды для рыбоводства.

Литература

1. *Аналитический обзор*. Состояние и перспективы интегрированного управления водными ресурсами бассейна реки Зеравшан. Проект ЕС-ПРООН (2009–2012): Содействие интегрированному управлению водными ресурсами и трансграничному диалогу в Центральной Азии. Душанбе, 2010. — 95 с.
2. *Аналитический отчет*. Качество воды в бассейнах рек Амударья и Сырдарья. — Ташкент, 2011. — 80 с.
3. *Дмитриев В.В., Фрумин Г.Т.* Экологическое нормирование и устойчивость природных систем. — СПб.: Наука, 2004. — 294 с.
4. *Норматов П.И.* Качество воды реки Зеравшан и химический анализ сезонных снегов на ледниках бассейна реки Зеравшан // Вестник Тадж. нац. ун-та. 2015. Т. 1. № 1(102). — С. 306–310.
5. *Норматов П.И.* О необходимости адаптации сельского хозяйства в горных местностях к современным условиям изменения климата // Вестник Тадж. нац. ун-та. 2015. Т. 1. № 3(164). — С. 277–282.
6. *Норматов П.И., Армстронг Р., Норматов И.Ш.* Мониторинг чрезвычайных водных факторов и исследование антропогенной нагрузки промышленных объектов на качество водной артерии бассейна реки Зеравшан // Метеорология и гидрология. 2015. № 5. — С. 89–97.
7. *Норматов П.И., Фрумин Г.Т.* Сравнительный анализ гидрохимических показателей верховья и низовья трансграничной реки Зеравшан // Учен. зап. РГГМУ. 2015. №39. — С. 181–188.
8. *Норматов П.И., Курбанов Н.Б.* Риски, связанные с водными факторами в бассейнах трансграничных рек // Сб. Трудов VIII Межд. конф. молодых ученых и талант. студ.; Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность, 25–27 июня 2014, Москва. — С. 41–44.
9. *Фрумин Г.Т.* Оценка состояния водных объектов и экологическое нормирование. — СПб.: Синтез, 1998. — С. 45–53.
10. *Фрумин Г.Т.* Экологическая химия и экологическая токсикология: учеб. пос. — СПб.: РГГМУ, 2002. — С. 107–111.
11. *Normatov P.* Social and ecological aspects of the water resources management of the Transboundary Rivers of the Central Asia // Red Book. IAHS Publ. 364. 2014. — P. 441–445.
12. *Normatov P.* Quantitative estimation of Human intervention Rivers on quality of waters of the Transboundary Rivers of the Central Asia. The book of Abstracts. Goldschmidt, 8–13 June 2014. California. — P. 1827.
13. *Normatov P.* Monitoring Impact of industrial complexes on water quality and chemical analyses of seasonal snow of the Zeraвшan River Basin glaciers // Proc. 16th Annual Conference of the International Association for Mathematical Geosciences, Jawaharlal Nehru University, 17–20 October 2014. — New Delhi, India. — P. 208–2012.
14. *Toderich K.N., Tsukatani T., Shuyskaya E.V., Khujanazarov T., Azizov A.A.* Water quality and livestock waste management in the arid and semiarid zones of Uzbekistan // Proceedings of the University of Obihiro. 2005. — P. 574–583.